

SBI - publ.

# Afløbsinstallationer



6. OPLAG 1988

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1974 · SBI-ANVISNING 96



Afløbsnormen (DS 432) er for tiden under revision. Dette arbejde forventes afsluttet i 1990 og den reviderede norm kan ventes sat i kraft i slutningen af 1990 eller i begyndelsen af 1991. Inden da vil der foreligge en revideret udgave af SBI-anvisning 96, Afløbsinstallationer, hvor alle normændringer og udviklingen på området er indarbejdet.

Den nuværende SBI-anvisning 96 er i overensstemmelse med den gældende afløbsnorm, men der er på nogle områder sket en udvikling, der gør, at anvisningen ikke længere kan stå alene. Ved brugen af anvisningen bør man generelt være opmærksom på, hvad der er publiceret i:

- Fortolkninger af afløbsnormen, udsendt i DIF's Normtillæg, der udkommer hvert forår.
- Bygningsreglement 1982 og Bygningsreglement for småhuse 1985.
- Nye normer, se nedenstående bemærkninger til de enkelte kapitler i anvisningen.
- VA-godkendelserne, der bl.a. for nyt materiel angiver, hvordan materiellet kan bruges.
- Supplement 1984 til SBI-anvisning 96: Afløbsinstallationer.

Til en del af anvisningens kapitler skal man specielt være opmærksom på følgende forhold:

### **Kapitel 2. Administrative forhold**

Afsnit om byggesagsbehandling skal erstattes af de tilsvarende afsnit i Bygningsreglement 1982 og Bygningsreglement for småhuse 1985.

### **Kapitel 4. Spildevandsinstallationer**

Der er fremkommet rør med dimensionen 90 mm, for hvis brug der findes særlige regler. Det er endvidere blevet tilladt at anvende vacuumventiler. I begge tilfælde findes reglerne for anvendelse på de respektive VA-godkendelsesblade.

### **Kapitel 6. Drænvandsinstallationer**

Der er udkommet en DIF-norm for dræning af bygværker, DS 436, til hvilken der henvises. Denne norm indeholder bl.a. filterkriterier, der er ændret i forhold til anvisningen. Anvisningens generelle stof kan fortsat anvendes.

### **Kapitel 9. Primitive afløb**

Der er udkommet en DIF-norm om mindre afløbsanlæg med nedsivning, DS 440, til hvilken der henvises. Denne norm indeholder bl.a. regler for dimensionering og udførelse af mekaniske rensningsanlæg og nedsivningsanlæg, der er ændret i forhold til anvisningen. Anvisningens generelle stof kan fortsat anvendes.



## **Kapitel 10. Generelt om materialer og deres anvendelse**

Det i anvisningen anførte om klassifikation af samlinger anvendes ikke længere. De samlinger, der skal anvendes i de forskellige afløbssystemer angives i VA-godkendelserne. For afløbssystemer i jord henvises yderligere til DIF's Norm for tæthed af afløbssystemer i jord, DS 455.

## **Kapitel 11. Rør, formstykker, overgangsstykker og samlinger**

Kapitlet omtaler en række materialer og metoder, som ikke længere anvendes i nye installationer. Da man imidlertid møder disse ved reparationer, renoveringer o.lign. er store dele af kapitlet stadig relevant. Vedrørende afløbssystemer, der må anvendes ved nyanlæg, henvises til VA-godkendelserne.

## **Kapitel 12. Brønde og udskillere**

Der er udkommet DIF-normer for lægning af stive ledninger af beton mv. og af fleksible ledninger af plast, DS 437 og 430, til hvilke der henvises. Disse angiver bl.a. regler for udførelse af nedgangsbrønde. Anvisningens generelle stof kan stadig anvendes.

VA-godkendelsesordningen omfatter nu også udskillere for olie, benzin og fedt, og vedrørende dimensionering og udførelse af disse henvises til VA-godkendelserne.

## **Kapitel 16. Sikring mod brand**

De brandtekniske foranstaltninger ved anvendelse af plastrør er revideret og der henvises til Supplement 1984 til anvisningen.

## **Kapitel 17. Støj fra afløbsinstallationer**

De maksimalt tilladelige støjniveauer er ændret og de nye grænser er angivet i Bygningsreglement 1982 og Bygningsreglement for småhuse 1985. Anvisningens generelle stof kan stadig anvendes.

## **Kapitel 18. Afløbssystemets arrangement og tilrettelæggelse**

Inspektions- og rensebrønde er nu godkendt som renseadgange mv. og angående deres anvendelse og udførelse henvises til VA-godkendelserne. Der er udsendt DIF-norm for fundering, DS 415, hvortil henvises. Denne angiver bl.a. regler for afstande til fundamenter, der er ændret i forhold til anvisningen.

## **Kapitel 19. Udførelse af afløbsinstallationer**

Der er udsendt DIF-normer for lægning af stive ledninger af beton mv. og af fleksible ledninger af plast i jord, DS 437 og DS 430, til hvilke der henvises. Disse indeholder bl.a. regler for udførelse af jord- og ledningsarbejder, der er ændret i forhold til anvisningen.

## **Kapitel 20. Kontrol og prøvning**

Der er udsendt DIF-norm for tæthed af afløbssystemer i jord, DS 455, og de under bemærkningerne til kapitel 19 anførte lægningsnormer, DS 437 og DS 430, hvortil der henvises. Disse indeholder regler for tæthedsprøvning og for kontrol i øvrigt. Normerne supplerer anvisningens stof.

## Afløbsinstallationer



# Afløbsinstallationer

FINN SCHMIDT JØRGENSEN OG KAJ OVESEN

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

*00398P*

16 APR. 1993

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

*K.4*

- 5 FEB. 1991



### **SBI-anvisninger**

er egne eller andres forskningsresultater bearbejdet til brug ved planlægning, projektering, udførelse og drift af bygninger og bebyggelser.

### **SBI-publikationer**

Statens Byggeforskningsinstituts publikationer findes i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Landbrugsbyggeri, Byplanlægning, Pjecer, Ydeevnebeskrivelser, Særtryk og Nomo-grammer. Salg sker gennem boghandelen eller direkte fra SBI. Instituttets årsberetning og publikationsliste er gratis og kan rekvireres fra SBI.

### **SBI-abonnement**

Instituttets publikationer kan også fås ved at tegne et abonnement. Det sikrer samtidig løbende orientering om alle nye udgivelser. Information om abonnementernes omfang og vilkår fås hos SBI.

ISBN 87-563-0184-7.

ISSN 0106-6757.

Pris: Kr. 122,00 inkl. 22 pct. moms.

6. oplag 1988, bilagt: *Supplement 1984* samt *Kommentarer 1988*.

Hermed trykt i 27.000 eksemplarer.

Tryk: Dyva Bogtryk, Glostrup.

Statens Byggeforskningsinstitut:

Postboks 119, 2970 Hørsholm. Telefon 02 86 55 33.

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen:

*SBI-anvisning 96: Afløbsinstallationer. 6. oplag 1988.*

## Forord

Denne SBI-anvisning er udarbejdet i tilknytning til den nye norm for afløbsinstallationer. Den nye norm har været hårdt tiltrængt, for der er på afløbsområdet sket en så kraftig udvikling i materiel og metoder, at det eksisterende regulativgrundlag var blevet utilstrækkeligt. Med den nye norm og den allerede fungerende godkendelsesordning skulle der være skabt mulighed for en korrekt og hensigtsmæssig udnyttelse af alle de nye materialer og produkter – og der er banet vej for en fortsat udvikling.

Den nye norm er udarbejdet efter funktionelle principper, dvs. der stilles krav til anlæggenes og komponenternes *funktion* – og ikke detaljerede krav til materialer og udformning. Det bærende princip er, at det, som fungerer og opfylder funktionskravene, også skal kunne tillades, hvad enten det drejer sig om nye eller eksisterende installationer.

Fordelene ved anvendelse af en funktionel norm er indlysende. Man undgår en stivnen i traditionsbundne udførelsesformer, og nye principper får en reel chance for at bevise deres bærekraft. Der er imidlertid også ulemper. De mange, der har været vant til at betragte afløbsregulativet både som lov og lærebog, mister med den nye norm en del af lærebogsstoffet, og det må erkendes, at man ofte har behov for at lave tingene på en måde, som man på forhånd ved vil blive godkendt. Der er behov for *både* funktionskrav og eksempler på god og tilladt praksis.

Det DIF-udvalg, som behandlede afløbsnormen, bad SBI om at udarbejde en anvisning som støtte for normen. SBI fulgte opfordringen, idet det dog måtte erkendes, at såvel økonomi som eksisterende tidsplaner satte grænser for indsatsen.

Anvisningen dækker så bredt et område, at den burde være udarbejdet af en lang række eksperter og praktiske teknikere – det har ikke været muligt, men til gengæld har manuskriptet været gennemgået af såvel eksperter som praktikere, idet det har været udsendt til ca. 100 personer og firmaer dækkende normudvalg, myndigheder, forsknings- og undervisningsinstitutter, projekterende, udførende, fabrikanter og grossister. Dele af arbejdet har været fulgt af en lille kontaktgruppe med medlemmer fra normudvalget. Endvidere har boligministeriet i samarbejde med Kommunernes Landsforening udarbejdet kapitlet om administrative forhold. Disse kontakter har resulteret i en mængde nyttige ændringer og tilføjelser, og SBI takker alle, som på denne måde har bidraget til anvisningen.

## Indhold

### OVERSIGT

Forord .....	5
Kapitel 1. Generelle bemærkninger .....	25
Kapitel 2. Administrative forhold .....	29
Kapitel 3. Hoved afløbssystemet .....	37
Kapitel 4. Spildevandsinstallationer .....	47
Kapitel 5. Regnvandsinstallationer .....	81
Kapitel 6. Drænvandsinstallationer .....	105
Kapitel 7. Separatsystemet (dobbeltsystemet) ...	117
Kapitel 8. Blandingssystemet .....	121
Kapitel 9. Primitive afløb .....	127
Kapitel 10. Generelt om materialer og deres anvendelse .....	141
Kapitel 11. Rør, formstykker, overgangsstykker og samlingsmetoder .....	147
Kapitel 12. Brønde og udskillere .....	197
Kapitel 13. Installationsgenstande og deres tilslutning .....	229
Kapitel 14. Afløb fra særlige rum og arealer .....	269
Kapitel 15. Sikring mod opstemning og oversvømmelse .....	275
Kapitel 16. Sikring mod brand .....	289
Kapitel 17. Støj fra afløbsinstallationer .....	297
Kapitel 18. Afløbssystemets arrangement og tilrettelæggelse .....	315
Kapitel 19. Udførelse af afløbsinstallationer .....	335
Kapitel 20. Kontrol og prøvning .....	359
Kapitel 21. Vedligeholdelse .....	365
Litteraturliste .....	379
English Summary .....	381



## KAPITELOVERSIGTER

<b>KAPITEL 1</b>	<b>GENERELLE BEMÆRKNINGER</b>	25
	Anvisning og norm	25
	Funktionskrav	25
	Godkendelse	25
	Godkendelsens varighed	26
	Prøvningsforskrifter	26
	Godkendelse i andre lande	26
	Godkendelseskort	26
<b>KAPITEL 2</b>	<b>ADMINISTRATIVE FORHOLD</b>	29
	Generelt	29
	Byggelovgivningen	29
	Byggeloven	29
	Bygningsreglementet	29
	Lokale bygningsvedtægter	30
	Byggesagsbehandlingen	31
	Dispensation	32
	Klage	33
	Udløb fra afløbsinstallationer	33
	Afløb ved eksisterende bebyggelser og ændring af eksisterende afløb	34
	Særlige bestemmelser for jordbrugerhvervenes avls- og driftsbygninger	34
	Afløbsledninger i vej	35
	Afløbsledninger over anden mands grund	35
	Autorisation	35
<b>KAPITEL 3</b>	<b>HOVEDAFLØBSSYSTEMET</b>	37
	Generelt	37
	Hovedafløbssystemet	37
	Recipienten	37
	Giftstoffer, 38. Organisk stof, 38. Uorganiske stoffer, 38. Opspædning, 39.	
	Rensningsanlægget	39
	Rensningsanlæggets bestanddele	39
	Rist, 39. Sandfang, 40. Primær bundfældning, 40. Slamrødning, 40. Slamtørring, 41. Biologisk rensning, 41. Sekundær bundfældning, 41	
	Hovedafløbsledningerne	43
	Blandingssystemet, 43. Separatsystemet, 44	

<b>KAPITEL 4</b>	<b>SPILDEVANDSINSTALLATIONER</b>	47
	Generelt	47
	Omfang	47
	Principper for dimensionering	48
	Funktionskrav	48
	Fremgangsmåde ved dimensionering	49
	Spildevandsstrøm	49
	Sandsynlighedsbegrebet, 49. Udvidelsesmuligheder, 50	
	Normalstrøm	50
	Den største sandsynlige spildevandsstrøm	51
	Erhvervsbygninger m.m., 52. Boligbyggeri m.m., 52	
	Fastsættelse af den sandsynlige spildevandsstrøm	52
	Ledningsdimension for udluftede ledninger	53
	Dimensioneringsgrundlaget	53
	Anvendelse af dimensioneringsdiagrammerne, 56. Begrænsninger, 57. Selvrensning, 57	
	Minimumsfaldet	59
	Mindre fald end minimumsfaldet, 60	
	Ledningsdimension for ikke-udluftede ledninger	60
	Ledningsdimension for udluftningsledninger	61
	Beregning af udluftningsledninger	61
	Tilladelige trykvariationer	63
	Beregningsmåder i andre lande	64
	Teori for beregning af udluftningsledninger	64
	Dimensionering af udluftede spildevandsledninger	65
	Fremgangsmåde	66
	Begrænsninger, 66. Mulighed for lempelser, 68	
	Eksempel 4.1	68
	Eksempel 4.2	68
	Eksempel 4.3	69
	Beregning af udluftet faldstamme med lille installationsgruppe, 69	
	Dimensioneringstabeller	72
	Etageboliger	72
	Køkkenafløb	72
	Dimensionering af ikke-udluftede spildevandsledninger	74
	SBI-forsøg	75
	Fremgangsmåde ved dimensionering	75
	Den sandsynlige spildevandsstrøm, 75. Ledningsdimension, 75. Ledningsfald, 75	
	Begrænsninger	77
	Faldhøjde, 77. Ledningslængde, 78. WC på en ikke-udluftet ledning, 79	
	Lempelse	79
	Eksempel 4.4	79

<b>KAPITEL 5</b>	<b>REGNVANDSINSTALLATIONER</b>	81
	Generelt	81
	Dimensionering	81
	Regnvandsstrøm	82
	Begrænsning af regnvandsafløb, 82. Regnintensitet, 84. Maksimal grænse for afløbskoefficient, 84. Maksimal opstemningskote, 84. Opstemningskote for det dimensionerende regnskyl, 85. Beregning af den maksimale regnvandsstrøm, 85	
	Ledningsdimension og -fald	86
	Selvrensning, slæbekraft, 87. Hydrauliske forudsætninger, 87. Fyldningsgrad, 87. Ledningsdimension, 87. Eksempel, 90	
	Dimensioneringsproceduren	90
	Regnvandsafløb fra tage, altaner mv.	91
	Regnvandsinstallationens arrangement	91
	Regnvandsstrøm	91
	Regnintensitet, 91. Skrå bygningsdele, 92. Altaner mv., 92	
	Afløb fra tage	93
	Tagedløb, 93	
	Flade tage	94
	Tagafløbsskåle, 94. Anbringelse af tagafløbsskåle, 95. Nedløbsrør, 95. Tilslutning til den øvrige afløbsinstallation, 95	
	Skrå tage	95
	Tagrender, 96. Tagrenders dimensionering, 96. Nedløbsrørs kapacitet, 98. Tilslutning til den øvrige afløbsinstallation, 99	
	Afvanding af andre tagformer	100
	Specielle nedløb, 100. Faskiner, 101	
	Afløb fra altaner, altangange og terrasser	102
	Altanafløb, 103. Regnvandsstrøm, 103. Nedløbet, 104. Tilslutning til den øvrige afløbsinstallation, 104	
<b>KAPITEL 6</b>	<b>DRÆNVANDSINSTALLATIONER</b>	105
	Generelt	105
	Principper	105
	Dræntyper	106
	Ledningsdræn	106
	Filter for ledningsdræn, 107. Filterkriterier, 107. Anvendelse af filterkriterierne, 108	
	Stendræn	108
	Indskudsdræn	109
	Grundlag for valg af dræntype	109
	Hydrologiske og geotekniske undersøgelser	109
	Grundvandsspejlets beliggenhed	109
	Dræning over grundvandsspejlet, 111. Dræning under grundvandsspejlet, 111	

	Fugtisolering	111
	Omfang og udførelse	112
	Ledningsdræn	112
	Stendræn	113
	Indskudsdræn	113
	Dimensionering	114
	Drænvandsstrøm	114
	Ledningsdimension	114
	Valg af dimension, 115	
	Ledningsfald	115
	Udluftning	115
	Tilslutning til afløbsinstallationen	115
	Direkte tilslutning, 115. Indirekte tilslutning, 116	
	Rottesikring	116
	Materialer	116

## **KAPITEL 7**                    **SEPARATSYSTEMET (DOBBELT-SYSTEMET)**                    117

	Generelt	117
	Hovedafløbsledningerne	117
	Afløbsinstallationen	118
	Dimensionering	118
	Separation af spildevand og regnvand	118
	Kældermedgange, lyskasser og dræn, 118. Dybtliggende kældre, 118. Vaskepladser, 118	
	Placering af ledninger	119
	Renseanordninger i regnvandssystemet	119
	Beskyttelse mod lugtgener	119

## **KAPITEL 8**                    **BLANDINGSSYSTEMET**                    121

	Generelt	121
	Hovedafløbsledningerne	121
	Afløbsinstallationen	121
	Dimensionering	121
	Ledninger der kun fører spildevand, 121. Ledninger der kun fører regnvand, 123. Ledninger der både fører spildevand og regnvand, 123	
	Sandsynlig afløbsstrøm	123
	Sandsynlig spildevandsstrøm, 123. Største regnvandsstrøm $q_R$ , 123. Største drænvandsstrøm $q_D$ , 124	
	Ledningsdimension i bygning	124
	Ledningsdimension i jord	124
	Selvrensningsevne	125
	Udluftning	125

	Tilslutning af regnvandsafløb til stående spildevandsledninger .....	125
<b>KAPITEL 9</b>	<b>PRIMITIVE AFLØB</b> .....	127
	Generelt .....	127
	Normens gyldighedsområde .....	127
	Anvendelsesområde .....	127
	Det primitive anlægs bestanddele .....	127
	Afløbsvandet .....	128
	Anlægstyper .....	128
	Anlæg med opsamlingstank uden rensning .....	129
	Anvendelsesområde, 129. Afløbsstederne, 129. Installationsgenstande, 129. Ledningsforbindelse til tank, 129. Opsamlingstank, 130. Drift, 130	
	Vacuumanlæg .....	130
	Anlæg med rensning og nedsivningsanlæg .....	130
	Anvendelsesområde, 130. Afløbsstederne, 131. Ledninger til rensningsanlæg, 131. Rensningsanlæg, 131. Anlægstyper, 131. Septiktank, 131. Krav til septiktanke, 134. Tanke efter Emscherbrøndsprincippet, 135. Drift af rensningsanlæg, 136. Svømmeslam, 136. Ledning fra tank til sivedel, 136. Nedsivningsdel, 136. Placering i forhold til grundvandsspejl mv., 137. Nedsivningsareal, 137. Beregning af nedsivningsareal, 137. Klassifikation af jordbund, 137. Feltundersøgelser, 138. Laboratorieundersøgelser, 138. Udførelse af sivedræn, 138	
	Anlæg med rensning og opsamlingstank .....	140
	Anlæg uden rensning og med nedsivningsdel .....	140
<b>KAPITEL 10</b>	<b>GENERELT OM MATERIALER OG DERES ANVENDELSE</b> .....	141
	Funktionskrav .....	141
	Godkendelse .....	141
	Godkendelsespligtigt materiel .....	142
	Mærkning, 142. Godkendelsens varighed, 143	
	Klassifikation af materiel .....	143
	Klassifikation af samlinger .....	144
	Samlingsklasser .....	144
	Klasse A, 144. Klasse B, 145. Klasse C, 145. Klasse D, 145	
	Valg af samlingsklasser .....	145
	Samlinger i bygning, 145. Samlinger i jord, 145	
	Oversigt over rørtyper og samlingsmetoder .....	146

<b>KAPITEL 11</b>	<b>RØR, FORMSTYKKER, OVERGANGSSTYKKER OG SAMLINGSMETODER</b> .....	147
	Generelt .....	147
	Ledninger i bygninger .....	147
	Støbejernsrør .....	147
	Fremstilling, 147. Kvalitetskrav, 147. Overfladebehandling, 148. Fysiske egenskaber, 148. Kemiske egenskaber, 149. Dimensioner, 149. Nyttelængde, 149. Formstykker, 149. Samlinger, 153	
	Kobberrør .....	155
	Fysiske egenskaber, 155. Kemiske egenskaber, 155. Anvendelsesområde, 155. Dimensioner, 155. Bearbejdning, 156. Formstykker, 156. Samlinger, 156	
	Blyrør .....	156
	Fysiske egenskaber, 157. Kemiske egenskaber, 157. Anvendelsesområde, 157. Dimensioner, 157. Bearbejdning, 157. Formstykker, 157. Samlinger, 157	
	Messingrør .....	157
	Anvendelsesområde, 157. Fysiske egenskaber, 158. Kemiske egenskaber, 158. Dimensioner, 158. Bearbejdning, 158. Formstykker, 158. Samlinger, 158	
	Forzinkede stålør .....	158
	Fysiske egenskaber, 158. Kemiske egenskaber, 159. Anvendelsesområde, 159. Dimensioner, 159. Bearbejdning, 159. Formstykker, 159. Samlinger, 159	
	Plastbelagte stålør .....	160
	Fysiske egenskaber, 160. Kemiske egenskaber, 160. Anvendelsesområde, 160. Dimensioner, 160. Overfladebehandling, 161. Bearbejdning, 161. Formstykker, 161. Samlinger, 161	
	Plastrør .....	161
	Generelt, 161. Termoplastisk og termohærdende, 161. Termoplastiske rørmaterialer, 162. Fysiske egenskaber, 162. Termohærdende rørmaterialer, 164	
	Plastrørs bearbejdning .....	164
	Afkortning, 164. Bukning, 164. Opdorning, 166	
	Formstykker til plastrør .....	166
	Oversigt over samlingsmetoder til plastrør .....	166
	Materialeafhængige samlingsmetoder .....	167
	Klæbemuffe, 167. Overfladesvejsning, 167. El-muffesamling, 167. Stuksvejsning, 168. Trådsvejsning, 168. Krympemuffesvejsning, 168	
	Materialeafhængige samlingsmetoder .....	168
	Stikmuffe, 168. Låsering, 169. Gevindsamling, 169. Flangesamling, 169	
	Oversigt over plastrørstyper og deres egenskaber .....	169
	PVC .....	170
	Fysiske egenskaber, 170. Kemiske egenskaber, 170. Anvendelsesområde, 171. Dimensioner, 171. Bearbejdning, 171.	



Formstykker, 171. Samlinger, 171	
ABS .....	171
Fysiske egenskaber, 172. Kemiske egenskaber, 172. Anvendelsesområde, 172. Dimensioner, 172. Bearbejdning, 172. Formstykker, 172. Samlinger, 172	
PEH .....	172
Fysiske egenskaber, 172. Kemiske egenskaber, 172. Anvendelsesområde, 172. Dimensioner, 173. Bearbejdning, 173. Formstykker, 173. Samling, 173	
PEL .....	173
Fysiske egenskaber, 173. Kemiske egenskaber, 173. Anvendelsesområde, 173. Dimensioner, 173. Bearbejdning, 173. Formstykker, 173. Samlinger, 173	
PP .....	174
Fysiske egenskaber, 174. Kemiske egenskaber, 174. Anvendelsesområde, 174. Dimensioner, 174. Bearbejdning, 174. Formstykker, 174. Samlinger, 174	
Ledninger i jord .....	174
Betonrør .....	175
Fysiske egenskaber, 175. Kemiske egenskaber, 176. Anvendelsesområde, 176. Dimensioner, 176. Overfladebehandling, 177. Bearbejdning, 177. Formstykker, 178. Samlinger, 178. Traditionelle muffesamlinger, 178. Rulleringssamling, 180. Glideringssamling, 180	
Glaserede lerrør .....	181
Fysiske egenskaber, 181. Kemiske egenskaber, 182. Anvendelsesområde, 182. Dimensioner, 182. Bearbejdning, 182. Formstykker, 182. Samlinger, 182	
Pitsch fibre-rør .....	183
Fysiske egenskaber, 183. Kemiske egenskaber, 183. Dimensioner, 183. Bearbejdning, 183. Formstykker, 184. Samlinger, 184	
Plastrør i jord .....	184
PVC .....	184
Anvendelsesområde, 184. Bearbejdning, 186. Formstykker, 187. Samlinger, 188	
Glasfiberarmerede polyesterrør .....	188
Ledningsmaterialer til drænvandsinstallationer .....	188
Uglaserede lerrør .....	189
Fysiske egenskaber, 189. Kemiske egenskaber, 189. Dimensioner, 189. Bearbejdning, 189. Formstykker, 189. Samlinger, 189	
PVC drænrør .....	189
Fysiske og kemiske egenskaber, 189. Dimensioner, 189. Bearbejdning, 190. Formstykker, 190	
Betondrænrør .....	190
Andre rørtyper .....	190
Asbestcimentrør .....	190

Glasrør .....	190
Overgangsstykker .....	191

## KAPITEL 12

<b>BRØNDE OG UDSKILLERE .....</b>	<b>197</b>
Generelt .....	197
Nedgangsbrønde .....	197
Funktionskrav .....	197
Nedgangsbrøndens udformning .....	198
Bund, 198. Adgangsforhold, 199. Retningsændringer, 201. Sammenslutninger, 201. Indføringer, 203. Brøndmaterialer, 204. Systembrønde, 204. Pladsstøbte brønde, 205. Plastbrønde, 206	
Dæksler .....	206
Støbejernsdæksler, 206. Særlige dæksler, 207	
Arbejdets udførelse .....	208
Udskillere .....	208
Generelt .....	208
Vandopløselige stoffer, 209. Vanduopløselige stoffer, 209	
Teori for udskillere .....	209
Betingelse for udskillelse, 211. Betingelse for rolig strømning, 211. Virkningsgrad og partikelstørrelse, 212. Praktiske erfaringer vedr. udformning af en udskiller, 213. Overbelastning af en udskiller, 213. Eksplosionsfare, 213	
Typer af udskillere .....	213
Benzin- og olieudskillere .....	213
Placering af benzinudskillere, 214. Placering af olieudskillere, 214	
Dimensionering af olieudskillere .....	214
Tilløbsmængde, 214. Opsamlingskapacitet, 216. Konstruktion af olieudskiller, 216. Sandfang, 218	
Dimensionering af benzinudskillere .....	218
Projektering af benzin- og olieudskillere .....	219
Fedtudskillere .....	220
Placering af fedtudskillere, 220. Dimensionering af fedtudskillere, 220. Projektering af fedtudskillere, 220	
Bundfældningstanke .....	221
Generelt .....	221
Teori .....	222
Store sandfang, 222	
Udførelse .....	223
Store sandfang, 223. Mindre sandfang, 223	
Nedløbsbrønde .....	223
Udførelse og materialer for nedløbsbrønde .....	224
Beton, 224. Glaseret ler, 225. Støbejern, 225. Glasfiberarmet polyester, 225. Dæksler og riste, 226. Betondæksler, 226. Jerndæksler, 226. Riste, 226. "Børnesikring", 227.	

Mellemstykker, 227. Topstykker, 227. Topringe, 227. Tilslutning til nedløbsbrønde, 227. Samling af nedløbsbrønde, 227

## KAPITEL 13

<b>INSTALLATIONSGENSTANDE OG DERES TILSLUTNING</b>	229
Generelt	229
Bidet	229
Afløb	229
Vandlås	229
Brusere	230
Brusebadekar	230
Brusekabiner	231
Bækkenvaskere	232
Drikkekummer	233
Vandlås	234
Afløb	234
Gulvafløb	234
Gulvafløbstyper	234
Gulvafløbs dimensioner	234
Materialer	234
Riste	235
Skåle uden sidetilløb	236
Skåle med sidetilløb	236
Dimensionering	237
Gulvafløb sammenbygget med vandlås	238
Håndvaske	239
Afløb fra håndvask	239
Afløb fra flere håndvaske	240
Specielle håndvaske	240
Bæringer	240
Kar	241
Materiale	242
Ligge- og siddebadekar	242
Brusebadekar	242
Opstilling	242
Afløb	243
Overløb	244
Køkkenkværn	244
Køkkenvaske	244
Enkelt køkkenvask	244
Udslagningsvask	244
Dobbelte køkkenvaske	244
Køkkenborde	246
Overløb	246
Afløb fra køkkenvaske	246
Vandlås	247

Vandlåsens materiale, 248	
Montering af køkkenvask	248
Opvaskemaskiner	248
Opvaskemaskine i bolig	248
Udslagningsvaske	250
Afløb	250
Vandlås	250
Opsætning	250
Vandklosetter (wc)	251
Materiale	251
Skylning	252
Cisterne	252
Skylleventil	252
Afløb	254
Samlinger	255
Støbejernsmuffe, 255. Plastrør, 255. Skjult afløb, 256	
Montering	256
Betjening	257
Sæde	257
Særlige wc-typer	258
Gårdklosetter, 258. Automatiske vandklosetter, 258	
Vandlåse	258
Selvudsugning	258
Gensidig udsugning	259
Vandlukkets højde	259
Vandlåstyper	259
Rørformede vandlåse	259
Materialer, 259. Vandlåsens dimension, 261. Rensemuligheder, 261. Rørformede vandlåse af støbejern, 262. Rørformede vandlåse af bly, 262. Rørformede vandlåse af plast, 263	
Pungvandlåse	263
Andre typer af vandlåse	263
Vaskemaskiner	263
Vaskerender	263
Afløb	264
Vandlås	264
Udslagningskummer	264
Urinaler	266
Standurinaler	267
Vægurinaler	267
Fritstående urinaler	268

## KAPITEL 14

<b>AFLØB FRA SÆRLIGE RUM OG AREALER</b>	269
Affaldsrum	269
Affaldspladser	269
Bassiner	269

Fryse- og kølerum .....	270
Garager .....	270
Kedelrum .....	271
Kældernedgange og lyskasser .....	271
Små lyskasser .....	272
Kælderrum .....	274
Skarnbokse .....	274
Vaskepladser .....	274

## KAPITEL 15

<b>SIKRING MOD OPSTEMNING OG OVERSVØMMELSE</b> .....	275
Generelt .....	275
Højvandslukker .....	275
Manuelt betjente højvandslukker .....	275
Skydeventiler, 276. Harboelåse, 277	
Automatiske højvandslukker .....	277
T-H kloakventil, 277	
Pumpeanlæg .....	278
Forholdsregler mod pumpevigt .....	278
Pumpeanlægstyper .....	279
Anlæg for spildevand med wc-afløb .....	279
Anlægstyper .....	279
Sipumpeanlæg, 280. Trykluftanlæg, 280. Centrifugalpumpe-	
anlæg, 280. Beholderanlæg, 282. Pumpeanlæg i brønd, 283	
Dimensionering af spildevandspumpeanlæg .....	283
Spildevandsmængder, 283. Spildevandsmængder for beboel-	
sesområder, 284. Spildevandsmængder for erhvervsbyggel-	
ser, 285. Spildevandsmængder for institutioner, 285. Opsam-	
lingskapacitet, 285. Fluktuerende vandmængde, 285. Op-	
holdstid, 286. Reservevandmængde, 286	
Styring af pumper .....	287
Start af pumpe, 287. Stop af pumpe, 287. Alarm, 287. Sty-	
ring af flere pumper, 287	
Valg af pumpestørrelse .....	287
Modtryk, 287. Geometrisk løftehøjde, 287. Hydraulisk tab,	
288. Trykrør, 288	
Anlæg for spildevand uden wc-afløb .....	288
Anlæg for regnvand .....	288
Anlæg for drænvand .....	288

## KAPITEL 16

<b>SIKRING MOD BRAND</b> .....	289
Bygningsreglementet .....	289
Bygningsreglementets brandbestemmelser .....	289
Brandcelle .....	289
Brandcellen og installationerne, 290. Brandcellens størrelse,	
290	

Klassifikation af bygningsdele .....	291
Godkendte konstruktioner, 291	
Bygningsreglementet vedr. installationer og brand .....	291
Plastrør .....	294
Orienteringskort vedr. plastrør, 294. Hovedindhold af orien-	
teringskort, 294. Lempelser i Københavns kommune, 295	

## KAPITEL 17

<b>STØJ FRA AFLØBSINSTALLATIONER</b> .....	297
Lyd .....	297
Lydtryk .....	297
Lydtrykmåling, 298. Lydtrykkets variation, 298. Niveau og	
decibel, 298. Brugen af dB, 299	
Svingninger .....	299
dB(A) – et mål for ørets opfattelse, 299	
Lovmæssige bestemmelser .....	300
Gyldighedsområde .....	300
Beboelsesbygninger, 300. Hoteller, kollegier, plejehjem mv.,	
300. Skoler, 300. Erhvervsbygninger, 300	
Bestemmelsernes indhold .....	301
Udendørs opholdsarealer, 301	
Kontrol af bestemmelsernes overholdelse .....	301
BAM – byggeriets akustiske målestation, 302	
Vanskeligheder med overholdelse af støjbestemmelserne ...	303
Støjens opståen .....	304
Omsætning af energi .....	304
Energi i et afløbssystem .....	304
Støjens udbredelse .....	305
Svingninger i afløbssystemet .....	305
Lyddudstråling fra rørene, 305	
Svingninger i bygningsdele .....	305
Støjudbredelse i rørsystemet .....	306
Rørmaterialer .....	306
Problemer med plastrør .....	306
Egenskaber for plast- og støbejernsrør .....	307
Fritliggende afløbsledninger .....	307
Faldhøjde .....	307
Afløbsstrøm .....	308
Rørdimension .....	308
Rørmateriale .....	308
Støbejern, 308. PVC, 310. PEH, 310	
Forbedret udformning af faldrørsbøjning .....	310
Isolering af afløbsledninger .....	310
Isolering af plastrør .....	310
Isoleringsformer for plastrør, 311	
Isolering af støbejernsrør .....	311
Afskærmning af afløbsledninger .....	311
Gennemføring og fastgøring .....	312



## KAPITEL 18

<b>AFLØBSSYSTEMETS ARRANGEMENT OG TILRETTELÆGGELSE</b> .....	315
Generelt .....	315
Forundersøgelse .....	315
Afløbsmuligheder .....	315
Ydre betingelser .....	316
Grund, 316. Jordbund, 316. Grundvand, 316. Forhindringer i terræn, 316. Eksisterende bebyggelse, 317	
Programmering .....	317
Eksisterende afløb .....	317
Planlagte afløb .....	317
Spildevand, 318. Regnvand, 318. Drænvand, 318	
Fremtidige afløb .....	318
Projektering .....	319
Generelt .....	319
Særlige forhold, 319. Linieføring, 319	
Stikledninger .....	319
Tilslutningssteder .....	319
Antal stikledninger .....	320
Store ejendomme, 320	
Dimensionering .....	320
Enfamiliehuse, 320. Dobbelt huse, 320. Mindre boligbebyggelser, 320	
Materialer og samlinger .....	320
Udførelse .....	321
Rensning .....	321
Beskyttelse mod frysning .....	322
Udluftning .....	322
Retnings- og dimensionsændringer .....	322
Sammenslutninger .....	322
Hensyn til andre ledninger .....	322
Afløbsinstallation i jord .....	322
Dimensionering .....	324
Udluftning .....	324
Materialer og samlinger .....	324
Særlige krav til tæthed, 324	
Udførelse .....	324
Afløb fra sanitetsgenstande .....	324
Gulv afløb, 324. Andre sanitetsgenstande, 324. Rensestykke, 324	
Beskyttelse mod urenheder .....	325
Rensning af ledninger i jord .....	325
Renserør, 325. Rensestykker, 326. Afstand mellem rensedgange, 326	
Beskyttelse mod frysning .....	328
Frostfri dybde, 328. Isolering, 328	
Retningsændringer .....	328
Dimensionsændringer .....	328

## KAPITEL 19

<b>UDFØRELSE AF AFLØBSINSTALLATIONER</b> .....	335
Generelt .....	335
Udførelse af ledninger i jord .....	335
Belastninger .....	335
Vandtryk, 336. Styrkeberegning, 336	
Udgravning .....	336
Lægning af rør .....	337
Etablering af fald .....	337
Waterpas, 337. Vandremire, 339. Nivellement, 340. Andre metoder, 340	
Tilfyldning .....	340
Stikledninger .....	341
Ledning i vejareal .....	341
Ledningsarbejdets tilrettelæggelse .....	341
Hensyn til trafik, 342. Politivedtægter, 342. Andre ledninger i vej, 343. Gravemetoder, 343. Kontakt til myndigheder, 344. Istandsættelse af vej, 344	
Tilslutning til hoved afløbsledning .....	344
Tilslutning til eksisterende nedgangsbrønd, 345. Tilslutning til eksisterende grenrør, 345. Tilslutning ved isættelse af nyt grenrør, 345. Tilslutning ved indhugning af stikledning, 345. Tilslutning ved etablering af ny nedgangsbrønd, 347. Andre tilslutningsmuligheder, 347. Forhold under arbejdets udførelse, 347	
Udførelse af afløbsledninger i bygninger .....	347
Funktionskrav .....	348
Reparation, vedligeholdelse og rensning, 348. Bæringer, styr	

	og fastspændinger, 348. Beskyttelse af rør, 348. Temperaturbevægelser, 348. Andre normkrav, 349. Brand og lyd, 349	
	Bæringer .....	349
	Bæringstyper, 349. Rørenes styrke, 350. Ekspansionsstykker, 350. Ekspansionsbøjninger, 351. Styr, 351. Fastspændinger, 355. Bæringsafstande, 356. Udførelse af bæringer, 356	
	Afløbsrørs placering i bygninger .....	356
<b>KAPITEL 20</b>	<b>KONTROL OG PRØVNING .....</b>	<b>359</b>
	Generelt .....	359
	Projekt .....	359
	Ansvar, kontrol og tilsyn .....	359
	Kloak- og sanitetsmesterens ansvar .....	360
	Bygherrens tilsyn .....	360
	Kontrol med materialer og materiel .....	360
	Kvalitetskontrol, 360. Rør, 360. Samlingsmaterialer, 360. Installationsgenstande, 361	
	Kontrol under arbejdets udførelse .....	361
	Kontrol af ledninger i jord, 361. Udgravning, 361. Understøtning af rør, 362. Rørarbejdet, 362. Tilfyldning, 362. Kontrol af samlinger, 363	
	Prøvning .....	363
	Prøvning med vand .....	363
	Prøvning med lugtstoffer .....	363
	Inspektion af ledninger i jord .....	363
	TV-inspektion, 364	
<b>KAPITEL 21</b>	<b>VEDLIGEHOJDELSE .....</b>	<b>365</b>
	Former for vedligeholdelse .....	365
	Forebyggende vedligeholdelse .....	365
	Driftsinstruktion .....	365
	Hvad kan en afløbsinstallation bruges til, 365	
	Almindelig vedligeholdelse .....	366
	Nedgangsbrønde, 366. Nedløbsbrønde og sandfang, 366. Fedtudskillere, 366. Benzinudskillere, 366. Primitive rensningsanlæg, 366. Kældernedgange, lyskasser mv., 367. Tagrender og tagbrønde, 367. Gulvafløb, 367. Vandlåse, 367. Pumpeanlæg, 367. Affaldsspand, 367. Udluftningsrør, 368	
	Afhjælpning af konstaterede driftsforstyrrelser .....	368
	Gentagne driftsforstyrrelser .....	368
	Årsager og reparation, 368	
	Oprensningens udførelse .....	369
	Rensningsmuligheder, 369	
	Renseværktøjer og deres anvendelse .....	369

	Split, 369. Gummirensere, 371. Spiralrensesplit, 371. Rense-redskaber til brønde, 371. Redskaber til rensning af ledninger, 372. Kræmmerhuse, 372. Renseklo, 373. Rodhøvl, 373. Rensning ved spuling, 374	
	Sikkerhedsforanstaltninger .....	374
	Vandfyldning .....	374
	Kloakluft .....	374
	Kvælningsfare, 374. Giftige luftarter, 375. Eksplosionsfare, 375. Kloakluftens sammensætning, 375. Udluftning, 376. Arbejde i brønde og ledninger, 376	

# Kapitel 1

## Generelle bemærkninger

**Anvisning og norm** Denne anvisning er beregnet til at kunne bruges sammen med DIF's "Norm for afløbsinstallationer". Normen indeholder i det væsentlige de lovmæssige krav til en afløbsinstallation, mens anvisningen beskriver, hvordan man på grundlag af normen kan projektere og udføre installationen.

*Funktionskrav* Normen er til en vis grad baseret på funktionskrav, dvs. der stilles krav til de egenskaber, som en komponent eller en installation skal besidde, men der stilles ikke specificerede krav til materialer og udformning. I visse tilfælde gives der dog i normen eksempler på udførelsesformer, som kan påregnes at opfylde normens funktionskrav. Hvis det ikke direkte af normen fremgår, at en projekteret installation eller en del heraf opfylder normens krav, så må det på en eller anden måde dokumenteres, at kravene er opfyldt. Dette kan ske ved beregninger, forsøg eller på anden måde, men det vil ofte ske i forbindelse med godkendelsesproceduren.

**Godkendelse** Alt vand- og afløbsmateriel skal principielt være godkendt. Godkendelsen, der gives af boligministeriets va-udvalg, går på fabrikatet og ikke på materiale eller konstruktion. Man kan efter denne ordning ikke tale om, at f.eks. støbejernsrør er godkendt til et eller andet formål – man kan derimod have godkendte støbejernsrør af fabrikat xxx. Dette vil sikkert virke omstændeligt for dem, der er vant til at tænke i godkendte materialer. Ret beset er et materiale imidlertid ikke i sig selv nogen garanti for, at produktet er tilfredsstillende.

Normens ånd er, at hvis noget kan fungere, således at normens funktionskrav er opfyldt, så skal det også tillades anvendt – dog efter tilfredsstillende dokumentation. Det



## Godkendelsens varighed

## Prøvningsforskrifter

kan i mange tilfælde være svært at dokumentere, at et funktionskrav – der jo ofte er udtrykt i meget vage vendinger – er overholdt, men bevisbyrden er pålagt ansøgeren.

VA-godkendelserne har altid en begrænset gyldighedsperiode, der normalt er på 5 år.

Hvis det drejer sig om et firmaprodukt – det være sig et formstykke eller et helt system – skal der søges en va-godkendelse. Ved anmodningen får ansøgeren udleveret et sæt prøvningsforskrifter, og på grundlag af disse må han lade en afprøvning foretage på et dertil anerkendt laboratorium. Godkendelsesmyndigheden har intet med afprøvningen at gøre, men på grundlag af prøvningsresultaterne afgøres det, om produktet kan opnå godkendelse.

Godkendelsesordningen i sin nuværende form er endnu så ny, at der kun eksisterer en begrænset del af de prøvningsforskrifter, der skulle til for at dække alle relevante produkter. Der arbejdes kraftigt på at etablere de nødvendige prøvningsforskrifter, og da man principielt søger at opnå nordisk enighed om disse, er der flere lande til at dele arbejdet. For mere specielle produkter kan det imidlertid i øjeblikket være tidskrævende at opnå en godkendelse, hvis der først skal udarbejdes prøvningsforskrifter.

## Godkendelse i andre lande

Selv om der er en udstrakt grad af nordisk samarbejde på dette område, vil en godkendelse i et af de nordiske lande ikke umiddelbart være gældende i de andre. Da imidlertid prøvningsbetingelserne efterhånden vil blive fælles, vil de samme prøvningsresultater kunne bruges i de respektive lande, således at kun den formelle godkendelsesprocedure skal gennemføres i hvert land for sig.

## Godkendelseskort

Godkendelser offentliggøres i form af godkendelseskort, som tilstilles alle amter og kommuner. Det er også muligt for andre at abonnere på disse kort. En ide om omfanget af produkter, der skal godkendes, kan fås ved at betragte den klassificering af materiel, som udvalget arbejder med. Klassificeringen, der er vist i fig. 1.1, udgør tillige opdelingen i systemet af godkendelseskort. Et eksempel på et sådant kort er vist i fig. 1.2.

2. AFLØBSINSTALLATIONER	
2.1	Rør- og formstykker 10 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .11 Støbejern .12 Stål .13 Øvrige metaller .14 Plast, gummi og andre højmolekulære materialer .15 Asbestcement .16 Beton .17 Keramiske materialer .19 Andre rør- og formstykker
2.2	Samlinger 20 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .21 Koblinger .22 Lim .23 Tætningsringe, manchetter .24 Pakningsmateriale .29 Andre samlinger
2.3	Ekspansionsanordninger 30 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .31 Ekspansionsanordninger
2.4	Vandløse, gulvafløb, ventiler 40 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .41 Vandløse .42 Gulvafløb (gulvbrønd) .43 Gulvafløb med kontraventil .44 Tagafløb .45 Kontraventil, manuelt styret .46 Kontraventil, automatisk styret .47 Udluftningsventiler .49 Andet
2.5	Sanitetsgenstande 50 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .51 Klosetskåle .52 Kombinationsklosetter .53 Bidet'er .54 Urinaler .55 Røkkenskyllere, steriliseringsapparater .56 Køkkenvasker og øvrige udslavningsvaske .57 Håndvasker o.l. .58 Bad, badekar, brusekabiner .59 Andre sanitetsgenstande
2.6	Brønde, udskillere, neutralisationsanlæg m. m. 60 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .61 Brønde for inspektion eller rensning af ledninger .62 Brønde eller tanke for opsamling .63 Brønde for udfældning af urenheder .64 Brønde for udfældning og forrådnelse .65 Udskillere for tilbageholdelse af skadelige stoffer .66 Neutralisationsanlæg .67 Renseanlæg .69 Andet
2.7	Pumpeanlæg 70 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .71 Pumpeanlæg
2.9	Andre afløbsinstallationskomponenter 90 Godkendelses- og prøvningsbetingelser .91 Materiale til afløbsmateriel .99 Andet

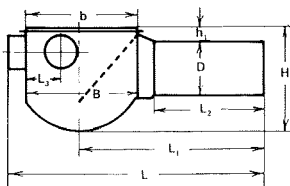
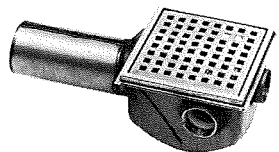
Fig. 1.1. Uddrag af klassificering af va-installationsmateriel (Boligministeriets godkendelsesudvalg for vand- og afløbsmateriel). Udvalgets godkendelser klassificeres efter dette system.

**Afløbsskål**  
 Blücher gulv afløb, type 153412

G O D K E N D E L S E

i medfør af boligministeriets cirkulære af 30. december 1971 om godkendelse i henhold til bygningslovgivningen af materiel m.v. til vand- og afløbsinstallationer.

- A **Materiel:**  
Gulv afløb.
- B **Betegnelse:**  
Blücher gulv afløb type 153412.
- C **Ansøger:**  
Blüchers Metalvare, 7480 Vilddbjerg.
- D **Beskrivelse:**  
Afløbsskålen er med indbygget 89° vandlås med min. 50 mm vandlukke og udløb med diameter  $\phi$  75/73 mm. Ristens dimensioner er 140 x 140 mm. Skål og vandlås er en enhed opsvejet i rustfrit stål. På skålen er svejst 3 stk. sideindløb. Løs ramme og overrist er ligeledes af rustfrit stål. Indløbsdyser for håndvask og badekar samt blændpropper er af nylon (hvid). Udvendig, foroven på skålens kant er påført en ring af siliconefugemasse for tætning mod beton.



D	75	L	338
B	146	L <sub>1</sub>	247
b	156	L <sub>2</sub>	150
H	132	L <sub>1</sub>	49
h <sub>1</sub>	24		

Skålen er uden betonkant. I sideindløbene er skåret indvendigt gevind 32 mm RG. For afpropning af overskydende sideindløb er der i gevindhullerne skruet blændpropper med gevind og kærve.

For at forhindre overskyning fra sideindløb medfølger 2 indløbsdyser mærket H og B til montage i indløb for henholdsvis håndvask og badekar.

I vandlåsans skilleplade er anbragt en renseprop mæge til blændpropper for sideindløb.

- E **Godkendelse:**  
Blücher gulv afløb type 153412 godkendes på følgende betingelser:

- 1 Skålen er tydeligt mærket som angivet under punkt F.
- 2 Gulv afløbet installeres kun i toilet-, bade- og vaskerum i boliger.
- 3 Skålen må maksimalt belastes med en total afløbsstrøm på 1,7 l/s.
- 4 Til sideindløbene må der i alt maksimalt tilsluttes en afløbsstrøm på 1,2 l/s (4 afløbsenheder à 0,3 l/s).
- 5 Ved tilslutning af afløb til sideindløbene benyttes de tilhørende indløbsdyser.
- 6 Ved tilslutning af afløb fra badekar til et sideindløb må badekarets bundventil ikke være større end 32 mm.
- 7 Hvor gulv afløbsskålen installeres i underste gulv, skal der umiddelbart ved afløb studen anbringes et overgangsstykke til 100 mm afløbsrør.
- 8 Ved montagen skal blændpropper for ikke benyttede indløb samt renseprop pakkes omhyggeligt.

- F **Mærkning:**  
På skilleplade indvendig i skål:

- 1 Fabrikantmærke: BM
- 2 Godkendelsesnr.: VA 2.42/DK 158

På blændpropper og dyser: BM

- G **Kontrol:**  
Ingen.

- H **Godkendelsens varighed:**  
Godkendelsen gælder til den 1. juli 1978.

- I **Bemærkninger:**  
Ved tilslutning til støbejerns afløbsrør benyttes traditionelle samlingsmetoder. Tilslutning til stikmuffesamlinger på pvc-rør sker direkte uden overgangsstykke.

SIB nr.: (52)X	Forlørens VVS-nr.: 15 3412
----------------	----------------------------

Fig. 1.2. Eksempel på va-godkendelseskort.

## Kapitel 2

### Administrative forhold

#### Generelt

Den nye afløbsnorm indeholder – i modsætning til afløbsregulativet – ingen administrative bestemmelser, idet disse opfattes som værende dækket af byggelovgivningen. Da det imidlertid fra mange sider har været ønsket at have en samlet fremstilling af de administrative bestemmelser, der knytter sig til anvendelsen af afløbsnormen, har boligministeriet udarbejdet denne oversigt i forståelse med Kommunernes Landsforening.

#### Byggelovgivningen

Byggelovgivningen består af

- 1) Byggeloven
- 2) Bygningsreglementet
- 3) Lokale bygningsvedtægter.

#### Byggeloven

Byggeloven af 10. juni 1960, der med de seneste ændringer er bekendtgjort i boligministeriets bekendtgørelse nr. 361 af 17. juli 1972, indeholder de grundlæggende regler og principper, herunder administrationens kompetence til at udfærdige supplerende forskrifter bl.a. om teknisk-konstruktive forhold.

Byggeloven gælder for hele landet med undtagelse af København, der har sin egen bygge lov af 29. marts 1939.

#### Bygningsreglementet

Bygningsreglementet, der er udfærdiget med hjemmel i bygge lovens § 6, indeholder de teknisk-konstruktive krav til byggeriet.

En betydelig del af de teknisk-konstruktive forskrifter – herunder forskrifter vedr. afløbsinstallationer – er ikke optaget i selve reglementet, men indeholdes i *normer* udfærdiget af Dansk Ingeniørforening og *standards* udgivet af Dansk Standardiseringsråd. Disse normer og standards er gjort til bestanddele af byggeforskrifterne på den måde, at reglementet kræver dem overholdt.

For materialer og konstruktioner, hvis egnethed ikke umiddelbart kan bedømmes efter bygningsreglementets forskrifter, suppleres reglementet af generelle godkendelser. Godkendelser af materiel til afløbsinstallationer udstedes af boligministeriets godkendelsesudvalg for vand- og afløbsmateriel, c/o Statens Byggeforskningsinstitut, Postboks 119, 2970 Hørsholm, tlf. (01) 86 55 33.

Bygningsreglementet udfærdiges af boligministeren og holdes à jour med udviklingen gennem tillæg og reviderede udgaver. Det gældende reglement er af 1. juni 1972.

Ligesom byggeoven gælder bygningsreglementet og de dertil knyttede forskrifter og godkendelser for hele landet med undtagelse af København.

Bygningsreglementet bestemmer i kap. 12.3., at afløb fra bygninger med dertil knyttede afløbsinstallationer skal udføres i overensstemmelse med Dansk Ingeniørforenings forskrifter vedr. afløb fra ejendomme. Dermed er ”Norm for afløbsinstallationer” gjort til en bestanddel af de offentlige byggeforskrifter. Udførelse af afløb fra bygninger er altså et byggearbejde, og bygningslovgivningens administrative bestemmelser for byggearbejder skal også følges ved afløbsarbejder. Som følge heraf er de administrative bestemmelser, som fandtes i det nu ophævede afløbsregulativ af 1961 (DIF norm nr. 64), ikke medtaget i den nye norm for afløbsinstallationer.

#### Lokale bygningsvedtægter

Byggeoven og bygningsreglementet suppleres af *kommunale bygningsvedtægter*. Vedtægterne, hvis gyldighedsområde er begrænset til den pågældende kommune, indeholder især byplanmæssige og andre bebyggelsesregulerende bestemmelser *samt administrative regler* – herunder bl.a. regler vedr.:

byggetilladelse, fremgangsmåden ved ansøgning om byggetilladelse, anmeldelse af byggearbejders påbegyndelse, bygningsattest og gebyrer.

Indenfor bygningslovgivningens rammer er det overladt til de stedlige bygningsmyndigheder i bygningsvedtægterne selv at tilrettelægge byggeovsadministrationen.

Normalt vil det imidlertid være således, at de stedlige bygningsvedtægter er opbygget i overensstemmelse med den af boligministeriet udfærdigede normalbyggningsvedtægt.

Såfremt det heri forudsatte administrative system for byggesagsbehandling ikke anses for hensigtsmæssig ved den pågældende kommunes behandling af afløbssager, kan der i bygningsvedtægten gives særlige regler herom.

I dette kapitel gives en kort oversigt over de administrative bestemmelser, som kommer i betragtning ved udførelsen af afløbsarbejder.

Som anført gælder byggeoven og dermed bygningsreglementet ikke for Københavns kommune. Om de bestemmelser, der gælder for udførelse af afløbsarbejder i Københavns kommune, henvises til ”Regulativ vedrørende indretning og benyttelse af afløb fra ejendomme med dertil knyttede afløbsinstallationer”.

#### Byggesagsbehandlingen

Udførelse af afløb fra bygninger med dertil knyttede installationer er som nævnt et byggearbejde, der kræver samme byggesagsbehandling som andre byggearbejder. Der skal søges *byggetilladelse*, inden arbejdet påbegyndes, bygningsmyndigheden har adgang til at føre *tilsyn* under arbejdets gang, og det færdige arbejde må ikke tages i brug, førend bygningsmyndigheden har udstedt *bygningsattest*.

Ved nybyggeri indgår afløbsarbejderne normalt i den samlede byggesag, men der kræves også sædvanlig byggesagsbehandling ved afløbsarbejder, som udføres særskilt – f.eks. ved eksisterende byggeri.

I den kommunale bygningsvedtægt er det angivet, hvil-

ket tegningsmateriale og andre oplysninger, der skal indsendes med ansøgningen om byggetilladelse. For afløbsarbejder kræves normalt (foruden bygningstegningerne) en plan i 3 eksemplarer, som viser eventuelle eksisterende og de projekterede afløbsledninger og deres tilslutning til bebyggelsen. Bygningsmyndigheden kan imidlertid have fastsat særlige krav om, hvilket tegningsmateriale m.v., der skal indleveres for afløbsarbejder. Oplysninger herom findes da i bygningsvedtægten. Endvidere har bygningsmyndigheden adgang til i den konkrete sag at kræve enhver yderligere oplysning, som er nødvendig til bedømmelse af projektet.

Når byggetilladelsen foreligger, skal der ske anmeldelse til bygningsmyndigheden om, hvornår arbejdet agtes påbegyndt. I byggetilladelsen vil der normalt være fastsat en frist for denne anmeldelse. Er der ikke fastsat en sådan frist, må arbejdet først påbegyndes 8 dage efter anmeldelsen.

I bygningsvedtægten eller i byggetilladelsen kan også være givet bestemmelser om bygningsmyndighedens tilsyn, f. eks. om at udgravninger ikke må tildækkes, førend bygningsmyndigheden har synet ledningerne.

Først når bygningsmyndigheden har udstedt bygningsattest for det færdige arbejde, må det tages i brug.

For byggesagsbehandlingen skal der betales gebyr til bygningsmyndigheden efter de gebyrbestemmelser, som findes i bygningsvedtægten.

### Dispensation

Afløbsarbejder skal som nævnt udføres i overensstemmelse med "Norm for afløbsinstallationer". Normen er baseret på funktionskrav, d.v.s. krav til de egenskaber, som en komponent eller en installation skal besidde. I normens vejledningsstof samt i nærværende anvisning er der givet eksempler på udførelsesmåder, hvorved de funktionelle krav opfyldes. Såfremt der anvendes andre udførelsesmåder end de nævnte, og i de tilfælde, hvor det ikke direkte af normen fremgår, at en installation eller en del heraf opfylder normens krav, må det på forsvarlig vis f.eks. ved funktionsprøve på laboratorium eller i praksis, ved beregning eller gennem en godkendelse fra boligministeriets god-

kendelsesudvalg for vand- og afløbsmateriel dokumenteres, at kravene er opfyldt.

Hvis det er nødvendigt at udføre arbejdet på anden måde – hvor det altså ikke kan dokumenteres, at funktionskravene er overholdt – kræves der en særlig tilladelse hertil – en dispensation. Dispensation meddeles normalt af den overordnede bygningsmyndighed (boligministeriet eller amtsrådet), og ansøgning om dispensation indsendes gennem den stedlige bygningsmyndighed. Boligministeriet er dispensationsmyndighed for følgende kommuner: Frederiksberg, Roskilde, Helsingør, Slagelse, Næstved, Køge, Odense, Svendborg, Kolding, Fredericia, Vejle, Horsens, Århus, Silkeborg, Randers, Ålborg, Hjørring, Frederikshavn, Viborg, Holstebro, Herning og Esbjerg.

I landets øvrige kommuner er amtsrådene dispensationsmyndighed.

### Klage

Bygningsmyndighedens afgørelser i afløbssager kan påklages efter byggelovens almindelige regler, som går ud på følgende:

For de under afsnittet om dispensation nævnte kommuner kan der klages til boligministeriet, og for de øvrige kommuner kan der klages til amtsrådet.

Amtsrådets afgørelser kan normalt ikke påklages til boligministeriet. Dog kan boligministeren tillade, at en amtsrådsafgørelse påklages, hvis afgørelsen er af principiel karakter, eller hvis den er af større betydning for klageren.

Den stedlige bygningsmyndighed og amtsrådet skal i sine afgørelser give klagevejledning, d.v.s. oplysning om, hvortil der kan klages og om klagefristen på 30 dage, jfr. byggelovens § 14.

### Udløb fra afløbsinstallationer

"Norm for afløbsinstallationer" indeholder kun forskrifterne om, *hvorledes* afløb skal udføres, men ikke om *hvortil* afløbene skal føres.

Byggeloven indeholder kun (i § 18) en almindelig bestemmelse om, at når bygninger opføres, skal grunden og bygningens vandafledning ordnes på en måde, som er til-

fredsstillende såvel for den pågældende ejendom som i forhold til de omliggende arealer. Der skal udføres forsvarligt afløb for spildevand, regnvand, overfladevand og grundvand.

De nærmere regler om afløbsledningers tilslutning til kloak, sivebrønd, vandløb m.v. findes i vandløbslovgivningen og de stedlige sundhedsvedtægter. Disse forskellige bestemmelser bliver nu afløst af bestemmelserne i lov nr. 327 af 13. juni 1973 om miljøbeskyttelse, som ifølge lovens § 88 træder i kraft på et af ministeren for forureningsbekæmpelse fastsat tidspunkt (antagelig 1. april 1974). Efter denne lov (kap. 3 og 4) må spildevand ikke uden tilladelse fra ministeren for forureningsbekæmpelse udledes på jorden eller afledes til undergrunden gennem sivebrønde, andre brønde, borer, sivedræn eller andre indretninger, og ikke uden amtsrådets tilladelse tilføres vandløb, søer eller havet.

Nærmere regler vil blive udsendt af ministeriet for forureningsbekæmpelse i forbindelse med miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden.

#### Afløb ved eksisterende bebyggelser og ændring af eksisterende afløb

Ifølge byggelovens § 18 kan bygningsmyndigheden til enhver tid kræve afløbsforholdene ordnet på tilfredsstillende måde, altså også ved allerede eksisterende bebyggelser.

Endvidere bestemmer bygningsreglementet i kap. 12.3., stk. 2, at bestående afløb og afløbsinstallationer indenfor en af kommunalbestyrelsen fastsat tidsfrist kan kræves bragt i overensstemmelse med de gældende afløbsnormer.

Når bygningsmyndigheden stiller krav om forbedring af afløbsforholdene ved eksisterende bebyggelser eller om ændring af eksisterende afløb, er sådanne afløbsarbejder byggearbejder, der skal behandles som byggesager efter de foran beskrevne administrative bestemmelser.

#### Særlige bestemmelser for jordbrugserhvervenes avls- og driftsbygninger

De foran omtalte bestemmelser i byggelovens § 18 gælder også for afløb fra jordbrugserhvervenes avls- og driftsbygninger (avls- og driftsbygninger ved landbrug, skovbrug og fiskeri). Bygningsmyndigheden kan altså stille krav om, at

afløbsforholdene ordnes på tilfredsstillende måde, og bestemmelserne om, hvortil afløb må føres, gælder også for disse bygninger. Derimod gælder bygningsreglementets kap. 12.3. om afløbsinstallationer ikke for afløb fra disse bygninger. Der kan altså ikke stilles krav om, at afløbene med dertil knyttede afløbsinstallationer skal udføres i overensstemmelse med "Norm for afløbsinstallationer"; men der må i hvert enkelt tilfælde tages stilling til, om afløbsforholdene er tilfredsstillende.

#### Afløbsledninger i vej

I medfør af vejlovgivningen må intet afløbsarbejde, der kræver opgravning i offentlig eller privat vej, påbegyndes, forinden der er indhentet særskilt tilladelse fra vedkommende vejmyndighed eller vejbestyrelse.

Om de nærmere regler herom henvises til ministeriet for offentlige arbejders bekendtgørelse nr. 423 af 11. september 1972 af lov om offentlige veje og lov nr. 288 af 7. juni 1972 om private fællesveje.

#### Afløbsledninger over andens grund

De nugældende regler herom findes i vandløbslovgivningen.

Disse regler vil blive afløst af bestemmelser i miljøbeskyttelsesloven, der som anført under afsnittet om udløb fra afløbsinstallationer træder i kraft på et af ministeren for forureningsbekæmpelse fastsat tidspunkt.

I forbindelse med lovens ikrafttræden vil der af ministeriet for forureningsbekæmpelse blive udsendt detaljerede regler.

#### Autorisation

Afløbsinstallationer og dertil hørende kloakledninger må kun udføres af personer, der har bestået en af ministeren for offentlige arbejder godkendt prøve for gas-, vand- og sanitetsmester, henholdsvis som kloakmester.

Autorisation meddeles af de enkelte kommunalbestyrelser.

Nærmere regler om autorisationsordningen findes i:

Lov nr. 132 af 13. april 1962 om visse forhold vedrørende gas-, vand- og afløbsinstallationer og dertil hørende kloakledninger,

ministeriet for offentlige arbejders cirkulære af 14. december 1965 om forskellige forhold i forbindelse med udstedelse af autorisationer som kloakmestre i henhold til lov om gas-, vand- og afløbsinstallationer m.v. og ministeriet for offentlige arbejders bekendtgørelse nr. 92 af 12. februar 1973 om EF-statsborgeres og EF-selskabers adgang til at drive virksomhed som henholdsvis gas-, vand- og sanitetsmester og kloakmester.

## Kapitel 3

### Hoved afløbssystemet

#### Generelt

Denne anvisning beskæftiger sig stort set kun med, hvorledes en afløbsinstallation inden for grundgrænserne i henhold til afløbsnormen kan og bør udføres, men der kan dog være grund til kort at omtale anlæggene udenfor grundgrænsen, hoved afløbssystemet.

#### Hoved afløbssystemet

Hoved afløbssystemet består af følgende dele:

*hoved afløbsledningerne*, hvortil en afløbsinstallation gennem sine stikledninger sluttes, og som for et større eller mindre område opsamler afløbsvandet og leder dette til *rensningsanlægget*, hvor afløbsvandet – helt eller som oftest kun delvist – renses for de stoffer (opløste og uopløste), der kan skade *recipienten*, hvori afløbsvandet til slut udledes.

#### Recipienten

Recipienten (modtageren), til hvilken den endelige bortledning sker, er normalt et vandløb, en sø eller havet. Et af hovedemnerne i miljødebatten er netop afløbsvandets indflydelse, dels på kort og dels på langt sigt, på miljøet (dyre- og planteliv m.v.) i og ved vore vande. Afløbsvandet indeholder selv efter rensning i et rensningsanlæg en række stoffer, der kan være skadelige for recipienten. Disse stoffer kan i hovedsagen opdeles i følgende kategorier:

egentlige giftstoffer,  
organiske stoffer og  
uorganiske stoffer.



## Giftstoffer

De egentlige giftstoffer, der virker direkte dræbende på plante- og/eller dyreliv kan tilhøre forskellige kategorier. Plantegifte og affaldsstoffer fra kemiske industrier er kendte eksempler. Hele vor lovgivning på afløbsområdet tager sigte på helt at undgå, at sådanne stoffer tilføres recipienten gennem afløbssystemet. Det er med henblik herpå, at afløbsnormen indeholder krav om, at giftstoffer ikke må tillades hovedafløbsledningerne.

Giftstofferne kan yderligere have den uheldige virkning, at de kan sætte biologiske rensningsanlæg helt eller delvis ud af drift, således at afløbsvandet bliver ledt til recipienten uden reduktion af indholdet af opløst organisk stof.

## Organisk stof

I spildevandet findes organisk stof i såvel opløst som uopløst form. Ved udledning af spildevandet i recipienten går det organiske stof i forrådnelse under optagelse af ilt, der findes opløst i recipientens vand.

Recipientens iltindhold suppleres gennem iltoptagelse fra atmosfæren og ved ilt hidrørende fra vandplanternes fotosyntese. Såfremt denne genoptagelse af ilt kan holde trit med iltforbruget ved forrådnelsesprocessen, siges det, at processen forløber *aërobt*. Hvis ikke dette er tilfældet, kaldes processen *anaërob*.

Ved den anaërobe forrådnelse dannes der svovlbrinte, der lugter ilde, og recipienten bliver sort og slimet. Hvad enten forrådnelsen sker aërobt eller anaërobt dannes der forskellige næringsalte (fosfater m.fl.), der dels kan give anledning til store og skadelige aflejringer, og dels kan medføre en uønsket kraftig plantevækst, hvis forrådnelse kan forstærke tendensen til ødelæggelse af recipienten.

Da recipientens dyreliv er stærkt afhængigt af vandets iltindhold, er det klart, at spildevandets indhold af organisk stof skal holdes nede på et minimum.

## Uorganiske stoffer

Ved de uorganiske stoffer tænkes specielt på de uopløste, dvs. sand og grus. Ved at gennemgå en bundfældning i et renseanlæg, vil praktisk talt alt sand holdes tilbage, men hvor afløbsvand ledes direkte ud i en recipient, kan sandaf-

lejringerne blive ret omfattende og medføre store miljøændringer.

## Opspædning

Omfanget af de skadelige virkninger hidrørende fra spildevands udledning i en recipient er helt afhængig af:

den samlede mængde af de skadelige stoffer, og størrelsen af recipienten.

Disse to forhold bestemmer den tilladelige opspædningsgrad af spildevand i det "rene" recipientvand, og det er klart, at en recipient med en ringe vandføring kræver en høj rensningsgrad af det udledte spildevand, medens en recipient med stor vandføring kræver en mindre rensningsgrad.

Det, der i det foregående er omtalt, må ikke opfattes som en fuldstændig redegørelse for problemet omkring spildevandsudledning. Der er kun tale om en meget overfladisk og forenklet omtale, og for dem, der måtte ønske en grundigere orientering, skal der henvises til faglitteraturen om emnet.

## Rensningsanlægget

I det følgende skal der kort omtales principperne for opbygning af et anlæg til rensning af spildevand, og det skal pointeres, at der kun i meget sjældne tilfælde kan fjernes egentlige giftstoffer fra spildevandet.

Den meget simple form for rensning af spildevand, der foregår i septiktanke o.lign. er omtalt under "Primitive afløb" og skal ikke omtales her.

Et biologisk rensningsanlæg er normalt opbygget som vist på fig. 3.1. Figuren viser kun den principielle opbygning af anlægget, og det vil ofte være sådan, at visse enkeltdele tilføjes eller udelades, alt efter de krav der stilles til rensningsgraden.

## Rensningsanlæggets bestanddele

Et rensningsanlæg, som det er vist i fig. 3.1, indeholder følgende bestanddele:

## Rist

Ved starten af rensningen passerer spildevandet først en rist, der evt. oprenses maskinelt. Afstanden mellem riste-

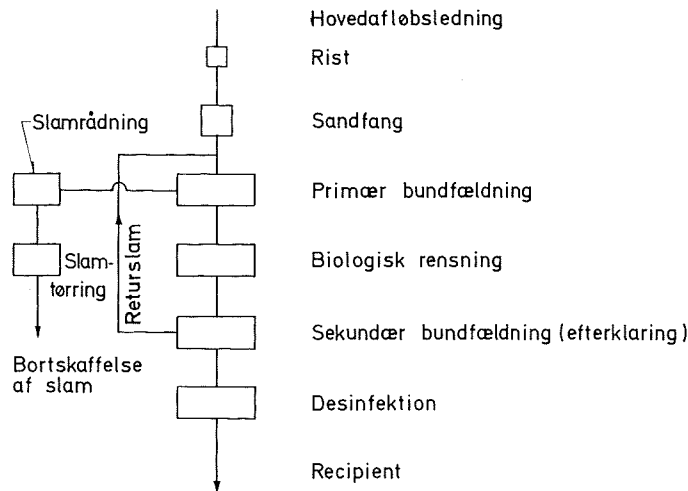


Fig. 3.1. Principdiagram for biologisk rensningsanlæg.

stængerne er normalt fra 2-5 cm, og her frasorteres de groveste urenheder. Afhængigt af afstanden mellem ristestængerne frasorteres der en stofmængde på 2-10 liter pr. indbygger pr. år.

#### Sandfang

Dernæst passerer vandet et sandfang, hvor alt sand og grus med en diameter, der er større end 0,1-0,2 mm, bundfældes. Mængden af det bundfældede sand varierer mellem 5 og 12 l/indb. pr. år.

#### Primær bundfældning

Efter at have passeret sandfanget føres vandet til det primære bundfældningsanlæg. Dette består af en eller flere store tanke, hvor vandet opholder sig en vis tid. Afhængig af tankens konstruktion er opholdstiden 1-2 timer, og der sker her en bundfældning af op til 70-80 % af spildevandets indhold af uopløst stof.

#### Slamrådning

Det bundfældede slam pumpes over i slamrådningensanlægget, der består af store (ofte opvarmede) tanke, hvori slammet udrådner i løbet af 1-2 mdr.

#### Slamtørring

Det udrådne slam, der har et stort vandindhold, pumpes herefter til et slamtørringsanlæg, der i sin simpleste form består af nogle store bede, hvor slammet udlægges til tørring i lag på ca. 20 cm.

Det tørrede slam kan anvendes til gødning.

Efter at spildevandet i bundfældningsanlægget er befriet for den største del af sit indhold af uopløst organisk stof, skal der nu ske en fjernelse af det opløste organiske stof.

#### Biologisk rensning

Dette sker i det såkaldte biologiske rensningsanlæg. Her sker en nedbrydning af de opløste organiske stoffer ved hjælp af bakterier. Bakterierne behøver store iltmængder til deres virke, og den biologiske del af rensningsanlægget er derfor udformet således, at en stor ilttilførsel sikres.

Der findes to typer af anlæg:

Det biologiske filter, hvorigennem spildevandet "drypper".

Filtrene består af grove stenmaterialer, hvorpå de aktive bakterier har lejret sig i den såkaldte filterhud.

Det aktiverede slamanlæg, der består af lange gennemstrømningstanke med indblæsning af luft. Her opholder bakterierne sig frit i vandet, og der dannes store fnug af aktivt slam.

I det biologiske anlæg sker der en reduktion af vandets indhold af opløst organisk stof på op til 95 % afhængig af belastning på anlægget.

#### Sekundær bundfældning

Det vand, der strømmer fra den biologiske del, indeholder en hel del slam bestående af afstødt filterhud eller fnug af aktiveret slam, og det er derfor nødvendigt, at vandet gennemgår en efterklaring i tanke, der i princippet virker som de primære bundfældningstanke. Det udfældede slam føres tilbage i rensningsanlægget, evt. direkte til rådnetankene.

I de traditionelle anlæg standser rensningen hermed, idet man dog i reglen har installeret et klortilsætningsanlæg til desinfektion af afløbsvandet under eventuelle sygdoms-epidemier.

I et biologisk rensningsanlæg vil rensningsgraden for organisk stof under gunstige forhold nærme sig 90-95 %, men

dannelsen af de tidligere nævnte næringsstoffer gør yderligere rensning nødvendig. Der er af den grund udviklet et såkaldt 3. trin, hvor man ved tilsætning af kemikalier opnår en udfældning af de sidste rester af skadelige stoffer. Disse anlæg er dog endnu meget sjældne og delvis kun under udvikling.

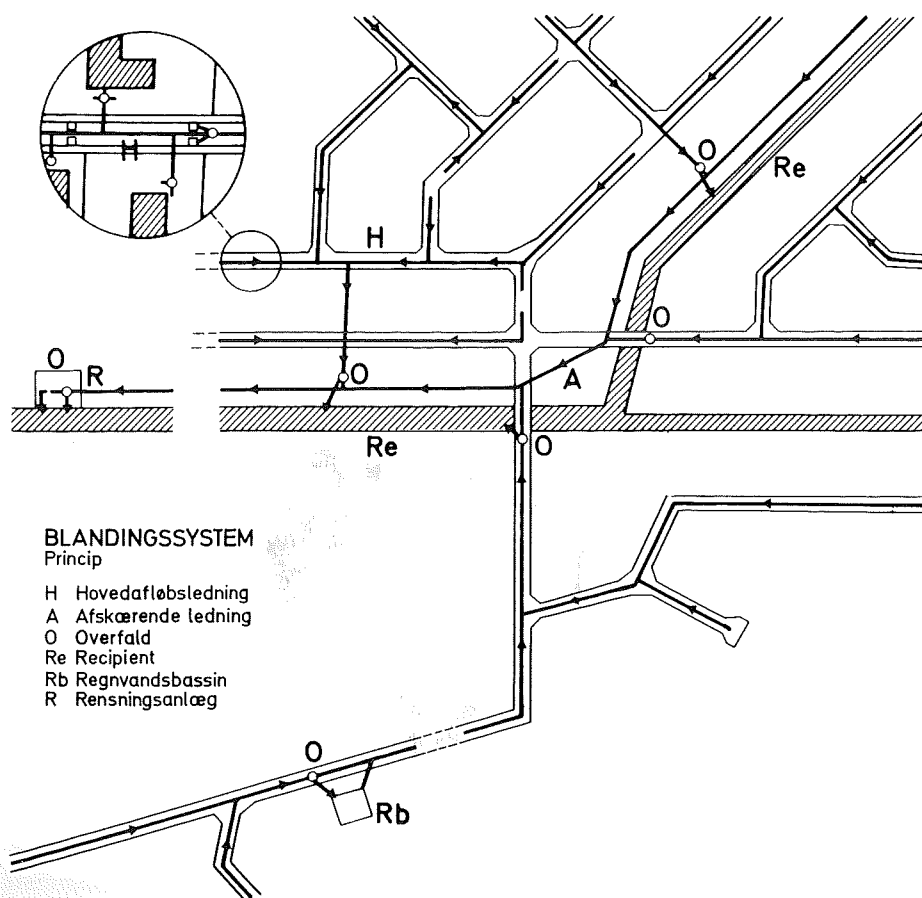


Fig. 3.2. Hovedafløbssystem udført efter blandingsystemet (fællessystemet).

### Hovedafløbsledninger

Det ledningssystem, der fører afløbsvandet fra den enkelte grund til rensningsanlægget kaldes hovedafløbsledningerne. Hovedafløbsledningerne er normalt placeret i offentlige arealer (vej- og gadearealer), men enkelte strækninger føres dog over privat grund.

Hovedafløbsledningerne kan indgå i enten et blandings-system eller et separatsystem.

### Blandings-systemet

I blandingsystemet føres spildevand samt regn- og drænvand i een fællesledning til recipient eller rensningsanlæg, se fig. 3.2.

Ledningerne i blandingsystemet er dimensioneret for summen af:

den maksimale spildevandsstrøm,  
den maksimale regnvandsstrøm og  
den maksimale drænvandsstrøm.

Ved "den maksimale regnvandsstrøm" skal dog ikke forstås den største, der overhovedet kan forekomme. Det ville være meget dyrt at dimensionere hovedledningerne således, at de kan føre alle forekommende vandmængder, og det er derfor her i landet almindeligt at tillade, at hovedafløbsledningerne overbelastes en gang hvert andet år.

Tørvejsafløbsstrømmen i blandingsystemet består af spildevandsstrømmen og drænvandsstrømmen. Denne vandstrøm er i forhold til regnvandsstrømmen meget lille. Det kan som eksempel anføres, at for et villakvarter med 1000 grunde vil tørvejsstrømmen næppe overstige 50 l/s, medens den dimensionerende vandstrøm er af størrelsesordenen 2-3000 l/s. Dette forhold bevirker, at

ledningerne skal lægges med fald, der er så stort, at selvrensningsevnen er til stede i tørvejsperioden, derved kommer ledningerne dybt ned, ledningerne skal være så store, at den maksimale vandstrøm kan føres bort.

Blandingsystemet er derfor bl.a. kendetegnet ved store ledninger i store dybder. Medvirkende til de dybtliggende ledninger er også kælderafvandingen. For at gøre lednings-

dimensionen mindre udføres ofte, hvor der er mulighed for det, de såkaldte overfaldsbygværker, se fig. 3.3. Når regnvandsstrømmen er nået op på en vis størrelse, ledes den overskydende vandmængde direkte til en recipient eller til et regnvandsbassin, hvorfra vandet, når vandstrømmen er aftaget, og ledningskapaciteten igen tillader det, atter ledes tilbage til hovedafledningsledningerne. Det skal bemærkes, at de vandmængder, der via et overfaldsbygværk ledes til recipient, er opspædet spildevand og derfor kan give anledning til uønsket forurening.

I ældre byområder, hvor udbygningen af kloaknettet ikke har kunnet holde trit med byudviklingen, kommer man ofte ud for, at ledningernes vandføringsevne er utilstrækkelig, og at der derfor sker en opstemning i ledningerne. Dette kan betyde, at der med mellemrum vil forekomme oversvømmelse af kældre og andre lavtliggende afløbsområder.

Man bør derfor altid ved forespørgsel hos de lokale myndigheder søge oplyst de maksimale opstemningshøjder. Man kan i mange tilfælde blive nødt til at sikre sin installation med højvandslukker eller evt. udføre et indirekte afløb ved at pumpe til hovedafledningsledningerne.

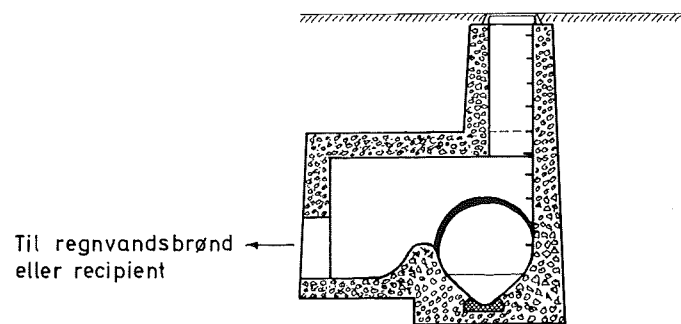
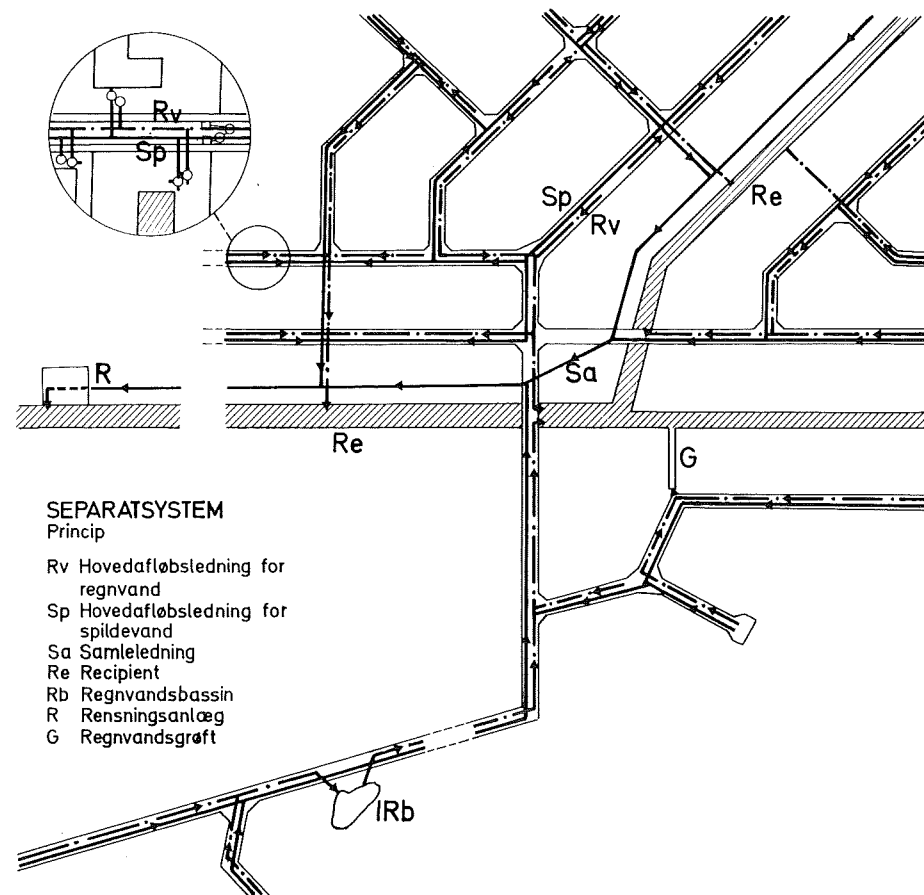


Fig. 3.3. Overfaldsbygværk. Når vandhøjden i ledningen har nået overfaldskanten (B), går den overskydende vandmængde over i ledningen til venstre og føres til regnvandsbassin eller recipient.

Separatsystemet

I separatsystemet er hovedafledningsledningerne delt i to, idet spildevand bortledes i ét og regn- og drænvand i et andet ledningssystem, se fig. 3.4.



SEPARATSYSTEM  
Princip

- Rv Hovedafledningsledning for regnvand
- Sp Hovedafledningsledning for spildevand
- Sa Samleledning
- Re Recipient
- Rb Regnvandsbassin
- R Rensningsanlæg
- G Regnvandsgrøft

Fig. 3.4. Hovedafløbssystem udført efter separatsystemet.

Spildevandsledningerne, der er dimensioneret for den maksimale spildevandsstrøm, er normalt små af dimension (20-40 cm<sup>ø</sup>) og dybt liggende.

Regnvandsledningerne er dimensioneret for den maksimale regnvandsstrøm, og hvad denne angår gælder som anført under blandingsystemet, idet man dog for separatsystemets regnvandsledning ofte tillader overbelastning en gang om året.

Overbelastning af separatsystemets spildevandsledning forekommer næsten aldrig, medens det er normalt for regnvandsledninger, der dimensioneres med en opstemning til umiddelbart under terræn.

Dette bevirker, at man også ved separatsystemet må undersøge opstemningshøjderne og specielt være opmærksom på lavt liggende arealer, der skal afvandes til hovedafløbsledningerne.

## Kapitel 4

### Spildevandsinstallationer

#### Generelt

Spildevandsinstallationer er afløbsanlæg, der udelukkende har til formål at bortlede spildevand. Anlæg, der bortleder henholdsvis regnvand og drænvand, er behandlet i kapitlerne 5 og 6, medens anlæg efter blandingssystemet – dvs. anlæg der bortleder både spildevand, regn- og drænvand – er behandlet i kapitel 8.

Afløbsnormen rummer på dette område i det væsentligste kun regler for gravitationsafløbssystemer, dvs. systemer, hvor vandets transport sker under indflydelse af tyngdekraften. Der findes dog en omtale af pumpeanlæg, der kan oppumpe vandet til ledninger, hvor det igen kan transporteres videre ved tyngdekraften. Egentlige trykssystemer eller undertrykssystemer (f.eks. vakuumsystemet) er derimod ikke behandlet i normen, idet det er tanken, at sådanne skal behandles under godkendelsesordningen, se kap. 10. Også for en lang række komponenter gælder det, at de egentlige krav er – eller vil blive – formuleret i forbindelse med godkendelsen, som alt afløbsmateriel skal underkastes.

#### Omfang

Normen stiller et helt selvfølgelig krav om, at spildevand skal bortledes fra enhver lokalitet og sanitetsgenstand, uden at der opstår gener eller skader. Dette indebærer ikke blot, at afløb skal etableres overalt, hvor der foretages vandinstallation, men også fra lokaliteter, hvor spildevand tilledes uden egentlig vandinstallation.

Der skal således eksempelvis etableres afløb i forbindelse med:

alle former for sanitetsgenstande, vaskerum og -pladser, tørrerum, affaldsrum, køle- og fryserum og garageanlæg.

### Principper for dimensionering

Ånden i afløbsnormen er – selv om det ikke direkte står anført – at enhver komponent eller ethvert system skal kunne anvendes, hvis man ved anvendelsen kan sikre, at alle de stillede funktionskrav vil blive opfyldt. Dette må imidlertid kunne dokumenteres, før tilladelsen til et projekt vil blive givet, med mindre der er anvendt de i normen angivne dimensioneringsregler. Dokumentation kan bestå i beregninger og/eller forsøgsresultater. Denne frihed, som skal sikre, at ingen nye muligheder forspildes, vil formentlig fortrinsvis blive anvendt i forbindelse med nye produkter eller store byggerier, da dokumentationsarbejdet – der f.eks. kan omfatte langtidsforsøg – ofte vil blive ret omfattende og kostbart.

De beregningsregler, som normen angiver, rummer i sig selv ret store friheder, og de bør derfor ikke bruges ukritisk. Når det gælder mindre byggerier med et ukompliceret afløbsprojekt, vil det sikkert af nogle føles som en belastning at skulle anvende normens diagrammer og tabeller. For sådanne kan det anføres, at afløbsanlæg dimensioneret efter afløbsregulativet (DIF's forskrifter vedrørende afløb fra ejendomme, 1961) i langt de fleste tilfælde vil kunne betragtes som værende i orden. Der er tillige i denne anvisning opstillet nogle forenklede regler.

### Funktionskrav

Formålet med de beregningsregler, der er angivet i normen, er at sikre, at de relevante funktionskrav så vidt muligt er overholdt. Dimensioneringsmetoden tager sigte på, at

den største sandsynlige spildevandsstrøm skal kunne transporteres, aflejring i ledninger undgås, og brydning af vandløse undgås.

Der spiller dog andre forhold ind, som kan påvirke dimensioneringen og udformningen, såsom

støjniveau, forhold over for brand, rensmuligheder, udluftning af installationen og mulighed for udvidelse af installationen.

**Fremgangsmåde ved dimensionering** Ved dimensioneringen skelnes mellem 3 ledningskategorier, nemlig

1. udluftede ledninger,
2. ikke-udluftede ledninger,
3. udluftningsledninger.

For de vandførende ledninger (udluftede og ikke-udluftede ledninger) består beregningsproceduren i

bestemmelse af den vandstrøm, som ledningen skal dimensioneres for, bestemmelse af ledningsdimension og -fald, dels ud fra diagram eller beregning, og dels ud fra erfaringsregler af ikke-beregningsmæssig art.

For udluftningsledninger angiver normen kun enkle og ikke-beregningsmæssige dimensioneringsregler.

**Spildevandsstrøm** Den dimensionerende vandstrøm bestemmes forskelligt for henholdsvis udluftede og ikke-udluftede ledninger. For udluftede ledninger anvendes en vandstrøm fastsat efter sandsynlighedsbegrebet (den største sandsynlige spildevandsstrøm), medens der for ikke-udluftede ledninger regnes med noget i retning af den maksimale vandstrøm (summen af normalstrømmene).

**Sandsynlighedsbegrebet** For en udluftet ledning skal dimensioneringen ske ud fra den største sandsynlige spildevandsstrøm, der kan forekomme inden for et rimeligt tidsrum. Grunden til, at man ikke dimensionerer efter de maksimalt mulige spildevandsstrømme er, at der er meget lille sandsynlighed for, at disse



strømme nogensinde vil forekomme. Teoretisk er det muligt, at f.eks. alle wc'er, som er tilsluttet et afløbsanlæg, betjenes samtidigt, men sandsynligheden for, at det sker, er så ringe, at det kan betale sig at løbe den meget lille risiko og dermed opnå et billigere anlæg.

#### Udvidelsesmuligheder

Det er et rimeligt krav til en afløbsinstallation, at den dimensioneres med mulighed for fremtidige udvidelser af det projekterede anlæg. Her tænkes ikke alene på senere etaper af den aktuelle bebyggelse, men også på udvidelser som følge af øgede krav til personlig hygiejne (f.eks. installation af bidét) og lignende. Normen stiller ikke bestemte krav til sådanne muligheds omfang, men det vil være naturligt i hvert fald at tage hensyn til installationsgenstande, hvortil der er afsat plads for senere installering.

#### Normalstrøm ( $q_N$ )

Udgangspunktet ved beregning af den største sandsynlige spildevandsstrøm er kendskabet til installationsgenstandenes eller lokaliteternes normalstrømme. Herved forstås den største spildevandsstrøm, der tilledes afløbsinstallationen fra den pågældende sanitetsgenstand eller lokalitet under forudsætning af en normal benyttelse af denne. Normalstrømmen ( $q_N$ ) for en sanitetsgenstand fastsættes på grundlag af målinger af sammenhørende værdier af afløbsstrøm og -tider.

Normalstrømmen fra de almindeligst forekommende sanitetsgenstande fremgår af fig. 4.1. Normalstrømme fra andre sanitetsgenstande, særlige installationer og lokaliteter, fastsættes i hvert enkelt tilfælde under hensyntagen til den normale benyttelse.

Normalstrømme, som de fremgår af fig. 4.1, er dels et hjælpemiddel ved dimensioneringen, og dels den øvre grænse for den tilladte afløbsstrøm ved godkendelsen af en installationsgenstand. Fig. 4.1 hviler endnu på et ret usikkert grundlag, så det må forudses, at nogle af talværdierne med tiden vil blive ændret. Det må forventes, at det i fremtiden vil fremgå af va-godkendelserne for de enkelte sanitetsgenstande, hvor stor normalstrømmen er.

Installationsgenstand	Normalstrøm i l/s
Badekar	0,9
Bidet	0,3
Brusearrangement i kabine eller over særligt bassin	0,4
Drikkekumme	Medregnes ikke
Gulv afløb med 100 mm <sup>Ø</sup> vandlås	1,8
75 —	1,5
65 —	1,5
50/75 —	1,2
50/65 —	1,2
50 —	1,2
Håndvask	0,3
Køkkenvask i bolig,	
enkelt og dobbelt ved erhverv,	0,6
enkelt og dobbelt	1,2
Opvaskemaskine i bolig	0,9
ved erhverv	1,2
Udslagningskumme, bækkenskyller	1,8
Udslagningsvask	0,9
Urinal, alle typer	0,3 pr. stand, dog højst 1,8 i alt
Vaskemaskine i bolig	0,6
Vaskerende	0,6 pr. m
WC	1,8

Fig. 4.1. Spildevands-normalstrømme fra almindelige faste installationsgenstande med selvstændig vandlås.

Normalstrømmen sættes til nul for genstande uden selvstændig vandlås.

Normalstrømme for genstande, som ikke er nævnt i dette skema, eller for genstande, hvis normalstrømme afviger fra skemaet, vil være anført i den respektive godkendelse.

#### Den største sandsynlige spildevandsstrøm

Når samtlige de i afløbsinstallationen indgående normalstrømme er fastlagt, kan den største sandsynlige spildevandsstrøm ( $q_s$ ) beregnes.

Ved beregningen anvendes diagrammet i fig. 4.2. Diagrammet indeholder en samtidighedsreduktion afhængig af bygningens karakter. Den vandstrøm, der bestemmes af fig. 4.2, kan påregnes at ville forekomme en gang i døgnet.

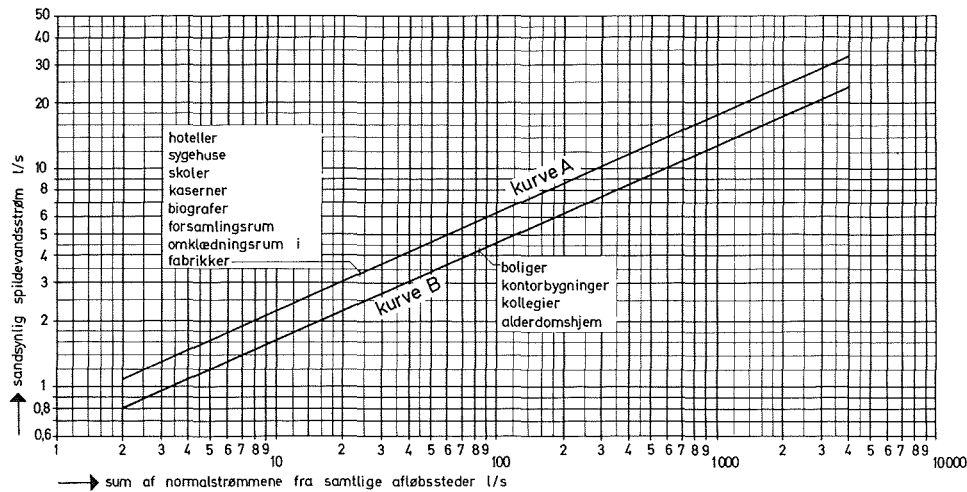


Fig. 4.2. Diagram til bestemmelse af den største sandsynlige spildevandsstrøm på grundlag af summen af normalstrømmene for de afløbssteder, som den pågældende ledning betjener. Normalstrømmene for de forskellige installationsgenstande fås af fig. 4.1.

Kurverne må kun benyttes i det område, hvor de er tegnet, nemlig for en sum af normalstrømme på mellem 2 og 4000 l/s. Uanset diagrammet må den sandsynlige spildevandsstrøm aldrig sættes lavere end den største af normalstrømmene for de installationsgenstande, der er tilsluttet den pågældende ledning.

**Erhvervsbygninger mm.** Hvor der er stor sandsynlighed for samtidig benyttelse, anvendes kurve A i fig. 4.2. Det gælder f.eks. forskellige former for erhvervsbygninger bl.a. de i diagrammet anførte.

**Boligbyggeri mm.** For boligbyggeri og byggeri, hvor den tidsmæssige fordeling af afløbsstrømme kan antages at være som for boligbyggeri, anvendes kurve B.

**Fastsættelse af den sandsynlige spildevandsstrøm** Ved beregning af den sandsynlige spildevandsstrøm skal tilstræbes størst mulig overensstemmelse med virkeligheden. Ved fuld udnyttelse af de dimensioneringsmuligheder, der i det følgende er angivet for en bestemt spildevandsmængde, kan konsekvenserne blive:

at ledninger lægges med for små fald (for lille minimumsfald), såfremt den sandsynlige spildevandsstrøm er skønnet for stor, og at ledningsdimensioner og/eller ledningsfald bliver for små, såfremt den sandsynlige spildevandsstrøm er skønnet for lille.

Hvis det ved et projekt ikke er muligt at bestemme den sandsynlige spildevandsstrøm med en rimelig nøjagtighed, kan det derfor, i overensstemmelse med ovenstående, blive nødvendigt at fastlægge de grænser, inden for hvilke den sandsynlige spildevandsstrøm må antages at ligge ( $q_{s,max.}$  og  $q_{s,min.}$ ) og derefter bestemme ledningsdimension og ledningsfald svarende til  $q_{s,max.}$

Derefter må man sikre sig, at ledningsfaldet er mindst det til  $q_{s,min.}$  svarende minimumsfald. Beregningen for sådanne tilfælde er vist i eksempel 4.1 og 4.2 bagest i dette kapitel.

#### Ledningsdimension for udluftede ledninger

Den nye norm for afløbsinstallationer giver, i modsætning til den gamle, mulighed for anvendelse af fald på spildevandsledninger, der er mindre end 15 ‰.

Ledningsfald og -dimension skal fastsættes efter en beregning evt. ved hjælp af diagrammer og under iagttagelse af de nedenfor nævnte begrænsninger og lempelser. Det er vigtigt at gøre sig klart, at uanset hvilket resultat, beregningerne måtte give, må man sikre sig, at de tidligere anførte *funktionskrav* er opfyldt. En bedre udnyttelse af ledningerne forudsætter helt naturligt, at forudsætningerne for denne bedre udnyttelse er opfyldt, og det skal anføres, at det er vigtigt, at f.eks. udformning af retningsændringer og tilslutning af sideledninger og at udluftningsledningers dimensioner er i overensstemmelse med normen.

#### Dimensioneringsgrundlaget

Fastsættelse af en lednings dimension kan enten ske efter de i normens appendix A anførte formler eller efter det diagram, der er gengivet i fig. 4.3, dog med de begrænsninger, der er anført i det følgende.

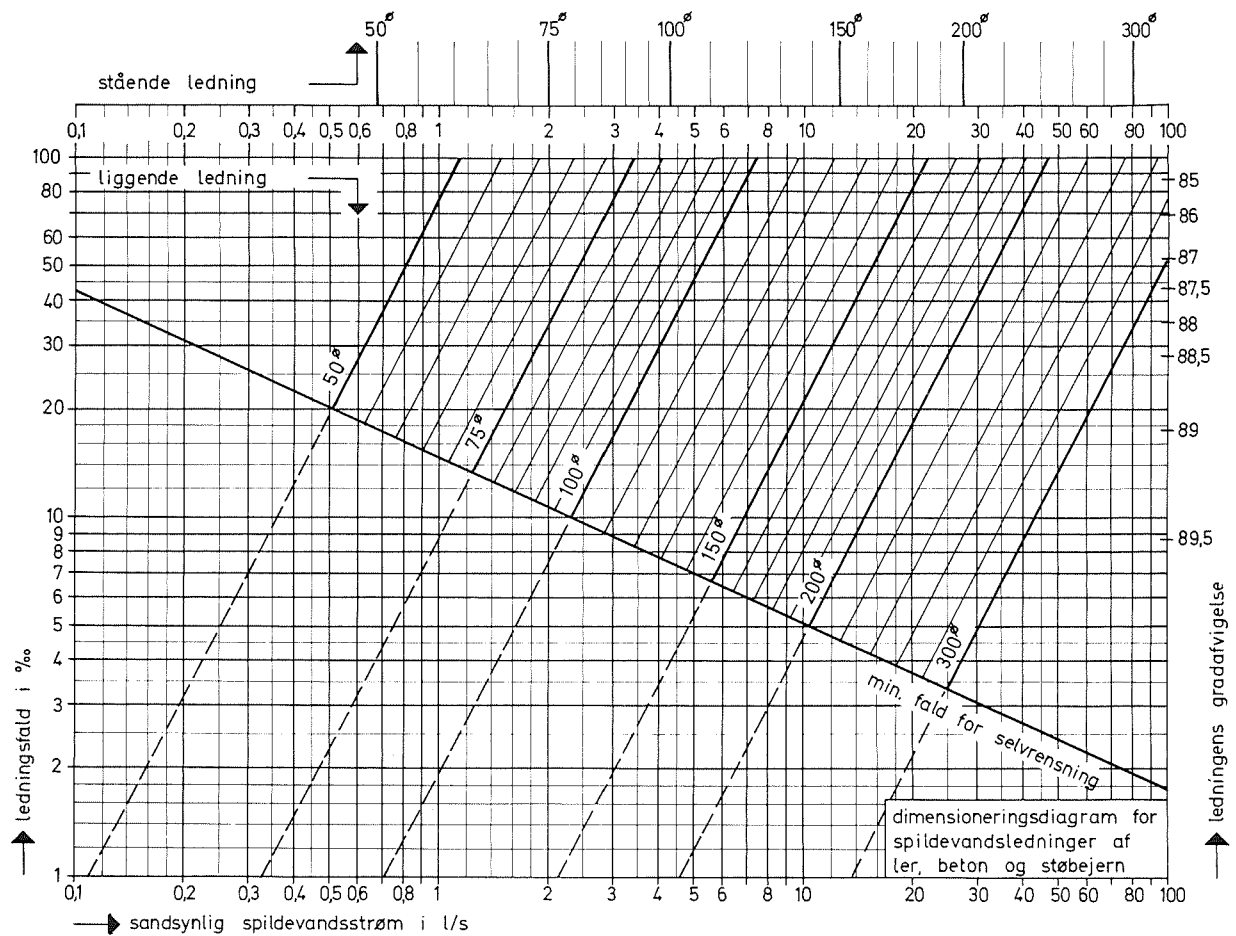


Fig. 4.3a. Dimensioneringsdiagram for udluftede spildevandsledninger af *ler, beton og støbejern*. Figurtekst se side 56.

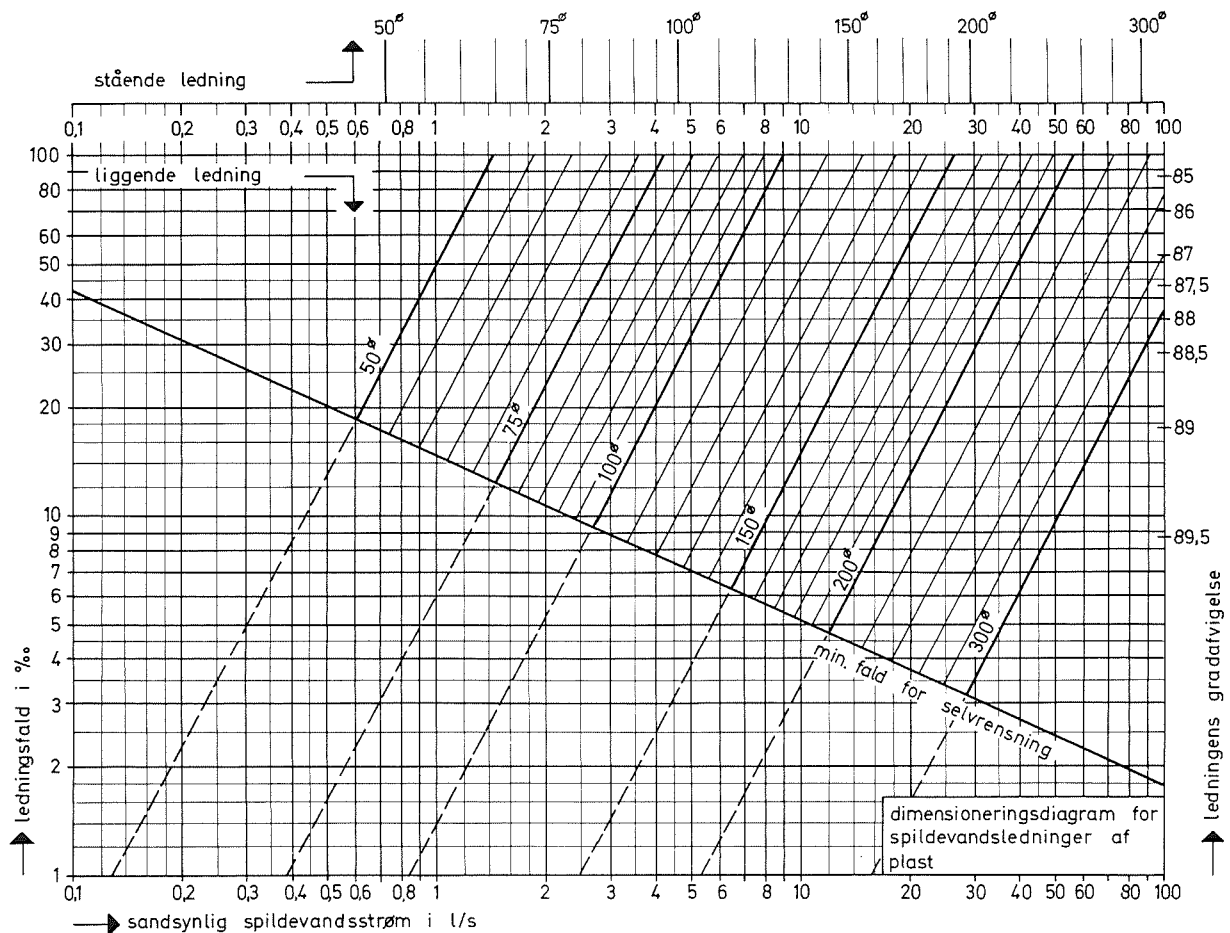


Fig. 4.3b. Dimensioneringsdiagram for udluftede spildevandsledninger af *plast*. Figurtekst se side 56.

Fig. 4.3a og b. Dimensioneringsdiagram for udluftede spildevandsledninger.

Diagrammet angiver sammenhængen mellem indvendig rørdiameter, ledningsfald og afløbsstrøm.

Indgangs størrelsen i diagrammet er den sandsynlige spildevandsstrøm,  $q_s$ , der findes på følgende måde. Først findes summen af de tilsluttede normalstrømme (fig. 4.1). På grundlag af summen af normalstrømme findes i fig. 4.2 den sandsynlige spildevandsstrøm. Bemærk at den sandsynlige spildevandsstrøm aldrig må sættes mindre end normalstrømmen for den største af de tilsluttede installationsgenstande.

For en stående ledning – dvs. med større fald end 1000 ‰ (45°) – vil dimensionen være bestemt af afløbsstrømmen alene, idet man aflæser på de lodrette kurvestykker øverst i diagrammet.

For en liggende ledning – dvs. med mindre fald end 1000 ‰ (45°) – vil der ofte være flere muligheder for valg af ledningsdimension og fald.

Valg af ledningsfald: Ledningsfaldet skal vælges større end eller lig med det til den sandsynlige spildevandsstrøm svarende minimumsfald.

eks.:  $q_s = 1,8$  l/s. Ledningsfaldet skal være  $\geq 11$  ‰, uanset ledningsmaterialet.

Valg af rørdimension: Rørdimensionen skal i det mindste vælges som svarende til det valgte ledningsfald.

eks.:  $q_s = 3$  l/s, ledningsfald = 16 ‰. Rørdimensionen skal være  $\geq 100$  mm for ledninger af ler, beton og støbejern (fig. 4.3a) og  $\geq 95$  mm for ledninger af plast (fig. 4.3b).

Linierne for rørdimension i diagrammet gælder for nøjagtig indvendig rørdiameter.

Til anvendelse af diagrammet er knyttet de begrænsninger, der er angivet i fig. 4.4.

Diagrammerne er konstrueret på følgende grundlag. For liggende ledninger er diagrammerne en grafisk afbildning af Colebrook-Whites formel for delvist fyldte ledninger i forbindelse med Brettings, optegnet for den relative vanddybde  $y/d = 1/2$ , og minimumsforskydningsspændingen  $\tau = 0,25$  kg/m<sup>2</sup> for ler-, beton- og støbejernsrør (fig. 4.3a) og  $\tau = 0,23$  kg/m<sup>2</sup> for plastrør (fig. 4.3b). For stående ledninger er diagrammet en afbildning af Wylie-Eatons formel, optegnet for fyldningsforholdet  $f = 1/5$ . Vandtemperaturen er sat til 10°C.

De forudsatte ruheder er angivet i normen.

#### Anvendelse af dimensioneringsdiagrammerne

Diagrammerne i fig. 4.3 angiver sammenhængen mellem indvendig rørdiameter, ledningsfald og afløbsstrøm.

Man går ind i diagrammet med den sandsynlige spildevandsstrøm (beregnet efter fig. 4.2 kurve A eller B). For en

stående ledning – dvs. med større fald end 1000 ‰ (45°) – vil afløbsstrømmen alene bestemme dimensionen, idet man aflæser på de lodrette kurvestykker øverst i diagrammet. For en liggende ledning – dvs. med et fald på mindre end 1000 ‰ (45°) – vil der ofte være flere muligheder for valg af ledningsdimension og fald. Der kan gås frem efter følgende regler:

Valg af ledningsfald:

Ledningsfaldet skal vælges større end eller lig med det til den sandsynlige spildevandsstrøm svarende minimumsfald.

Valg af ledningsdimension:

Rørdimensionen skal vælges, så den mindst svarer til det valgte ledningsfald.

#### Begrænsninger

Til anvendelse af diagrammet er knyttet følgende begrænsninger:

Dimensioner mindre end 75 mm<sup>ø</sup> må ikke anvendes i jord. Det maksimale antal tilsluttede installationsgenstande må ikke overskride de i fig. 4.4 nævnte værdier.

#### Selvrensning

I diagrammerne i fig. 4.3 er diameterkurverne nedadtil begrænset af en linie påskrevet "minimumsfald". Denne linie tager højde for ledningernes selvrensningsevne, dvs. evnen til at forhindre, at de urenheder, der er i spildevand, aflejrer sig i rørene.

Tidligere var det anset for god praksis, at blot man én gang i døgnet opnåede en vandhastighed på 0,6 m/s, forekom der ikke skadelige aflejringer. Det har imidlertid vist sig, at vandhastigheden er et dårligt mål for selvrensningsevnen, idet denne også er afhængig af ledningsfaldet. Et bedre mål for selvrensningsevnen er den såkaldte slæbekraft, eller med andre ord forskydningsspændingen mellem vandet og rørets inderside. For ledninger, der udelukkende fører spildevand, har det vist sig, at såfremt slæbekraften én gang pr. døgn når op på 0,25 kg/cm<sup>2</sup> for ler-, beton- og støbejernsrør og 0,23 kg/m<sup>2</sup> for plastrør, er ledningen i praksis selvrensende. Linierne betegnet "minimumsfald" i fig. 4.3 er konstrueret under denne forudsætning.

beliggenhed	Ledningens		Installationsgenstand	50 mm <sup>ø</sup>		65 mm <sup>ø</sup>			75 mm <sup>ø</sup>		100 mm <sup>ø</sup>
	udluftningsforhold	orientering		uden tillob fra badekar	med tillob fra badekar	uden tillob fra badekar eller 50 mm <sup>ø</sup> gulvaflob	med tillob fra badekar	med tillob fra 50 mm <sup>ø</sup> gulvaflob	uden tillob fra wc	med tillob fra wc	
i bygning	Udluftet	Liggende	WC	0	0	0	0	0	/	1	x
			Køkkenvask	1	1	2	2	2	3	3	x
		Stående med liggende del	WC	0	0	0	0	0	/	1	20
			Køkkenvask	1	1	2	2	2	3	3	x
		Stående uden liggende del	WC	0	0	0	0	0	x	2 anbragt på hver sin etage	20
			Køkkenvask	1	1	4	4	4	5	5	x
	Ikke udluftet*)	Liggende	WC	0	0	0	0	0	/	1	3
			Køkkenvask	1	0	2	0	0	3	0	x
			Andre arter installationsgenstande end wc og kv	x	0	x	0	0	x	0	x
		Stående med liggende del	WC	0	0	0	0	0	/	1	3
			Køkkenvask	1	0	2	0	0	3	0	x
			Andre arter installationsgenstande end wc og kv	x	0	x	0	0	x	0	x
		Stående uden liggende del	WC	0	0	0	0	0	/	1	3
			Køkkenvask	1	0	4	0	0	4	0	x
			Andre arter installationsgenstande end wc og kv	x	0	x	0	0	x	0	x
	i jord	Udluftet	WC	Dimensioner mindre end 75 mm <sup>ø</sup> tillades ikke i jord					/	75 mm <sup>ø</sup> med tillob fra wc tillades ikke i jord	x
			Køkkenvask						3		x
		Ikke udluftet*)	WC						/		3
Andre arter installationsgenstande end wc	2		x								

\*) Se også begrænsningsbestemmelserne i figur 4.15.

### Minimumsfaldet

En lednings selvrensningsevne afhænger som nævnt af slæbekraften (T), der kan beregnes af

$$T = \gamma IR$$

hvor T er slæbekraften, dvs. forskydningspændingen mellem vandet og rørets inderside målt i kg/m<sup>2</sup>.

$\gamma$  vandets vægtfylde i kg/m<sup>3</sup>.

I energiliniens gradient i m/m. I praksis kan denne størrelse for delvist fyldte ledninger sættes lig med ledningsfaldet med god tilnærmelse.

R ledningens hydrauliske radius ved den sandsynlige afløbsstrøm.

Af denne formel kan man udlede, at slæbekraften næsten er uafhængig af rørdimensionen, således at det i det væsentlige er ledningsfald og afløbsstrøm, der bestemmer slæbekraftens størrelse. Ledningsfaldet kan derfor aldrig være mindre end svarende til skæringspunktet mellem den lodrette linie ved den sandsynlige vandstrøm i fig. 4.3 og linien mærket "minimumsfald".

Dette kan få betydning, hvor man f.eks. ønsker at lægge en ledning med en relativ stor dimension – evt. med henblik på en senere udvidelse. En ledning med en sandsynlig spildevandsstrøm på f.eks. 1,8 l/s skal således lægges med et mindste fald på 11 ‰. Efter fig. 4.3 ses, at dette kan klares med dimensionen 85 mm indiv. diameter. Hvis man af andre grunde ønsker at vælge en dimension på 100 mm, så skal faldet alligevel være mindst 11 ‰ for at sikre selvrensningen.

Hvis en ledning lægges med et fald på 20 ‰ eller derover, kan ledningen generelt betragtes som selvrensende, uanset dimension og afløbsstrøm.

Fig. 4.4. Højeste antal tilslutninger af forskellige arter af installationsgenstande, som – uanset ledningskapaciteten i henhold til enten fig. 4.3 eller fig. 4.5 – normalt kan anbefales.

\*) angiver, at begrænsningen i disse tilfælde udelukkende er givet ved den maksimalt tilladte afløbsstrøm.

I denne tabel må der ikke interpoleres. Tabellen skal forstås således, at der f.eks. til en 100 mm<sup>ø</sup> liggende, ikke-udluftet ledning i bygning må føres 3 wc'er og et vilkårligt antal køkkenvaske.

Mindre fald end minimumsfaldet

Hvis en ledning ønskes lagt med et fald, der er mindre end svarende til linien for minimumsfald, skal det dokumenteres, at aflejringer kan undgås eller fjernes let efter godkendt metode. En måde at opfylde disse krav på vil være

at ledningen forsynes med særlige rensestykker,  
at ledningen mindst én gang i døgnet får en kraftig gennemskylning, f.eks. af wc-afløb eller fra et eventuelt automatisk styret gennemskylningsanlæg,  
at ledningen højst er 5 m lang samt  
at den ved omhyggelig udførelse er sikret mod bagfald.

Der vil være andre muligheder for ledninger med lille fald, men næppe uden udførelse af forsøg, der kan dokumentere, at funktionen er i orden. Denne lempelse kan have en vis betydning ved præfabrikation af afløbsinstallationer, f.eks. ved installationer indstøbt i betondækelement på fabrik. Man bør her gøre sig klart, at indbygningen på byggeplads er behæftet med ret store unøjagtigheder, og at det med en endog særdeles omhyggelig montage kan være nødvendigt at lægge ledningen med et fald på mindst 5 ‰ for at sikre sig mod bagfald. Bestemmelsen om særlig let rens adgang kan medføre projektering af utraditionelle rensadgange.

Ledninger med 20 ‰ fald vil normalt kunne benyttes uden eftervisning af selvrensningsevnen.

**Ledningsdimension for ikke-udluftede ledninger**

Dimensionen af en ikke-udluftet spildevandsledning skal være som angivet i fig. 4.5. Det bemærkes, at den dimensionerende spildevandsstrøm er summen af normalstrømmene for de tilsluttede installationer *uden* samtidighedsreduktion.

Ledningsfaldet skal være mindst det minimumsfald, der kan bestemmes af fig. 4.3, når den største sandsynlige spildevandsstrøm bestemt efter kurve A eller B på fig. 4.2, benyttes som indgangsstørrelse.

Der findes endvidere en række erfaringsregler, som er omtalt under afsnittet om dimensionering af ikke-udluftede ledninger.

Ledningsdimension mm <sup>ø</sup>	Sum af samtlige tilsluttede normalstrømme l/s
32	0,3
40	0,6
50	1,2
65	2,4
75	2,9
80	3,8
100	6,3
125	8,5
150	12,6

Fig. 4.5. Dimensionering af ikke-udluftede ledninger. Skemaet angiver maksimalværdien for summen af normalstrømme, der må tilsluttes til en ledning af en given dimension. Maksimalværdierne gælder for såvel stående som liggende ledninger uanset fald. Summen af normalstrømme fås ved opsummering efter fig. 4.1.

Der kan interpoleres i skemaet.

**Ledningsdimension for udluftningsledninger**

Normen giver ret til at fastsætte dimensionen af en udluftningsledning efter beregning. Der åbnes tillige mulighed for anvendelse af vakuumventiler, hvor der kun er risiko for undertryk. Sådanne ventiler, der kan åbne for luftadgang, hvis undertrykket i en ledning bliver for stort, findes endnu ikke i godkendt udgave, og der vil sikkert kræves langtidstests, før sådanne kan godkendes. Når sådanne ventiler bliver godkendt, vil det næppe overflødig gøre udluftningsledninger, men anvendelsesområdet for ledninger uden udluftning til det fri vil blive kendeligt udvidet.

Uden beregninger kan de i fig. 4.6 angivne rørstørrelser anvendes.

*Beregning af udluftningsledninger*

Dimensionering af udluftningsledninger ved beregning har ikke tidligere været tilladt, men er nu muliggjort med den nye afløbsnorm.

Der findes i dag ingen fastlagt procedure for beregning af udluftningsledninger. Der er i et senere afsnit gjort rede for en teori, som kan bruges ved beregningen, men en beregning vil kun undtagelsesvis være nødvendig. Der er især



Rørstørrelse mm	Anvendelse
50 <sup>ø</sup>	Udluftning for spildevandsledning med sum af normalstrømme (ikke reduceret efter fig. 4.2), der er mindre end 5 l/s
75 <sup>ø</sup>	Udluftning for ledninger med større spildevandstilførsel Fælles udluftning for indtil tre spildevandsledninger
100 <sup>ø</sup>	Fælles udluftning for flere end 3 spildevandsledninger

Fig. 4.6. Dimensionering af udluftningsledninger. De angivne dimensioner tillades anvendt uden nærmere beregning.

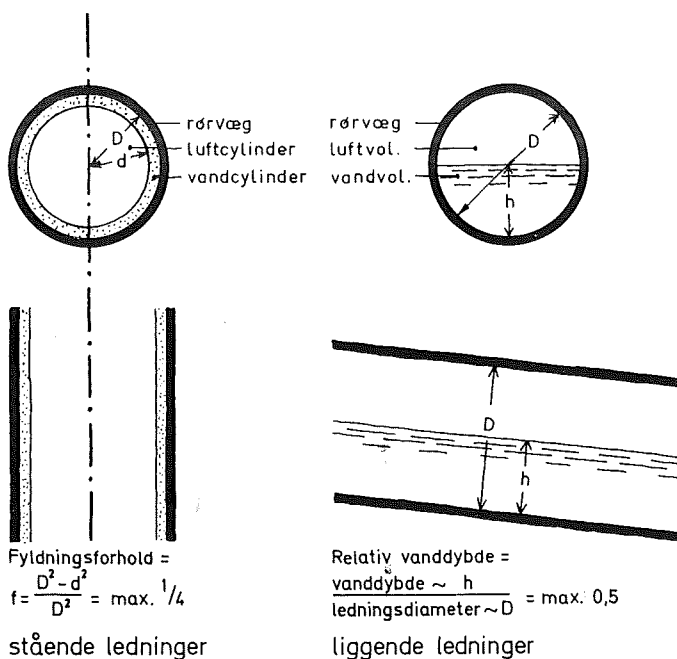


Fig. 4.7. Strømning i spildevandsledninger. På figuren er angivet strømningsskemaer for stående og liggende ledninger og beregning af de normalt anvendte fyldningsforhold.

grund til at udvise forsigtighed og ikke anvende for små dimensioner i følgende tilfælde:

lange udluftningsledninger  
høje bygninger  
udluftningsledninger med mange enkeltmodstande  
spildevandsledninger med mange enkeltmodstande  
stærkt belastede ledninger.

For dog at antyde en regneregul for sådanne tilfælde foreslås det i normen, at en fælles udluftningsledning gives samme dimension som en stående spildevandsledning med samme sandsynlige spildevandsstrøm, som de sammensluttede, stående spildevandsledninger har tilsammen.

De dimensioneringsprincipper, der er fastsat for udluftningsledninger, skal betragtes i relation til dimensioneringsmetoden for udluftede ledninger, (diagrammerne i fig. 4.3). Disse diagrammer er baseret på delvist fyldte ledninger, idet der er regnet med, at tværsnittet er halvt fyldt ved liggende ledninger, og en femtedel fyldt ved stående ledninger, se fig. 4.7. Disse fyldningsforhold er valgt således, at der erfaringsmæssigt er ringe risiko for propdannelse og en rimelig god sikkerhed for, at der kan ske en trykudligning via udluftningsledningen og den luftfyldte del af ledningstværsnittet.

#### Tilladelige trykvariationer

Det, der danner grænsen for det tilladte undertryk i en ledning, er risikoen for brydning af vandlåsene. Man har i normen sat grænsen for trykvariationerne til  $\pm 40 \text{ mm H}_2\text{O}$  ( $\sim 400 \text{ N/m}^2$ ). Dette svarer med tilnærmelse til et tab i vandlåsene på godt 20 mm. Den resterende del af vandlukket skal være reserve for en eventuel periode uden brug, hvorved der kan forekomme fordampning. Denne bestemmelse indebærer en vis forenkling, for dels udsuges ikke alle vandlås lige let, og dels vil undertrykket ofte undergå meget kraftige og hurtige variationer, så det kan være svært ved forsøg at fastslå størrelsen af trykvariationerne i normens forstand. Det vides, at hurtige tryksvingninger (over ca. 10 Hz, dvs. 10 svingninger pr. sekund) ikke påvirker vandlåsen, selv om maksimalværdierne er større end

40 mm H<sub>2</sub>O. Man ved imidlertid ikke tilstrækkeligt til at fastsætte et nyt kriterium, så indtil videre må grænsen for trykvariationer på ±40 mm H<sub>2</sub>O (målt med et trægt måleinstrument – f.eks. vand- eller kviksvøjløjle) betragtes som det mest realistiske beregningsgrundlag.

#### Beregningsmåder i andre lande

Beregning af udluftningsledninger har været emne for studier i andre lande f.eks. Belgien, England og USA. I det belgiske afløbsregulativ findes en anvisning på, hvordan en sådan beregning gennemføres. I England og USA har man en tradition for en meget gennemført udluftning af ledninger – næsten enhver vandlås udluftes – så beregningerne i disse lande har primært sigtet på at opnå udførelsesmetoder, som i mange år har været en tradition i Nordeuropa. Man har i England (Building Research Establishment) udviklet en dimensioneringsmetode, der også omfatter beregning af udluftningsledningen. Denne metode – der også foreligger i form af et edb-program – kan muligvis også bruges i specielle tilfælde i Danmark (SBI kan formidle kontakten).

#### Teori for beregning af udluftningsledning

Der skal her anføres det principielle grundlag for en beregning af den nødvendige dimension for en udluftningsledning.

Som tidligere anført bevæger spildevandsstrømmen i en stående ledning sig nedad i et jævnt fordelt lag langs rørets inderside, og ledningen er kun delvis fyldt, se fig. 4.7. Da højst 1/5 af ledningstværsnittet er vandfyldt, må mindst de 4/5 være fyldt med en luftsøjle. Denne luftsøjle vil rives med af spildevandsstrømmen, og der vil opstå et undertryk, der kun kan udlignes ved, at der tilføres luft fra de ovenfor liggende ledninger. Betingelsen for, at undertrykket ikke bliver større end 40 mm H<sub>2</sub>O er således, at erstatningsluften kan tilføres gennem de ovenfor liggende ledninger med et tryktab, der er mindre end 40 mm H<sub>2</sub>O. Den luftmængde, der medrives, bestemmes ud fra den tilnærmelse, at luften har samme hastighed som vandet i skillefladen mellem luft og vand. Vandets hastighed kan ansættes til 1,5 gange middelhastigheden (v), der kan bestemmes ud

fra vandstrøm (q<sub>s</sub>), fyldningsforhold (f) og diameter (d) ved ligningen

$$v = \frac{q_s}{f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

Fyldningsforholdet kan beregnes ved hjælp af Wyly-Eatons formel,

$$q_s = 29,2 \cdot f^{\frac{5}{3}} \cdot d^{\frac{8}{3}} \text{ m}^3/\text{s}$$

hvor v er hastigheden i m/s

q<sub>s</sub> vandstrømmen i m<sup>3</sup>/s

f fyldningsforholdet og

d diameteren i m

Vandets hastighed i grænselinien vand-luft bliver

$$v_{\max} = 1,5 \cdot v = 1,5 \cdot \frac{q_s}{f \cdot \frac{\pi}{4} d^2}$$

Den luftstrøm, der skal trækkes til gennem udluftningsledningen, er altså

$$(1 - f) \cdot v_{\max}$$

Når den nødvendige luftstrøm er kendt, kan man ved hjælp af ventilationsteknikkens beregningsregler beregne, hvor stor udluftningsledningernes diameter (afhængig af længde og enkeltmodstande) skal være.

Tryktabet sammensættes af både ledningstab og af tab i enkeltmodstande, og det er med dette for øje klart, at udluftningsledninger bør forløbe så lige som muligt. Man bør ikke overvurdere nøjagtigheden ved anvendelse af den beskrevne beregningsmetode. Dels er kendskabet til friktionskoefficienter mv. ret ringe, og dels forudsætter beregningerne et stationært system, hvor der i virkeligheden er tale om et dynamisk system, hvor tryksvingningerne måske har en væsentlig betydning for udsugningsfaren.

#### Dimensionering af udluftede spildevandsledninger

Dimensionering af udluftede ledninger kan efter normen udføres som beskrevet i afsnittet om ledningsdimension for udluftede ledninger, dvs. efter dimensioneringsdiagrammerne i fig. 4.3. Beregningsgangen vil her blive gennemgå-

et, og desuden vil der blive angivet let anvendelige dimensioneringsskemaer for to anlægstyper, nemlig

køkken afløb og  
boliginstallation med typiske installationsgrupper.

#### Fremgangsmåde

Fremgangsmåden ved dimensioneringen er følgende:

1. Bestemmelse af summen af normalstrømme, der er tilsluttet ledningen, se fig. 4.1.
2. Bestemmelse af den sandsynlige spildevandsstrøm, se fig. 4.2.
3. Bestemmelse af ledningsdimension og -fald, se fig. 4.3.

Når den sandsynlige spildevandsstrøm,  $q_s$ , skal bestemmes, skal det erindres, at  $q_s$  altid mindst skal være lig med normalstrømmen for den største installationsgenstand eller lokalitet, der er tilsluttet ledningen, og at normalstrømmen fra installationer uden selvstændig vandlås sættes lig med nul.

Ved dimensionering ved hjælp af diagrammerne fig. 4.3 har man en rimelig sikkerhed for, at kravet om selvrensning er opfyldt, og at sikkerheden mod propdannelse er tilfredsstillende, under forudsætning af at afløbsledningen i øvrigt er afløbsteknisk korrekt udført.

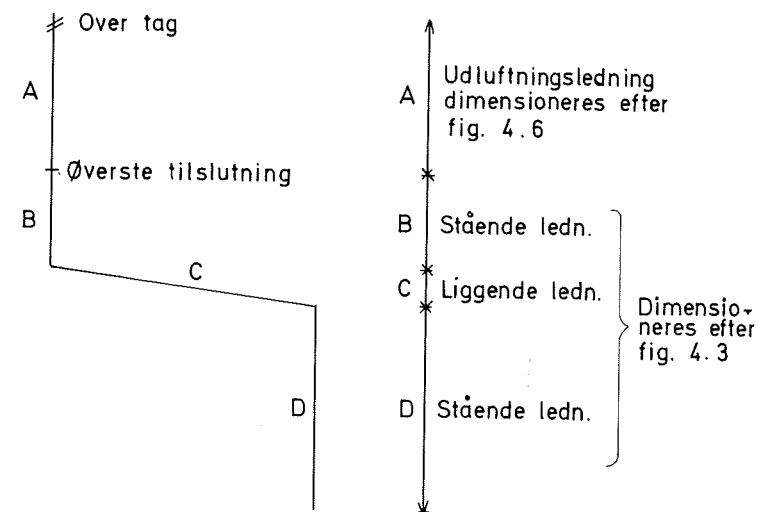
Anvendelse af diagrammet fremgår af eksempel 4.1 og 4.2.

#### Begrænsninger

Udover de begrænsninger i anvendelsen af fig. 4.3, der er anført i figurteksten, gælder følgende:

Der må normalt ikke anvendes mindre fald end det til den sandsynlige spildevandsstrøm svarende mindste fald iflg. diagrammerne.

Liggende dele af i øvrigt stående ledninger, skal uanset længden dimensioneres som liggende. Den stående del af ledningen, der er neden for den liggende, må ikke have mindre dimension end den liggende del, se fig. 4.8. Det gælder i øvrigt næsten generelt, at når man følger vandets vej, så må der aldrig forekomme en formindskelse af tværsnitsarealet.



Ledningsdimensionerne må ikke aftage i strømmens retning

Fig. 4.8. Dimensionering af stående, udluftede spildevandsledninger med en liggende del.

Disse regler kan få betydning, hvis en fuldt udnyttet faldstamme (en stående ledning) har en liggende del (dvs. med et fald mindre end 1000 ‰). Den liggende del skal – hvis ikke lige det drejer sig om en etagebøjning – dimensioneres som en almindelig liggende ledning. Hvis den har et lille fald (under ca. 35 ‰, se fig. 4.3), så vil den få en større dimension end den stående ledning. Dermed er også givet, at den stående ledning, der følger efter den liggende ledning regnet i strømningens retning, skal have mindst samme dimension.

Denne regel kan nok anfægtes i flere tilfælde. Den skadelige virkning af en indsnævring (fare for aflejring) kunne nok afhjælpes ved en passende udformning af formstykkerne. Der findes imidlertid ikke i øjeblikket den tilstrækkelige viden til at kunne formulere kravene for en eventuel undtagelse fra reglen.

Mulighed for  
lempelser

Der findes i normen en mulighed for at undgå, at den liggende ledning bliver af større dimension end den ovenliggende stående ledning. Hvis den liggende ledning er kortere end 5 m og på godkendt måde let tilgængelig for rensning, så kan den liggende ledning i visse tilfælde gives et mindre fald end krævet efter dimensioneringsdiagrammet fig. 4.3, se afsnittet: Mindre fald end minimumsfaldet.

#### Eksempel 4.1

Et kollegiebyggeri tænkes i turistsæsonen anvendt som hotel. Summen af samtlige tilsluttede normalstrømme på stikledningen er 500 l/sec. De sandsynlige spildevandsstrømme fås af fig. 4.2 for byggeriet anvendt som

Kollegium (kurve B):  $q_s = 9,3$  l/s

Hotel (kurve A):  $q_s = 12,8$  l/s

Minimumsfaldene svarende hertil fås af fig. 4.3 til:

Kollegium: 5,3 ‰

Hotel: 4,6 ‰

Det mindste ledningsfald, der kan anvendes, når selvrensningsevnen skal sikres, er derfor 5,3 ‰.

Da der kan forventes en største sandsynlig spildevandsstrøm på 12,8 l/sec, skal ledningsdimension og fald vælges således, at vandføringsevnen mindst er 12,8 l/s, hvilket ifølge fig. 4.3 kan opnås med f.eks. en ledningsdimension på 200 mm<sup>ø</sup> og et fald på 8 ‰.

#### Eksempel 4.2

Et baderum i forbindelse med en gymnastiksal på en skole er udstyret med et brusearrangement (fig. 4.9) med en fælles regulering af alle 10 brusere. Afløb føres til 5 stk. 75 GA.

I et tilfælde som dette, vil det være nødvendigt at regne med to "normale benyttelsessituationer", nemlig i badetid og uden for badetid.

Ifølge fig. 4.1 haves følgende normalstrømme:

1 stk. brusearr.  $q_n = 0,4$  l/s

1 – 75 GA  $q_n = 1,5$  l/s.

Da den normale benyttelse af baderummet vil medføre brug af alle 10 brusere, skal normalstrømmen fra lokaliteten (baderummet) ansættes til  $q_n = 10$  stk. brusere à 0,4 l/s = 4,0 l/s. Dvs. den sandsynlige spildevandsstrøm for afløbsinstallationen nedenfor pkt. e må ikke ansættes lavere end 4,0 l/s.

For strækningen b-c gælder:

Tilløb fra 4 stk. brusere à 0,4 l/s medfører, at  $q_n = 1,6$  l/s.

Uden for badetiden vil strækningen modtage afløb fra 2 stk. 75 GA à 1,5 l/s = 3,0 l/s =  $q_n''$ .

Ved fastsættelse af den sandsynlige spildevandsstrøm ( $q_s$ ) for strækning b-c, skal der derfor vælges mellem  $q_s'$  og  $q_s''$ .

$q_s$  (badetid) =  $4 \cdot 0,4 = 1,6$  l/s

$q_s$  (udenfor badetid) = 1,5 l/s; i fig. 4.2 aflæses den sandsynlige spildevandsstrøm på 1,3 l/s, der skal forhøjes til 1,5 l/s (normalstrømmen fra den største sanitetsgenstand).

Beregning af de sandsynlige spildevandsstrømme fremgår iøvrigt af skemaet i fig. 4.9.

#### Eksempel 4.3

Beregning af udluftet faldstamme med lille installationsgruppe

En lille boliginstallationsgruppe bestående af wc, gulvafløb (GA), håndvask (HV) og en køkkenvask (KV) har følgende normalstrømme (efter fig. 4.1)

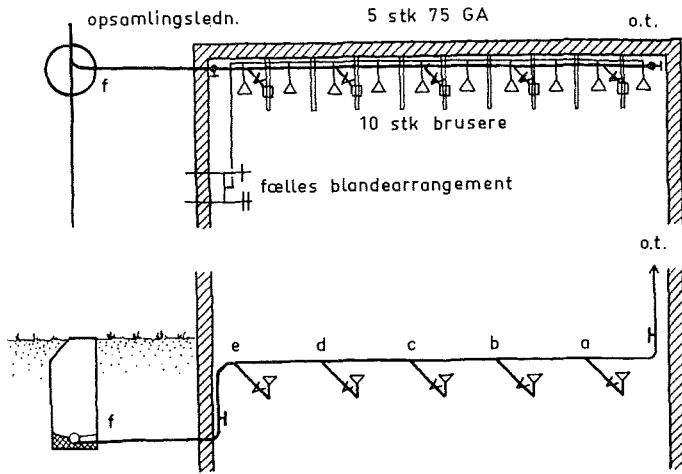
1 stk.	WC	1,8 l/s
1 –	GA 75	1,5 l/s
1 –	HV	0,3 l/s
1 –	KV	0,6 l/s

Sum af normalstrøm = 4,2 l/s.

Af fig. 4.2 fås en sandsynlig spildevandsstrøm på 1,1 l/s, men denne skal på grund af wc-installationen forhøjes til  $q_s = 1,8$  l/s.

Dimensionering: se fig. 4.10.

Stående ledning:  $d_{\min} = \text{ca. } 72$  mm<sup>ø</sup>, der på grund af



BEREGNING AF AFLØBSSTRØMME							
Pkt.	Ledn.	I badetid			Udenfor badetid		
		Tilløb $q_h^I$	$\Sigma q_h^I$	$q_s^I$	Tilløb $q_h^{II}$	$\Sigma q_h^{II}$	$q_s^{II}$
ot		0	0	0	0	0	0
a	ot-a	0,8	0	0	1,5	0	0
b	a-b	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	1,5
c	b-c	0,8	1,6	1,6	3,0	3,0	1,5
d	c-d	0,8	2,4	2,4	4,5	4,5	1,5
e	d-e	0,8	3,2	3,2	6,0	6,0	1,7
f	e-f	0,8	4,0	4,0	7,5	7,5	1,9

Fig. 4.9. Eksempel 4.2. Skitse af bruserrangementet hørende til en gymnastiksal, samt skema med beregning af afløbsstrømme.

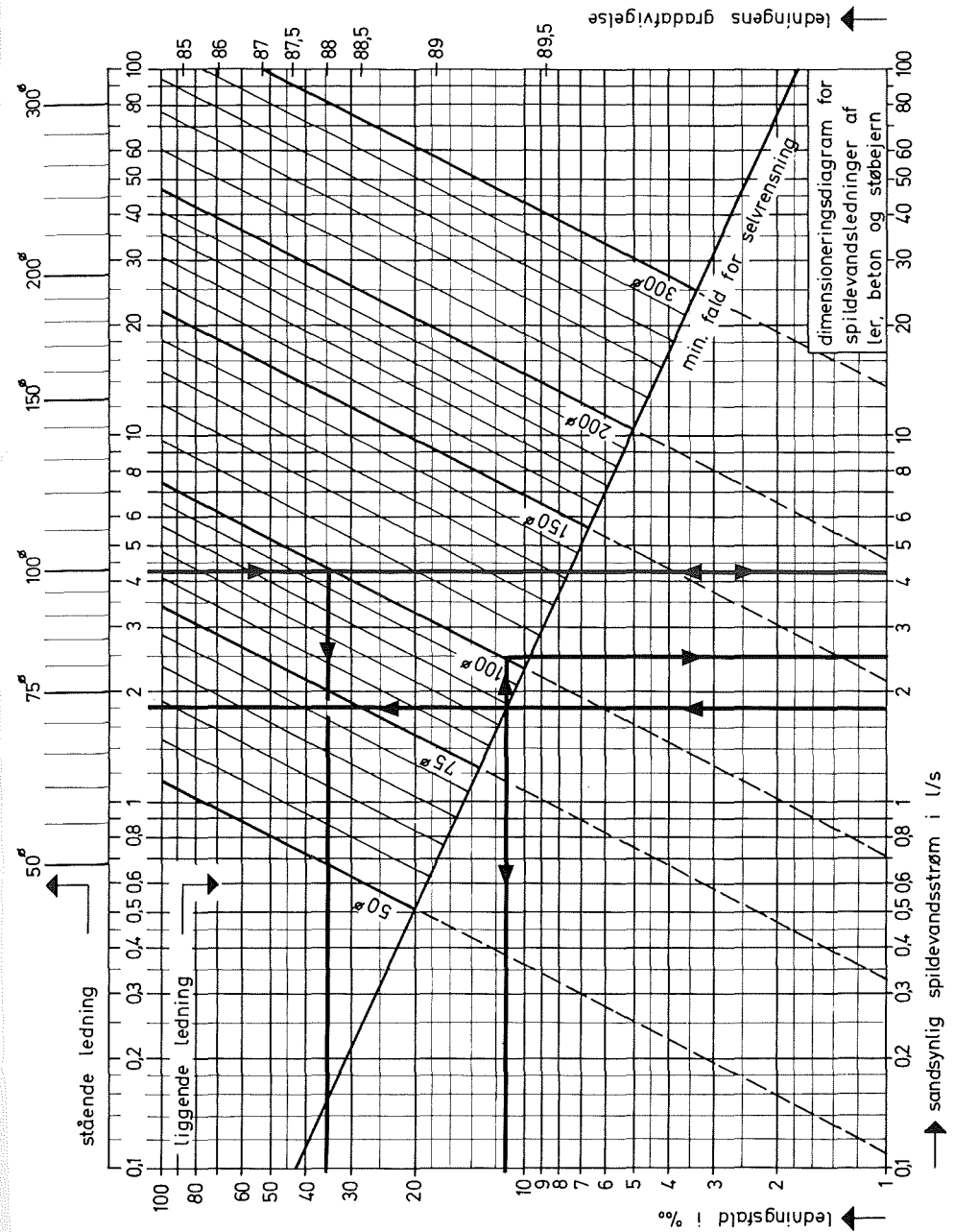


Fig. 4.10. Eksempel 4.3. Dimensioneringsdiagrammet fra fig. 4.3 med indtegnede eksempler.

begrænsningsbestemmelsen for antal KV og WC (se fig. 4.4) skal forhøjes til  $d = 75 \text{ mm}^\circ$ . Forhøjes dimensionen til  $100 \text{ mm}^\circ$ , fås en overskudskapacitet på  $4.4 - 1.8 = 2.6 \text{ l/s}$ . Der kan således til en  $100 \text{ mm}^\circ$  stående ledning tilledes  $2,5 \text{ l/s}$  regnvand svarende til ca.  $200 \text{ m}^2$  tagareal.

*Liggende ledning:* Af diagrammet fig. 4.10 fås minimumsfaldet = ca.  $11 \text{ ‰}$ , og den dertil svarende dimension er ca.  $85 \text{ mm}^\circ$ . Nærmeste højere præferencedimension er  $100 \text{ mm}^\circ$  og vælges denne, fås en ledningskapacitet på  $2,5 \text{ l/s}$ , altså en overskudskapacitet på  $0,7 \text{ l/s}$ . Såfremt der skal bortledes regnvand fra de ovennævnte  $200 \text{ m}^2$  tagareal, skal der altså enten vælges et større fald eller en større dimension.

Vælges en større dimension, skal denne iflg. normen have et mindste fald på  $11 \text{ ‰}$ , og af diagrammet fås med en dimension på  $150 \text{ mm}^\circ$  en ledningskapacitet på ca.  $7 \text{ l/s}$ , hvilket er tilstrækkeligt.

Anvendes en  $100 \text{ mm}^\circ$  ledning, skal denne have et fald på ca.  $35 \text{ ‰}$  for at kunne bortlede såvel afløb fra installationsgruppen som fra de  $200 \text{ m}^2$  tagareal.

### Dimensioneringstabeller

Der er i det følgende angivet dimensioneringstabeller for nogle typiske installationer. Formålet med disse er at lette dimensioneringen for de hyppigt forekommende installationer. De anførte dimensioner er i overensstemmelse med normens bestemmelser.

#### Etageboliger

I etageboliger vil ofte forekomme bestemte installationsgrupper, alt efter boligens størrelse. I fig. 4.11 er vist en dimensioneringstabel for dels en stor og dels en lille installationsgruppe.

#### Køkkenafløb

For køkkenvaske med tilslutning af opvaskemaskine er der i fig. 4.12 angivet en dimensioneringstabel, der angiver sammenhæng mellem etageantal og de nødvendige ledningsdimensioner.

### DIMENSIONERINGSTABEL FOR UDLUFTEDE AFLØBLEDNINGER I ETAGEBOLIGER

For boliger med installationsgrupper af følgende typer

<i>Stor installationsgruppe</i> bestående af		
2 wc'er	à $1,8 \text{ l/s}$	$3,6 \text{ l/s}$
1 bidet		$0,3 \text{ l/s}$
2 håndvaske	à $0,3 \text{ l/s}$	$0,6 \text{ l/s}$
2 gulv afløb 75	à $1,5 \text{ l/s}$	$3,0 \text{ l/s}$
1 køkkenvask		$0,6 \text{ l/s}$
Sum af normalstrømme		$8,1 \text{ l/s}$

<i>Lille installationsgruppe</i> bestående af		
1 wc	$1,8 \text{ l/s}$	
1 håndvask	$0,3 \text{ l/s}$	
1 gulv afløb 75	$1,5 \text{ l/s}$	
1 køkkenvask	$0,6 \text{ l/s}$	
Sum af normalstrømme		$4,2 \text{ l/s}$

kan der anvendes de i nedenstående skema anførte dimensioner

ENTEN:	ELLER:	Ledningsdimensioner		
Antal store installationer grupper	Antal små installationer grupper	Stående ledn. $\text{mm}^\circ$	Liggende ledn. $20 \text{ ‰}$ $\text{mm}^\circ$	Udluftning $\text{mm}^\circ$
		0	2	75
1 - 6	3 - 12	100	100	75
7 - 10	13 - 20	100	150	75
> 10	> 20*)	150	150	75

\*) En nøjagtig beregning efter fig. 4.3 bør udføres.

Fig. 4.11. Dimensioneringstabel for etageboliger. Der er i tabellen angivet ledningsdimensioner for stående og liggende, udluftede ledninger samt udluftningsledninger til betjening af et antal store og små installationsgrupper.



KØKKENAFLØB – UDLUFTEDE LEDNINGER					
Antal etager	Liggen- de led- ning fald 20 ‰  mm $\emptyset$	Køkkenvaske med tilslutning af opvaskemaskine u. selvstændig vandlås		Køkkenvaske og opvaskemaskiner m. selvstændig vandlås	
		Stående ledn. mm $\emptyset$	Udluft- nings- ledn. mm $\emptyset$	Stående ledn. mm $\emptyset$	Udluft- nings- ledn. mm $\emptyset$
1	75	65	50	65	50
2	75	65	50	65	50
3	75	65	50	65	50
4	100	65	50	75	75
5	100	75	50	75	75
6	100	100	75	100	75

Fig. 4.12. Dimensioneringstabel for køkkenafløb i etageboliger med udluftede ledninger. For ledninger, der modtager afløb fra køkkenvaske og opvaskemaskiner med eller uden selvstændig vandlås, kan anvendes de i tabellen anførte dimensioner (højest 1 stk. køkkenvask og 1 stk. opvaskemaskine pr. etage).

Normalstrømmene pr. etage er: køkkenvask med tilslutning af opvaskemaskine *uden* selvstændig vandlås,  $q_N = 0,9$  l/s; køkkenvask og opvaskemaskine *med* selvstændig vandlås,  $q_N = 0,6+0,9 = 1,5$  l/s.

### Dimensionering af ikke-udluftede spildevandsledninger

I modsætning til hvad der i nogen grad er gældende for udluftede ledninger, er det ikke i dag muligt at opstille en rationel beregningsmetode for ikke-udluftede ledninger. Dimensioneringen af disse må baseres på praktiske erfaringer, og de har givet sig til kende i de nedenfor anførte regler.

Trykforholdene i ikke-udluftede ledninger afviger fra forholdene i de udluftede ved, at trykkudligning kun kan ske nedefra, dvs. med en luftbevægelsesretning, der er modsat spildevandsstrømmen, og det er klart, at de overtryk og undertryk, der opstår ved propdannelsen først kan udlignes, når proppen opløses. Dette forhold gør det forståeligt, at normen indeholder regler, der angiver sammen-

hæng mellem normalstrømme, faldhøjder og ikke-udluftede strækningers længde.

### SBI-forsøg

SBI har udført en række undersøgelser af ikke-udluftede systemer og er i gang med at opstille forslag til nogle dimensioneringsregler for disse systemer. Det kan imidlertid siges allerede nu, at de eksisterende empiriske regler i de fleste tilfælde dækker virkeligheden ganske godt. Undersøgelserne vil fortrinsvis give en bedre forståelse for, hvad der sker i en ikke-udluftet ledning, samt tillade en egentlig beregningsmæssig dimensionering. Derudover vil der formentlig ved hjælp af nye dimensioneringsregler kunne åbnes op for nogle nye områder, hvor ikke-udluftede ledninger ikke tidligere har været anvendt.

### Fremgangsmåde ved dimensionering

Fremgangsmåden ved dimensioneringen er

1. Bestemmelse af den største sandsynlige spildevandsstrøm.
2. Bestemmelse af ledningsfald og -dimension.  
Herudover skal der iagttages nogle begrænsninger.

### Den sandsynlige spildevandsstrøm

Den største sandsynlige spildevandsstrøm beregnes på samme måde som beskrevet for udluftede ledninger. Denne størrelse bruges til at bestemme ledningsfaldet, men *ikke* til fastlæggelse af ledningsdimensionen.

### Ledningsdimension

Summen af normalstrømme bruges som indgangsstørrelse i tabellen i fig. 4.5, og herudfra bestemmes ledningsdimensionen.

### Ledningsfald

Ledningsfaldet bestemmes ud fra fig. 4.3, og som indgangsstørrelse anvendes her den største sandsynlige spildevandsstrøm (summen af normalstrømme reduceret ved anvendelse af fig. 4.2). Grunden til at man i dette tilfælde anven-

Normalstrøm fra installationsgenstand l/s	Eksempel på installationsgenstand	Spildevandsudløb			Bemærkninger
		fra installationsgenstand uden selvstændig vandlås rørstørrelse mm <sup>ø</sup> a)	til indløb i vandlås rørstørrelse mm <sup>ø</sup> b)	fra vandlås, altså den ikke udluftede videreførsel rørstørrelse mm <sup>ø</sup> b)	
0,3	Bidet	Tillades ikke	25 32	32 40	Afløbet må ikke passere gulvafløb eller nedløbsbrønd
	Håndvask	25	25 32	32 40	
	Vægurinal	Tillades ikke	25 40	32 50	Afløbet må ikke passere gulvafløb eller nedløbsbrønd
0,6	Køkkenvask i bolig, enkelt og dobbelt	Tillades ikke	32 40	40 50	Afløbet må ikke passere nedløbsbrønd
	Vaskemaskine i bolig	32	32	40	
0,9	Badekar	25	32 40	40 50	
	Opvaskemaskine i bolig	25	32 40	40 50	Afløbet må ikke passere nedløbsbrønd
	Udslagningsvask	32	32 40	50 50	
1,2	Gulvafløb 50 c)	-	50	50	
	Køkkenvask ved erhverv, enkelt og dobbelt	Tillades ikke	40 50	50 65	Afløbet må ved større belastninger ikke passere nedløbsbrønd, og det skal om nødvendigt ledes gennem fedtudskiller
	Opvaskemaskine ved erhverv	32	40 50	50 65	
1,5	Gulvafløb 65 c)	-	65	65	
	Gulvafløb 75 c)	-	75	75	
1,8	Gulvafløb 100 c)	-	100	100	
	Udslagningskumme, bækkenkyller	Tillades ikke	Indbygget	75	Afløbet må hverken passere andre vandlåse, brønde med slamfang, el. lign.
	WC med indbygget vandlås	Tillades ikke	Indbygget	75	
	WC med særskilt vandlås, f.eks. gård-wc	Tillades ikke	100	100	

der samtidighedsreduktion er, at ledningen skal lægges med et sådant fald, at selvrensningsevnen er i orden. Det kan man ikke opnå ved at udgå fra summen af normalstrømme, idet denne afløbsstrøm kun meget sjældent vil forefindes. Minimumsfaldet findes derfor ved anvendelse af den største sandsynlige spildevandsstrøm i fig. 4.3 på samme måde som for udluftede ledninger.

### Begrænsninger

Begrænsninger for tilslutningsmuligheder er anført i fig. 4.5 og i fig. 4.13. Oversigtsskemaet angiver dels normalstrømmene for de enkelte installationsgenstande (som i fig. 4.1), og dels de mindste vandlåsdimensioner, der bør anvendes i forbindelse med de respektive installationsgenstande. Denne del af skemaet gælder såvel for udluftede som ikke-udluftede systemer. Desuden angiver skemaet hvilke muligheder, der er for tilslutning af de forskellige installationsgenstande til ikke-udluftede ledninger.

### Faldhøjde

Udover de tidligere anførte begrænsninger – som fremgår af fig. 4.5 og fig. 4.13 – indeholder normen bestemmelser om de tilladte faldhøjder og ledningslængder.

Ingen ikke-udluftet ledning må have større faldhøjde end 4 m, se fig. 4.14. Ved faldhøjden forstås den lodrette afstand mellem den øverste vandlås på ledningen og udlægningsstedet i en udluftet ledning. En ledning betragtes som udluftet, hvis der ovenfor tilslutningsstedet er udført en udluftningsledning efter reglerne herfor, eller hvis der –



- støjniveaue er særlig stærkt afhængig af denne ledningsdimension. Af samme grund bør en eventuel liggende del umiddelbart efter installationsgenstanden højst være 1 m.
- ved rørformede vandlåse skal indløbet helst være en dimension mindre end udløbet, idet vandlåsen derved ikke udsuges så let.
- hvis spildevandet fra andre installationsgenstande føres til gulvafløb, må summen af deres normalstrømme ikke overstige angivelserne i første kolonne for gulvafløbet.

Fig. 4.13. Mindste (øverst) og anbefalede (nederst) dimensioner på udløb fra installationsgenstande og fra deres rørformede vandlåse.

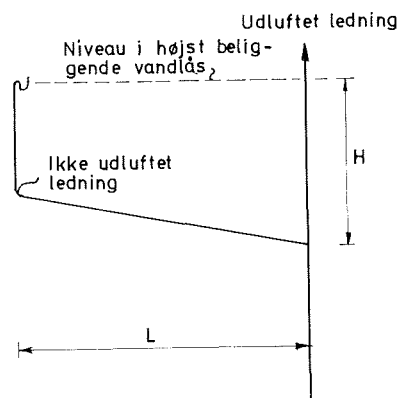


Fig. 4.14. Højde- og længdebegrænsninger for ikke-udluftede spildevandsledninger, der dimensioneres efter fig. 4.5.

H den ikke-udluftede del af faldhøjden. H må højst være 4 m, hvoraf dog igen

- højst 1 m må være 32 mm $\emptyset$
- højst 1 m må være 40 mm $\emptyset$
- højst 2 m må være 50 mm $\emptyset$
- højst 3 m må være 65 mm $\emptyset$  og 75 mm $\emptyset$

L den liggende del af den ikke-udluftede ledning. Hvis ledningen er 100 mm $\emptyset$  eller mindre, må L + H højst være 10 m, hvoraf dog igen

- højst 2 m må være 32 mm $\emptyset$
- højst 3 m må være 40 mm $\emptyset$

Forløber en del af ledningen i jord, skal den mindst være 75 mm $\emptyset$ , og længden af en 75 mm $\emptyset$  strækning må da højst være 5 m.

ligeledes ovenfor tilslutningsstedet – er tilsluttet en nedgangsbrønd. Den maksimale faldhøjde på 4 m skal tilvebringes med dimensioner som angivet på fig. 4.14.

#### Ledningslængde

Generelt må den liggende del af en ikke-udluftet ledning ikke være længere end 10 m (hvis der ikke er tilsluttet wc'er dog 25 m), og dimensionskravene er som angivet på fig. 4.5.

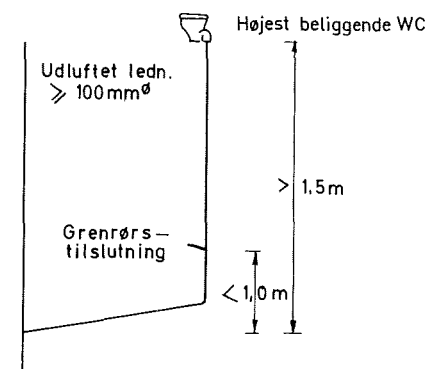


Fig. 4.15. Tilslutningsbegrænsning for ikke-udluftede 100 mm $\emptyset$  spildevandsledninger, der dimensioneres efter fig. 4.5.

Hvis det højest beliggende wc på en ikke-udluftet ledning har større faldhøjde end 1,5 m, skal afløbet fra samtlige andre installationsgenstande, der tilsluttes den samme ledning, tilledes gennem grenrør, som anbringes højst 1,0 m højere end den ikke-udluftede lednings sammenslutning med den udluftede.

WC på en ikke-udluftet ledning

For en 100 mm $\emptyset$  ikke-udluftet ledning med wc-tilslutning gælder, hvis faldhøjden for wc-afløbet er større end 1,5 m, yderligere de på fig. 4.15 anførte tilslutningsbegrænsninger.

#### Lempelse

Hvis en ikke-udluftet ledning kun fører ikke ildelugtende spildevand (altså f.eks. ikke afløb fra wc eller urinal) kan ledningen dimensioneres som en udluftet ledning, såfremt der inden tilslutningen til hovedafløbsledningen etableres en lugtlås – f.eks. en nedløbsbrønd eller et pumpeanlæg.

#### Eksempel 4.4

Den i eksempel 4.3 nævnte "lille" installationsgruppe har en sum af normalstrømme på 4,2 l/s og en største sandsynlig spildevandsstrøm på  $q_s = 1,8$  l/s. Dimensionering af en ikke-udluftet ledning for installationsgruppen foretages således:

*Ledningsdimension:* af fig. 4.5 fås med  $q_n = 4,2$  l/s dimension 100 mm<sup>ø</sup>.

*Ledningsfald:* af fig. 4.3 fås med  $q_s = 1,8$  l/s minimumsfaldet  $i = \text{ca. } 11$  ‰.

## Kapitel 5

### Regnvandsinstallationer

#### Generelt

Afløbsnormen stiller et generelt krav om, at regnvand, der falder indenfor grundens grænser, skal bortledes gennem et ledningssystem, såfremt der ellers ville opstå gener i form af dryp eller oversvømmelser. Dette indebærer, at der skal etableres afløb fra:

tagflader,  
 større lodrette facader,  
 åbne kældernedgange,  
 lyskasser og -gange,  
 større befæstede arealer og  
 terrænoverflader, der er sådan placeret i forhold til bygninger, at nedsvivning eller overfladisk afstrømning i større eller mindre omfang kan bevirke, at der opstår gener eller skader.

Ved placering af overfladeafløb er det ofte nødvendigt at tage hensyn til, at også smeltevand skal kunne bortledes. I vintermånederne vil jordoverfladen i ubefæstede arealer normalt være uigennemtrængelig for vand, og smeltevand vil ikke kunne sive ned. Smeltevandet vil således kun kunne forsvinde ved overfladeafstrømning eller ved fordampning.

#### Dimensionering

Ved dimensionering af et ledningssystem, der skal bortlede regnvand, fastlægges ved beregning:

den største regnvandsstrøm,  
 ledningsdimension og  
 ledningsfald.

## Regnvandsstrøm

Medens al regn, der falder på en bygningsdel (tag, terrasse, facade, lyskasse etc.) skal påregnes bortledt gennem ledningssystemet, er forholdet et andet for den regn, der falder på helt eller delvist befæstede arealer. Afhængig af terrænbefæstelsens art (gennemtrængelighed for vand) vil kun en vis del af den samlede regnmængde afstrømme overfladisk, se fig. 5.1.

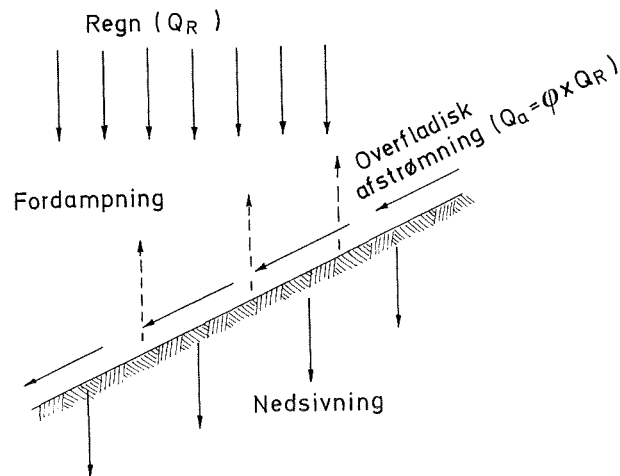


Fig. 5.1. Definition af afløbskoefficienten  $\varphi$ .

$\varphi = \frac{Q_a}{Q_R}$ , dvs. forholdet mellem den overfladisk afstrømmende del af regnvandsmængden og den samlede regnvandsmængde.

Forholdet mellem den overfladisk afstrømmende regnmængde og den samlede regnmængde kaldes afløbskoefficienten  $\varphi$ . Denne kan variere fra 0–1 alt efter befæstelsens art, idet  $\varphi = 0$  svarer til, at ingen del af regnmængden føres til kloaksystemet, og  $\varphi = 1,0$  svarer til at hele regnmængden føres til kloaksystemet. Bygningsdele kan således siges at have afløbskoefficienten  $\varphi = 1,0$ . Vedrørende afløbskoefficienten for forskellige befæstelsesarter se fig. 5.2.

Der er normalt en grænse for, hvor meget regnvand der må tilledes hovedafløbsledningerne. Det vil være meget kost-

Begrænsning af regnvandsafløb

OVERFLADENS BESKAFFENHED	AFLØBSKOEFFICIENT $\varphi$
Tagflader	1,0
Tætte belægninger	1,0
Grusbelægning	0,6
Havearealer	0-0,1
Flise- og brostensbelægninger	0,8-1,0

Fig. 5.2. Tabel over afløbskoefficienter.

bart, såfremt alle hovedledninger i et byområde skulle have sådanne dimensioner, at den samlede regnmængde for det stærkeste regnskyl kan bortledes.

I områder med overvejende ældre bebyggelse vil det eksisterende (og evt. gamle) ledningsnets kapacitet kunne sætte en grænse for den maksimale regnvandsstrøm, der for en bebyggelse kan føres til hovedafløbsledningen. Oplysning om disse forhold kan normalt fås gennem en forespørgsel til de lokale bygningsmyndigheder.

I områder med nyere bebyggelse vil en byggegrunds afløbsforhold normalt være omfattet af en landvæsenskommissions kendelse om, hvor meget regnvand, som – beregnet under visse forudsætninger – kan tilledes hovedafløbsledningerne. En landvæsenskommissions kendelser er retsgyldige, og alle grundejere må indrette sig herefter. Kendelserne administreres normalt af den pågældende kommune, og alle oplysninger vil kunne fås ved henvendelse dertil.

De oplysninger, man har brug for, er:

1. hvilken regnintensitet skal ledningerne beregnes for,
2. hvor meget regnvand der ved det pågældende regnskyl må tilledes hovedafløbsledningerne,
3. den maksimale opstemningskote ved tilslutningsstedet i hovedledningen,
4. opstemningskoten ved det regnskyl som ejendommens ledninger skal beregnes for, og
5. i hvilke koter og hvor skal der tilsluttes (se kap. 18).

## Regnintensitet

*Vedr. 1.* Det dimensionerende regnskyl indgår i en såkaldt regnrække, der angiver sammenhørende værdier af et regnskyls intensitet, varighed og hyppighed. En regnrække er beregnet på et statistisk grundlag, og til en bestemt regnrække hører en oplysning om, hvor mange gange pr. år der forekommer regnskyl, der er af større intensitet og varighed, med andre ord, hvor tit man rent statistisk kan forvente overbelastning af et kloaksystem beregnet efter den pågældende regnrække.

Et regnskyls varighed har normalt ingen betydning for dimensioneringen af en afløbsinstallation på privat grund.

For ledninger, der fører både spildevand og regnvand, regnes normalt med overbelastning én gang hvert andet år, medens det for ledninger, der kun fører regnvand, er normalt, at hovedledningerne er beregnet for overbelastning én gang hvert år.

Med henvisning til kommentarerne til normen skal her blot anføres, at et meget anvendt dimensionerende regnskyl er 130 l/s pr. ha. svarende til en overbelastning én gang hvert andet år.

## Maksimal grænse for afløbskoefficient

*Vedr. 2.* En grænse for den maksimale regnvandsstrøm er almindeligvis ensbetydende med en grænse for et områdes afløbskoefficient. Overskrides denne for en bebyggelse, skal der ansøges om dispensation for reglerne, og gives denne ikke, må man enten nedsætte de befæstede arealers størrelse eller indrette et regnvandsbassin. Dette indrettes til at akkumulere overskydende vandmængder for på et senere tidspunkt, når vandstrømmen er aftaget til under den tilladte grænse, at lede vandet til hovedafløbsledningerne. Om beregning af regnvandsbassiner (sparebassin) henvises til speciallitteraturen.

## Maksimal opstemningskote

*Vedr. 3.* Det er et normalt fænomen, i såvel ældre som nyere hovedafløbsledninger, at afløbsvandet under kraftige regnskyl stemmes op i brønde, dvs. at ledningerne ikke alene er fuldtløbende, men også står under tryk.

Opstemningshøjden har især betydning for to forhold, der berører ejendommens afløbsinstallation:

Alle installationsgenstande, der ligger under opstemningskoten, skal enten pumpes eller forsynes med højvandslukker, da oversvømmelser ellers vil forekomme.

Det disponible trykfald til bortledning af ejendommens afløbsvand nedsættes med stigende opstemningshøjde.

## Opstemningskote for det dimensionerende regnskyl

*Vedr. 4.* Ved dimensionering af lange afløbsledninger (over 300-600 m) opstår ofte begrebet "forsinkelse". Begrebet dækker det forhold, at et ledningstværsnit ikke belastes med den fulde regnmængde fra hele sit opland, såfremt den tid, regnvandet fra ledningens øverste ende er om at nå det pågældende ledningstværsnit, er længere end regntiden. Dette kan betyde, at det farligste regnskyl for den nederste ende af en lang ledning er ét med en lav intensitet og med lang varighed. Man kan komme ud for, at det regnskyl, der giver maksimal opstemning, kun har en intensitet på 50-70 l/s pr. ha, og at opstemningshøjden ved f.eks. et for ejendommens afløb dimensionerende regnskyl på 130 l/s pr. ha. er væsentligt lavere end den maksimale. Såfremt dette kan oplyses og tages i regning, vil det medføre, at ledningsdimensionerne for ejendommens ledninger bliver mindre.

## Beregning af den maksimale regnvandsstrøm

Normen stiller det krav, at en enkelt regnvandsledning skal dimensioneres for den største regnvandsstrøm i ledningen. Den beregnes som summen for samtlige regnvandsmodtagende arealer af produkterne

$$i \cdot A \cdot \varphi$$

hvor  $i$  er det dimensionerende regnskyls intensitet i l/s pr. ha,

$A$  arealet i ha af det enkelte regnmodtagende areal, og

$\varphi$  afløbskoefficienten for det pågældende regnmodtagende areal.

*Vedr. i.* Regnintensiteten oplyses af den stedlige bygningsmyndighed.

Vedr. A. Arealerne beregnes som den vandrette projektion af det pågældende areal og som 1/3 af de lodrette arealer, der vender mod den fremherskende vindretning og som afvandes til vandrette flader, hvorfra vand skal bortledes.

Vedr.  $\varphi$ . Afløbskoefficienterne skønnes i hvert enkelt tilfælde. Værdierne i fig. 5.2 vil normalt kunne anvendes.

Den gennemsnitlige afløbskoefficient for hele området må ikke overstige den af de stedlige myndigheder fastsatte. Som en retningslinie kan angives den gennemsnitlige afløbskoefficient

for villabebyggelse:	0,2 – 0,3
for etagebebyggelse:	0,5 – 0,6
for tæt bymæssig bebyggelse:	0,9 – 1,0
for industrikvarterer:	0,3 – 0,6.

Ved dimensioneringen af regnvandsledninger på en grund, der er mindre end 1500 m<sup>2</sup>, anbefaler normen, at der regnes med en afløbskoefficient på 1,0 for hele grunden. Dette giver en sikkerhed for, at ledningerne ikke overbelastes, hvis bygninger og befæstede arealer udvides. Det skal dog bemærkes, at der ikke hermed er givet tilladelse til at lede mere vand til hovedafløbsledningerne end svarende til den af bygningsmyndighederne tilladte afløbskoefficient.

**Ledningsdimension og -fald** En korrekt dimensionering af ledninger, der fører regnvand, kræver kendskab til

disponibelt ledningsfald og  
disponibel hældning af energilinie.

Når der her gøres opmærksom på dette, er det, fordi det ved dimensionering af offentlige regnvandssystemer – som tidligere omtalt – er almindeligt at regne med opstemning, se fig. 5.3. Der kan i praksis være store opstemninger. Eksempelvis kan det forekomme, at det disponible ledningsfald kan være så stort, at afløbsinstallationen skal udføres med fald svarende til, at der opnås selvrensning for spildevand,

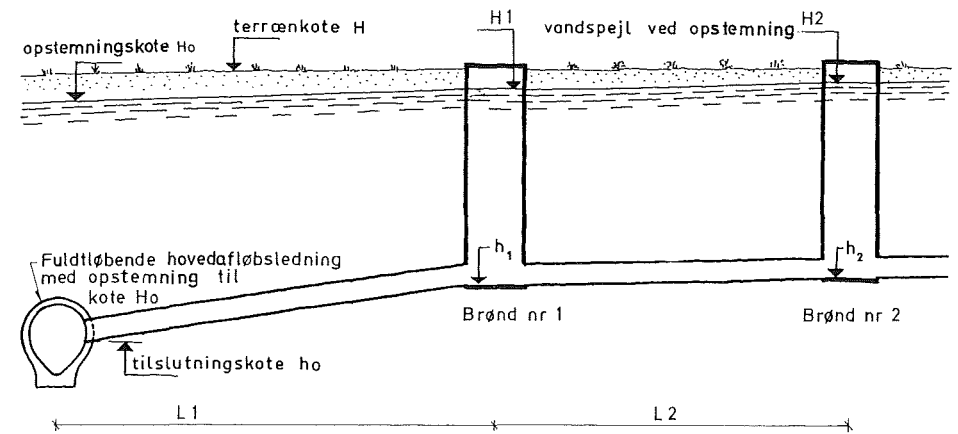


Fig. 5.3. Opstemning i ledningssystem. Ledningsfald =  $h_1 - h_0$ . Hældning på energilinien =  $H_1 - H_0$

vand, medens den disponible hældning af energilinien kan være negativ, således at der skal pumpes.

**Selvrensning, slæbekraft**

Regnvandsledninger dimensioneres således, at den tidligere omtalte slæbekraft bliver mindst 0,15 kg/m<sup>2</sup> for ledninger af ler, beton og støbejern og 0,14 kg/m<sup>2</sup> for ledninger af plast, og der er ved optegning af diagrammerne fig. 5.4 regnet med, at den minimale forskydningsspænding opnås 1 gang pr. uge i sommerhalvåret og 1 gang pr. måned i vinterhalvåret. Dette svarer til, at der opnås selvrensning ved regnvandsstrømme, der er ca. 10 % af den ved dimensioneringen forudsatte maksimalstrøm. Hertil svarer iøvrigt en relativ vanddybde på ca. 1/4.

**Hydrauliske forudsætninger**

Som ved beregning af spildevandsledninger er der forudsat, at vandet har en temperatur på 10°C.

**Fyldningsforhold**

For stående ledninger er det tilladte fyldningsforhold 1/3, og for liggende ledninger tillades en relativ vanddybde på 1/1.

**Ledningsdimension**

Diagrammerne fig. 5.4 er optegnet under den forudsætning, at ledningsfald og hældning af energilinie er identiske. Da dette ikke er tilfældet ved opstemning i hovedledningerne, skal forholdene i dette tilfælde belyses ved et eksempel.



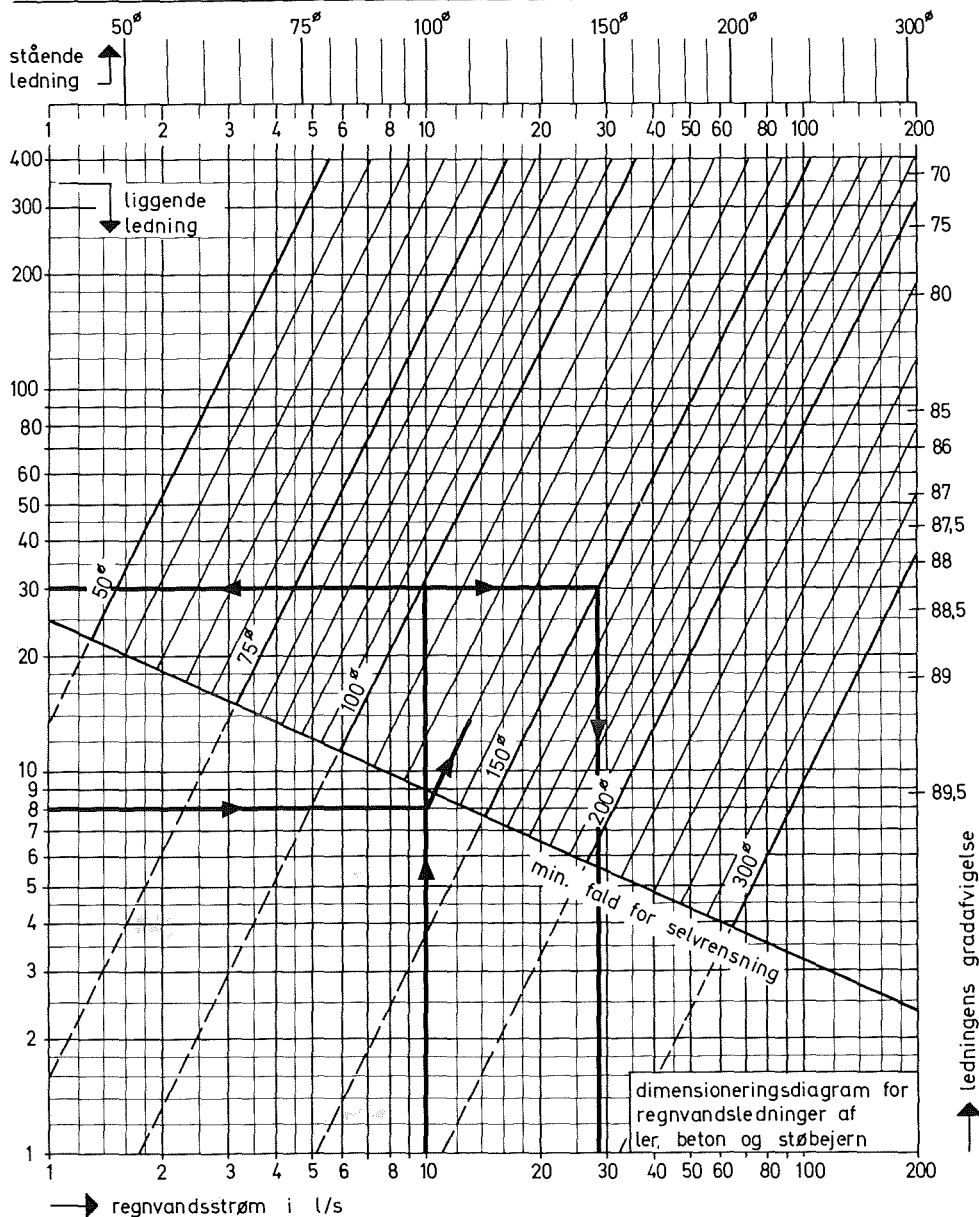


Fig. 5.4.a

Dimensioneringsdiagrammer for regnvandledninger ved 10°C vandtemperatur.

Regnvandsstrømmen beregnes som summen af produkterne  $i \cdot F \cdot \varphi$ , hvor  $i$  er regnintensiteten i l/s pr. ha, og  $F$  er fladearealet i ha, dvs. det regnmodtagende areal udregnet som summen af arealerne af de indgående vandrette flader, af den vandrette projektion af de skrå, og af 1/3 af de lodrette, som vender imod den fremherskende vindretning, og  $\varphi$  er afløbskoefficienten (se fig. 5.2).

Ved dimensioneringen benyttes rørdimensionen, dvs. den nøjagtige indvendige rørdiame-

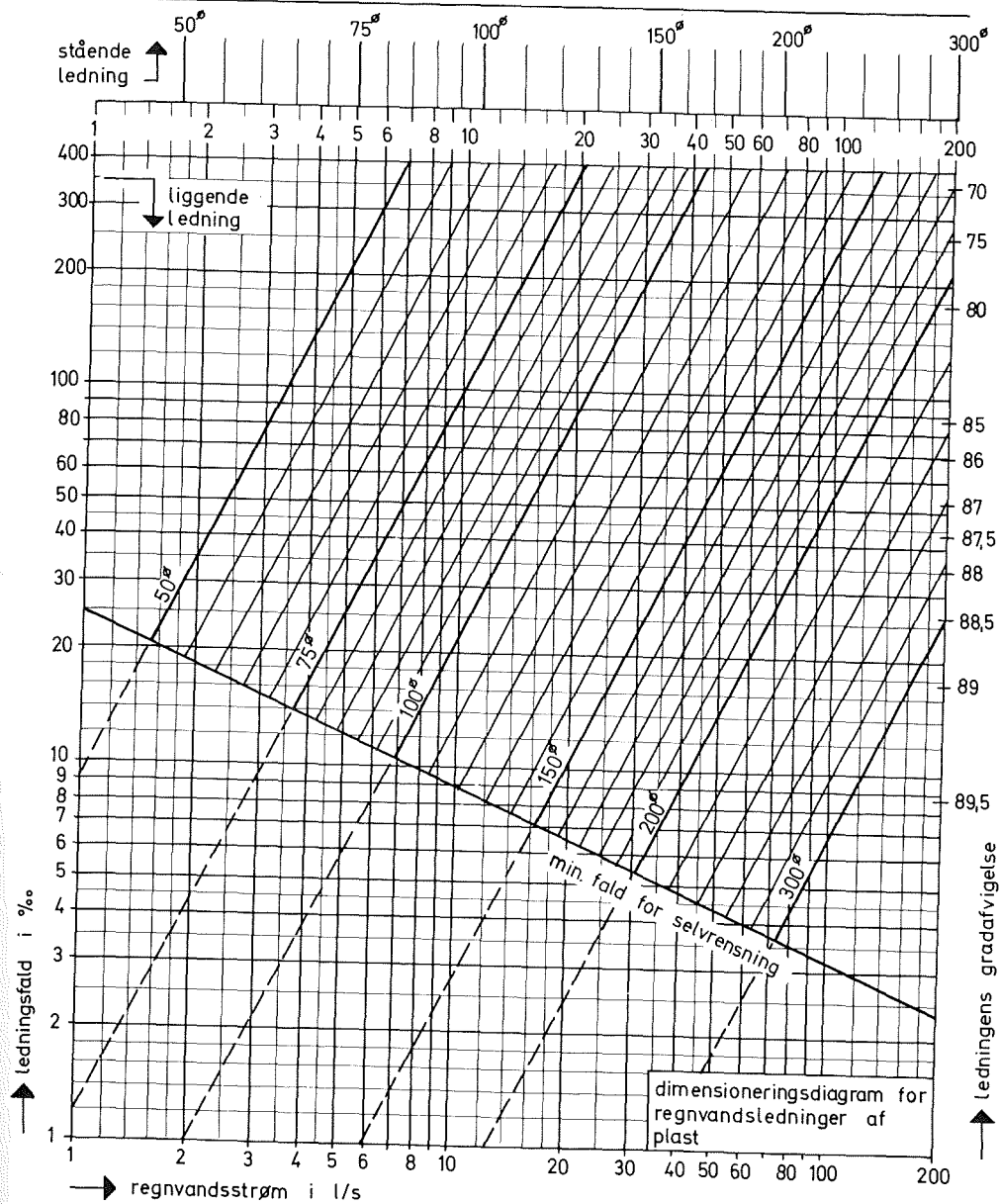


Fig. 5.4b

ter. Fremhævede dimensioner (rørnumre) har præference. Ledninger i jord skal være mindst 75 mm $\emptyset$ .

For liggende ledninger er diagrammerne en grafisk afbildning af Colebrook-Whites formel, optegnet for den relative vanddybde  $y/d = 1/1$ , og minimums-forskydningsspændingen  $\tau = 0,15 \text{ kg/m}^2$  for ler-, beton- og støbejernsledninger (fig. 5.4a) og  $0,14 \text{ kg/m}^2$  for ledninger af plast (fig. 5.4b). For stående ledninger er diagrammerne en afbildning af Wylly-Eatons formel optegnet for fyldningsforholdet  $f = 1/3$ . Angående de forudsatte ruheder henvises til normen.

## Eksempel

En regnvandsledning i en afløbsinstallation har en sandsynlig regnvandsstrøm på 10 l/s. Iflg. normen skal ledningen således være selvrensende for en vandmængde på ca. 10 % heraf, dvs. 1,0 l/s.

Det disponible ledningsfald  $(\frac{h_1 - h_0}{L_1})$  er 30 ‰, og den disponible hældning af energilinien  $(\frac{H_1 - H_0}{L_1})$  er 8 ‰, vedr. bogstavsymbolerne se fig. 5.3.

Diagrammet fig. 5.4a giver med regnvandsstrømmen som indgangsværdi, at en 100 mm ledning med et ledningsfald på 30 ‰, dels er selvrensende, og dels har en vandføringsevne på 10 l/s under forudsætning af, at hældningen af energilinien svarer til ledningsfaldet. Da energilinie-faldet imidlertid kun kan være 8 ‰, skal ledningsdimensionen – uanset at ledningsfaldet er større – vælges svarende hertil, og der skal således anvendes en dimension på mindst 130 mm, og det nærmeste større præferencerørnummer 150 mm bør anvendes.

En 150 mm ledning med et fald på 30 ‰ har en vandføringsevne på ca. 28 l/s. Ledningen skal iflg. normen være selvrensende for en vandmængde på 1,0 l/s (10 % af den maksimale vandstrøm). Hertil svarer en relativ vandstrøm på  $1,0:28=0,036$  eller 3,6 %, og iflg. diagrammet for delvist fyldte ledninger i normen svarer det igen til en relativ vanddybde på 12 % eller 1,8 cm. Slæbekraften kan nu beregnes svarende hertil som  $T = \gamma \cdot I \cdot R$

hvor  $\gamma$  er vandets vægtfylde = 1000 kg/m<sup>3</sup>

I hældning af energilinie = 8 ‰ = 0,008

R hydraulisk radius = forholdet mellem vandstrømmens tværsnitsareal og ”den våde del” af ledningens omkreds = 0,0123 m.

Slæbekraften bliver altså

$$T = 1000 \cdot 0,030 \cdot 0,0123 = 0,37 \text{ kg/m}^2$$

hvilket er tilstrækkeligt.

### Dimensionerings-proceduren

Som det ses af ovenstående eksempel bliver slæbekraften tilstrækkelig stor, når blot ledningsfaldet vælges iflg. fig.

5.4a eller 5.4b svarende til den største regnvandsstrøm. Dette bekræftes af den regel, der kan udledes af de gældende formler og som siger, at slæbekraften groft sagt er uafhængig af den valgte dimension og kun afhænger af energiliniens hældning og vandstrømmen.

Dimensioneringsproceduren bliver således:

ledningsfaldet beregnes iflg. fig. 5.4a eller 5.4b svarende til største vandstrøm.

ledningsdimensionen bestemmes iflg. fig. 5.4a eller 5.4b svarende til den disponible hældning af energilinien og største vandstrøm.

### Regnvandsafløb fra tage, altaner m.v.

Normen stiller krav om, at regnvand skal bortledes fra bygningsdele, således at der ikke opstår gener eller skader.

### Regnvandsinstallationens arrangement

Sikringen af bygninger mod skader hidrørende fra regnvand er ikke alene af afløbsteknisk art, og bygningsreglementet opstiller derfor en række krav til bygningsdelene om taghældning, fugtisolering, udluftning m.v. Regnvandsafløbets arrangement er derfor ofte afhængigt af de bygningstekniske løsninger, og det kan eksempelvis nævnes, at antal og placering af tagnedløb oftest vælges ud fra bygningstekniske – herunder også æstetiske – synspunkter.

### Regnvandsstrøm Regnintensitet

Tidligere i dette afsnit er omtalt, at afløbsledninger i jord oftest dimensioneres ud fra en regnintensitet på 130 l/s pr. ha svarende til overbelastning én gang hvert andet år. Ved beskyttelse af bygningsdele o. lign. kan der imidlertid, da overbelastning f.eks. kan betyde beskadigelse af varmeisolerende lag, være grund til at dimensionere for noget sjældnere overbelastninger, og det kan anbefales at regne med regnintensiteten på 200-230 l/s pr. ha svarende til en sandsynlig overbelastning hvert 4.-5. år.

Ikke al regn falder i lodret retning, og der kan ved beregning af f.eks. skrå tage og helt eller delvist overdækkede altaner være grund til at regne med, at regnen ved det dimensionerende regnskyl – under indvirkning af vind – kan danne en vinkel (forskellig fra 90°) med det vandrette

plan. Engelske målinger har vist, at denne vinkel ved det dimensionerende regnskyl sjældent er mindre end  $65^\circ$ , og indtil der foreligger danske målinger kan det anbefales at regne med denne værdi, se fig. 5.5.

#### Skrå bygningsdele

Da regnintensiteten refererer til et vandret areal, kan der regnes med, at en skrå bygningsdel (tag) opfanger regn svarende til et større areal end bygningsdelens vandrette projektion. Med henvisning til fig. 5.5 kan den maksimale regnvandsstrøm ( $Q_R$ ), der falder på en skrå flade, beregnes som

$$Q_R = i \cdot F_p \cdot 10^{-4} (1 + 0,466 \cdot \operatorname{tg} \alpha)$$

hvor  $Q_R$  er den maksimale regnvandsstrøm i l/s

$i$  regnintensiteten i l/s pr. ha,

$F_p$  arealet i  $m^2$  af fladens vandrette projektion og

$\alpha$  fladens vinkel med et vandret plan.

For vinkler ( $\alpha$ ) mindre end  $50^\circ$  kan der med rimelig nøjagtighed regnes med

$$Q_R = i \cdot F_v \cdot 10^{-4} \text{ l/s.}$$

hvor  $F_v$  er tagfladens virkelige areal.

#### Altaner m.v.

Den skrå regn bevirker også, at det beregningsmæssige regnareal ved helt eller delvist overdækket arealer (terrasser, altaner m.v.) er større end svarende til det ikke over-

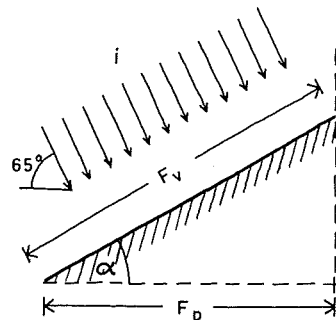


Fig. 5.5. Regnvandsstrøm fra skrå flader. Det regnvandsmodtagende areal ( $F_v$ ) beregnes som  $F_v = F_p (1 + 0,466 \cdot \operatorname{tg} \alpha)$

dækkede. Med henvisning til fig. 5.6 ses, at regnarealet  $F_a$  bør forøges med

$$F_b = 0,466 H = \text{ca. } 0,5 H$$

hvor symbolerne refererer til fig. 5.6.

#### Afløb fra tage

Bygningsreglementet kræver, at der skal ske regnvandsafledning fra alle tage, med mindre der er tale om bygninger med særlig fri beliggenhed. Tagrender eller tilsvarende foranstaltning kan dog undlades ved mindre bygninger som garager, udhuse og skure med mindre bygningsmyndigheden stiller krav herom. Det skal sikres, at tagvandet ledes væk fra bygningen, og at det ikke bliver til gene for vejareal eller for nabogrund.

#### Tagedløb

Tagedløb eller stående regnvandsledninger kan dimensioneres efter reglerne i normens stk. 3.22. Disse regler forudsætter et fyldningsforhold på  $1/3$ , og dette kan kun opnås, såfremt tilløbsforholdene er ideelle, dvs. at indløb er forsynet med afrundede kanter og iøvrigt er udformet kor-

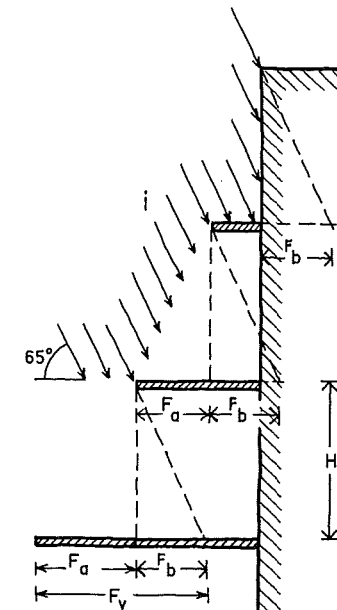


Fig. 5.6. Regnvandsstrøm fra altaner mm. Det regnvandsmodtagende areal ( $F_v$ ) ved én altan kan beregnes som

$$F = F_a + F_b = F_a + 0,466 H = \text{ca. } F_a + \frac{1}{2} H$$

rekt. Som retningsgivende for almindelig håndværksmæssig udførelse kan følgende fyldningsforhold (f) anføres:

indløb fra alle sider	$f = 1/3$
indløb fra én side (tagrende)	$f = 1/5 - 1/4$
indløb fra to sider (tagrende)	$f = 1/4 - 1/3$ .

### Flade tage

I de senere år er det blevet almindeligt at udføre tagpædkninger med intet eller kun meget lille fald, f.eks. 1:50. Disse tage er afløbsteknisk set karakteristiske ved, at regnvandet strømmer meget langsomt til nedløbene, der udføres som tagafløbsskåle normalt med tilløb fra alle sider, se fig. 5.7.

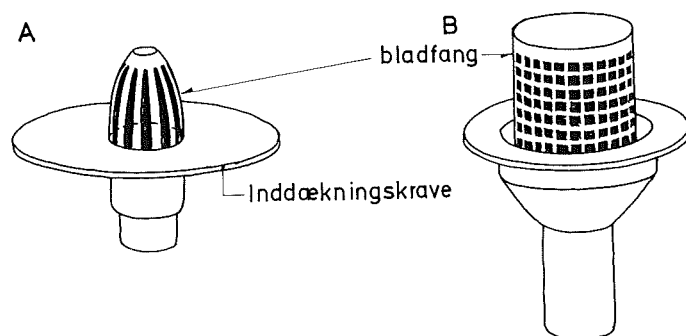


Fig. 5.7. Tagafløbsskåle til flade tage. A: Tagbrønd af plast. B: Tagbrønd af støbejern.

### Tagafløbsskåle

P.g.a. den meget langsomme tilstrømning er der på årstider med vekslende frost og tø en stor risiko for, at der dannes ispropper ved tagafløbsskålene, og at disse kan tilstoppes. Det er derfor ubetinget nødvendigt for at tilfredsstille normens funktionskrav, at anbringe nedløbene indvendigt i bygning, subsidiært at sørge for direkte opvarmning af tagafløbsskålen ved varmekabler el. lign.

Et sårbart punkt på flade tage er inddækninger omkring skorstene, ventilationshætter, ovenlys mv. For at beskytte inddækninger – og iøvrigt de bærende tagkonstruktioner – mod overbelastning er det nødvendigt at iagttage følgende retningslinier:

### Anbringelse af tagafløbsskåle

Tagafløbsskåle placeres på tagets laveste punkter. Der skal her tages hensyn til konstruktionens nedbøjning. uanset dimensioneringsresultat skal der mindst anbringes to tagafløbsskåle.

tagafløbsskåle skal forsynes med bladfang, se fig. 5.7. tagafløbsskåle bør placeres så langt fra inddækninger for hætter mv., at såvel tagafløbsskålens inddækning, som de øvrige inddækninger, kan udføres forsvarligt.

### Nedløbsrør

Tagafløbsskåle forbindes med nedløbsrør, der udføres som angivet for faldrør i almindelighed. Nedløbsrørene skal isoleres således, at der ikke dannes kondens på ydersiden. En isoleringstykkelse svarende til 20 mm mineraluld afsluttet med asfaltpap er passende.

Nedløbsrørene kan dimensioneres efter normens stk. 3.22, og der bør regnes med en regnintensitet på 200-230 l/s pr. ha.

### Tilslutning til den øvrige afløbsinstallation

Tagnedløb fra flade tage skal tilsluttes den øvrige afløbsinstallation, og tilslutningen kan ske på følgende måder:

enten i en lukket ledning til mindst 20 cm nedløbsbrønd, eller i en lukket ledning til en frostfrit anbragt mindst 100 mm støbejerns vandlås i bygningens underste etage, når der ikke er fare for forurening med blade, og når der umiddelbart på hver side af låsen anbringes et rensestykke, eller direkte til ejendommens afløbsledninger uden at passere en vandlås. Denne afløbsordning kan kun anvendes ved flade tage, der ikke er indrettet til opholdsareal, og placeringen af tagbrønden skal ske efter reglerne i kap. 19 for udluftningsplaceringer.

### Skrå tage

Den mest udbredte tagform er stadig det skrå tag, der forsynes med en dækning af teglsten, bølgeplader af asbestcement, skifer eller tilsvarende. Regnvandet føres til en tagrende, hvorfra det gennem et nedløbsrør føres til afløbsinstallationen, normalt over en nedløbsbrønd.

## Tagrender

Tagrender udføres normalt med halvcirkulært tværsnit, men også andre tværsnitsformer forekommer, f.eks. trapezformede og rektangulære. Materialet er oftest PVC (stift) eller zink, men også kobber anvendes, se fig. 5.8.

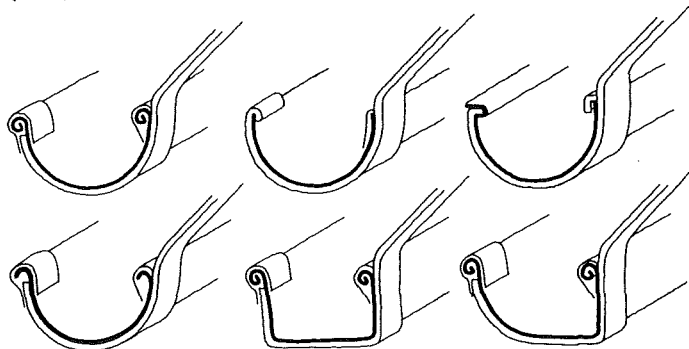


Fig. 5.8. Tagrendeprofiler.

## Tagrenders dimensionering

En tagrendes vandføringsevne er afhængig af dens størrelse, form og fald. For at undgå for stor afstand fra tagkant til rende er det almindelig praksis at montere tagrender med meget små fald eventuelt helt vandrette, og for en vandret rende er det kun størrelsen (tværsnitsarealet) og den geometriske form, der har betydning for vandføringsevnen. Engelske undersøgelser har påvist, at en halvcirkulær tagrendes kapacitet kan skrives som

$$Q = 0,0000267 \cdot A^{1,25}$$

hvor  $Q$  er vandføringsevnen i l/s  
 $A$  tværsnittet i  $\text{mm}^2$ .

Denne kapacitet kan ifølge de engelske forsøg korrigeres med følgende værdier:

+40 % ved fald større end ca. 2 ‰, dvs. 2 mm/m og render af større længde end 6 m.

Bøjninger, der er placeret nærmere udledningsstedet end 2 m, bevirker følgende ændringer af vandføringsevnen.

- 20 % ved vandrette render, skarpe bøjninger
- 10 % ved vandrette render, runde bøjninger
- 25 % ved render med fald

Den foran angivne kapacitetsformel og korrektionsværdierne kan med god tilnærmelse også anvendes for rektangulære tagrender.

I fig. 5.9 er for skrå tage med hældning mindre end 50°

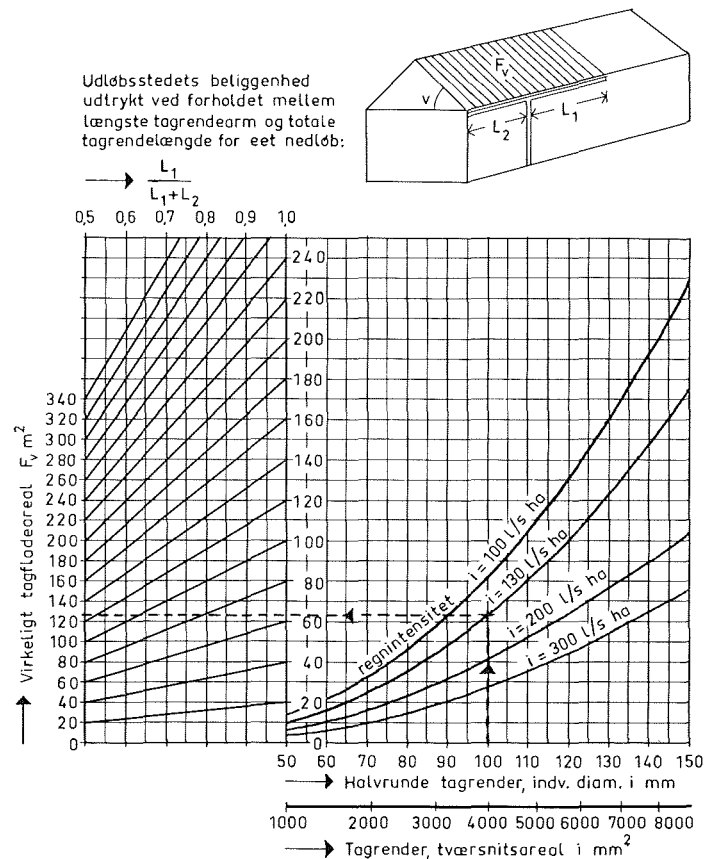


Fig. 5.9. Vandrette tagrenders kapacitet i afhængighed af regnintensiteten, tagrendens dimension og nedløsrørets beliggenhed.

Eksempel: En halvrund tagrende med  $d = 100$  mm kan i et område med regnintensitet  $i = 130$  l/s ha afvande et tagareal på  $64 \text{ m}^2$ , dersom nedløsrøret er beliggende for enden af tagrenden. Er nedløsrøret beliggende i midten, kan tagrenden afvande et tagareal på  $128 \text{ m}^2$ .

afbildet tagrenders kapacitet i afhængighed af tagrenders tværsnitsareal, tagarealet og regnintensiteten.

### Nedløbsrørs kapacitet

Den vandmængde, et nedløbsrør kan føre, afhænger af indløbets form, dvs. om indløbet har skarpe eller runde hjørner. Endvidere afhænger kapaciteten af, om nedløbsrøret får tilført vand fra én eller to sider. Man har fundet data for nedløbsrørs kapacitet i overensstemmelse med Wyly og Eatons formel:

$$Q = 0.0315 \cdot f^{\frac{5}{3}} \cdot d^{\frac{8}{3}} \cdot 10^6$$

hvor Q er vandmængden i l/s

f fyldningsforholdet

d indvendig diameter i m.

For nedløbsrør med tilløb fra to sider fandtes data svarende til fyldningsforholdet 1/4, og med tilløb fra én side fyldningsgraden 1/5. Disse fyldningsforhold er fundet for indløb med skarpe hjørner. For indløb med runde hjørner kan der regnes med 10-30 % kapacitetsforøgelse.

Nedløbsrør, som er placeret i den ene ende af en tagrende, har således en maksimumskapacitet, der er ca. 70 % af kapaciteten for et centralt placeret nedløbsrør.

I fig. 5.10 er afbildet nedløbsrørs kapacitet i afhængighed af nedløbsrørets dimension, regnintensiteten, tagarealet og nedløbsrørets placering.

Den dimensionerende regnintensitet kan normalt vælges svarende til overbelastning én gang om året dvs. 100-130 l/s pr. ha. Ved tagrender langs stærkt befærdet vej kan den dimensionerende intensitet eventuelt regnes noget større, f.eks. 200-230 l/s pr. ha.

Nedløbsrør kan placeres udvendigt på bygningen, og materialet er da normalt det samme som tagrendens.

Nedløbsrør på en bygningsfacade mod stærkt befærdet vej (fortov) bør, for at kunne tåle store mekaniske påvirkninger, på de nederste ca. 2 m udføres af et stærkt materiale, f.eks. asfalteret støbejern eller rustfrit stål.

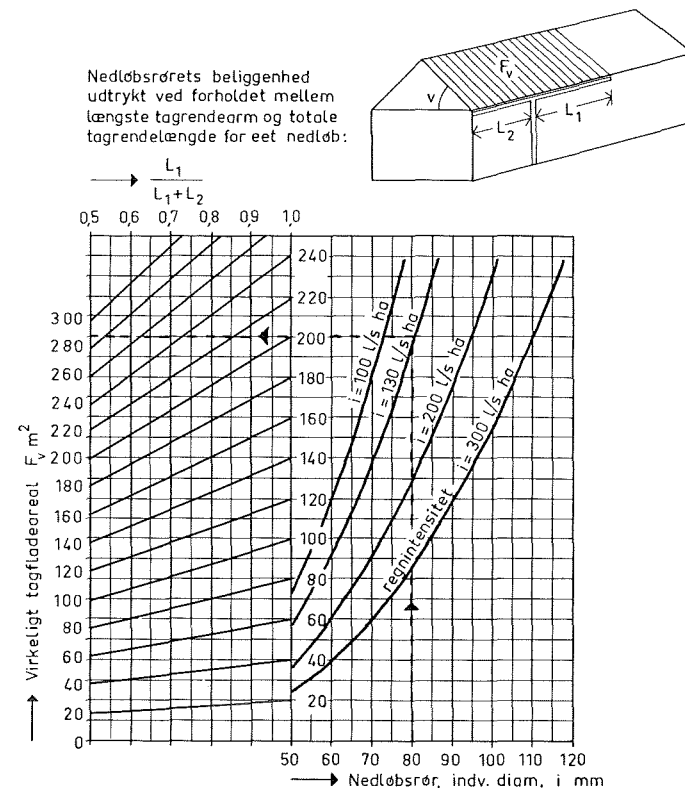


Fig. 5.10. Nedløbsrørs kapacitet i afhængighed af regnintensiteten, nedløbsrørets dimension og nedløbsrørets beliggenhed.

Eksempel: Et 80 mm nedløbsrør kan i et område med regnintensitet i = 130 l/s ha bortlede vand fra 200 m<sup>2</sup> tagareal, dersom nedløbsrøret er beliggende for enden af tagrenden. Er nedløbsrøret beliggende midt for tagrenden, kan det bortlede vand fra 290 m<sup>2</sup> tagareal.

Tilslutning til den øvrige afløbsinstallation

Tagnedløb fra skrå tage skal tilsluttes den øvrige afløbsinstallation, og tilslutningen kan ske på følgende måder:

enten i en lukket ledning til en mindst 20 cm nedløbsbrønd,

eller i en lukket ledning til en rørvandlås. Denne løsning bør ikke anvendes, hvor der er risiko for tilstopning med blade. Rørvandlåsen skal enten have en let tilgængelig renseskruer, eller der skal være rensadgange på begge si-

der af låsen umiddelbart ved denne. Da ulemperne ved rensning under regnvejr kan være store, bør låsen anbringes i bygningens underste etage og bedst i et rum med gulv afløb,

eller udover det omkringliggende areal, eventuelt gennem en åben rende (Kinnekulla-rende) med fald til en nedløbsbrønd. Hvis det skønnes, at der opstår gener ved denne løsning, kan myndighederne forbyde den. Løsningen bør ikke anvendes, når bygningen har terrændæk og under alle omstændigheder skal terrænet falde mindst 1:40 væk fra huset. Det er vigtigt, at lunger hidrørende fra utilstrækkeligt komprimerede opfyldninger fyldes op, således at terrænfaldet væk fra bygningen er sikret.

#### *Afvanding af andre tagformer*

Der findes naturligvis andre tagformer, hvorfra afledning af tagvand ikke kan foregå som anført for de skrå og flade tage. Det vil imidlertid føre for vidt at komme ind på disse i denne anvisning, og der skal derfor kun omtales nogle enkelte konstruktionsregler.

Tilløb til nedløbsrør bør udføres strømnings teknisk rigtigt. Hvis oversvømmelse som følge af tilstopning af et nedløb kan bevirke, at der trænger vand ind i bygningskonstruktionen, bør der etableres to nedløb.

Hvis der udføres bygningsmæssige "tagrender", må man sikre sig, at varmeisoleringen har en tilstrækkelig tykkelse, også ved bunden af renderne.

#### Specielle nedløb

Ved terrasseformede tagkonstruktioner opstår ofte ønsket om, at tagvand fra højere liggende tagflader ledes ud over de lavere liggende evt. via nedløbsrør, der udmunder frit på disse. I disse tilfælde skal man være opmærksom på, at der ved fri udledning på en tagflade kan forekomme rent mekanisk slid på tagbeklædningen, og der bør derfor anbringes preplader af kobber eller lignende stærkt og korrosionsbestandigt materiale.

Udspyere bør ikke anvendes over færdselsarealer.

Kædenedløb er en form for nedløb, der i de senere år er blevet moderne ved lav bebyggelse. Kædenedløb er en afløbsteknisk meget dårlig form for nedløb, og det kræver myndighedernes tilladelse at anvende den. Ved projektering af et kædenedløb bør man sikre sig

at nedløb fra tag til kæde udformes tragtformet, således at regnvandet kommer i kontakt med kæden, at kæden fastgøres forsvarligt i tragten, at kæden anbringes mindst 1-1,5 m fra facaden for at undgå, at afløst vand rammer facaden, at kæden forneden forankres i en mindst 20 cm rørbrønd (evt. betonmuffe) med rist.

#### Faskiner

Hvor bebyggelsesforholdene og jordbundens beskaffenhed måtte skønnes egnet, kan myndighederne efter særlig ansøgning i hvert enkelt tilfælde give tilladelse til, at afløbet fra nedløbsrør føres til stenfaskiner (stendræn) på følgende betingelser:

Tilladelsen gives på ejerens eget ansvar, og den til enhver tid værende ejer er pligtig til for egen regning efter myndighedernes krav at forny stenmaterialet eller føre regnvandet til gadekloakken, eventuelt ved afdræning af faskiner, under iagttagelse af eventuelle for en sådan tilslutning til gadekloakken gældende tekniske og økonomiske bestemmelser. Forpligtelsen til at slutte afløbet til gadekloakken kan kræves tinglyst på ejendommen.

Til faskiner for regnvand fra tage må der hverken føres afløb fra lyskasser, kældernedgange, nedkørselsramper, gårdspladser og lignende eller spildevand af nogen art.

Nedløbsrør, nedløbsbrønde, afløbsledninger og faskiner bør udføres som vist på fig. 5.11.

Faskinerne skal anbringes på ejendommens egen grund i en afstand af mindst 0,5 m såvel fra gade- eller vejareal som fra areal belagt med gade- eller vejservitut. Endvidere skal de anbringes mindst 5 m fra drikkevandsbrønde, samlebrønde o. lign. Faskinernes midtlinie (længdeakse) og endepunkter skal holdes mindst 5 m fra beboelses-



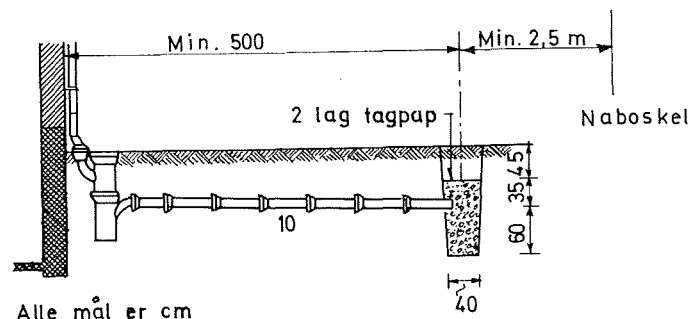


Fig. 5.11. Tagvandsafløb til faskine. Faskinens længde bør være mindst  $0,35 \text{ m pr. } 5 \text{ m}^2$  tagareal.

huse og fra huse, hvorunder der udgraves kælder. Ved huse uden beboelse og uden kælder kan afstanden nedsættes til 2,0 m. De anførte afstande skal iagttages såvel med henblik på bygninger på selve ejendommen som med hensyn til eksisterende og fremtidig mulig bebyggelse på naboejendomme.

Ved garager og udhuse på højst  $25 \text{ m}^2$  kan der gives tilladelse til at aflede tagvandet til faskine, uden at de foran angivne afstande og størrelsesforhold overholdes. Faskinerne må dog ikke anbringes i mindre afstand end 2 m fra bygninger og skel.

#### Afløb fra altaner, altangange og terrasser

Regnvand skal bortledes fra altaner o. lign. i et sådant omfang, at der ikke opstår gener og skader. Dette medfører, at der i almindelighed skal udføres afløb fra disse lokaliteter. Ved smalle altaner (bredde mindre end 1,5 m) kan der eventuelt undlades en egentlig afløbsinstallation, og man kan lade regnvandet dryppe udover forkanten eller udføre udspyere. Da regnvandet fra én altan, under blæsevej, vil blive blæst ind på den nedenfor liggende, vil den nederste altan modtage alt regnvand fra de ovenfor liggende og udspyere bør derfor ikke etableres ved højere bebyggelse end 3-4 etager.

I det følgende vil kun afløb fra altaner blive nærmere omtalt, men det anførte dækker i store træk også altangange og terrasser.

#### Altanafløb

Altanafløb etableres oftest som gulvafløb eventuelt som et simpelt sideindløb på et nedløbsrør. På fig. 5.12 er vist nogle typiske komponenter. P.g.a. frostfaren udføres altanafløb uden vandlås, og tilslutning til faldrør, der fører spildevand, er derfor ikke mulig.

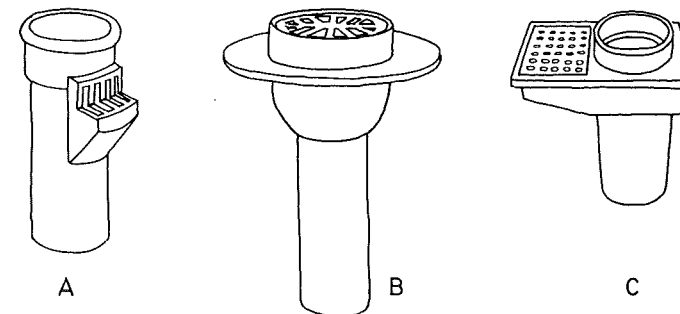


Fig. 5.12. Altanafløb. A: Støbejernsrør med sideindløb. B: Afløbsskål af plast. C: Afløbsskål af aluminium. Fig. 6.1. Omfangsdræn.

Placering af et afløb på en altan skal ske i det laveste punkt, og ved fastlæggelsen er det nødvendigt at tage hensyn til de nedbøjninger, altanplader i almindelighed får.

#### Regnvandsstrøm

Det regnmodtagende areal på en helt eller delvist overdækket altan, kan beregnes som arealet af den ikke overdækkede del med et tillæg for skråregn. Med henvisning til fig. 5.6 ses det, at dette tillæg kan sættes til halvdelen af etagens facadeareal.

Den dimensionerende regnintensitet bør sættes til  $200-230 \text{ l/s pr. ha.}$

Nedløbet	Nedløbsrøret kan dimensioneres som en stående regnvandsledning, men da tilløbsforholdene normalt er strømningsteknisk dårlige, bør der ikke regnes med større fyldningsforhold end 1/5.
Tilslutning til den øvrige afløbsinstallation	Tilslutning af altannedløb til den øvrige afløbsinstallation skal ske som angivet for tagedløb.

## Kapitel 6

### Drænvandsinstallationer

#### Generelt

Formålet med drænvandsinstallationer er bortskaffelse af uønsket vand i jorden. Vandet i jorden kan ønskes bortskaffet af mange forskellige grunde – som f.eks. ved markdræning hvor jorden skal gøres bedre egnet til dyrkning – men i denne anvisning skal kun omtales dræning med henblik på beskyttelse af bygninger og deres nærmeste omgivelser fra vand i jorden.

Dræning afviger på mange måder fra den øvrige afløbsteknik, bl.a. derved at så mange ydre forhold spiller en rolle for drænvandsinstallationens udformning, således kan nævnes:

overfladebefæstelsers tæthed,  
terrænfald,  
hydrologiske forhold (grundvandstand mv.) og  
geotekniske forhold (jordlagenes modstand mod vandgennemtrængning, mulige fundamentssætninger mv.).

Der er i det følgende givet en række anvisninger på projektering og udførelse af drænvandsinstallationer til beskyttelse af bygninger i ukomplicerede tilfælde.

#### Principper

Når en bygningskonstruktion skal beskyttes mod fugt i jorden, kan det gøres ved:

bortledning af nedsivende overfladevand,  
sænkning af grundvandstanden eller  
bortledning af indsivende vand.

Dræningen vil ofte være kombineret med en fugtisolering af konstruktionen. I tilfælde, hvor dræning er vanske-

ligt gennemførlig, kan der endog arbejdes med vandtætte konstruktioner. I langt de fleste tilfælde har man imidlertid at gøre med overflader, der ikke er tætte overfor vandtryk, således at en dræning er nødvendig.

### Dræntyper

De former for dræn, der kommer på tale i denne forbindelse, er:

ledningsdræn,  
stendræn og  
indskudsdræn.

### Ledningsdræn

Et ledningsdræn, se fig. 6.1, består i sin simpleste form af et system af rør, der kan være forsynet med slidser eller huller i rørvæggen og/eller kan være udført med utætte

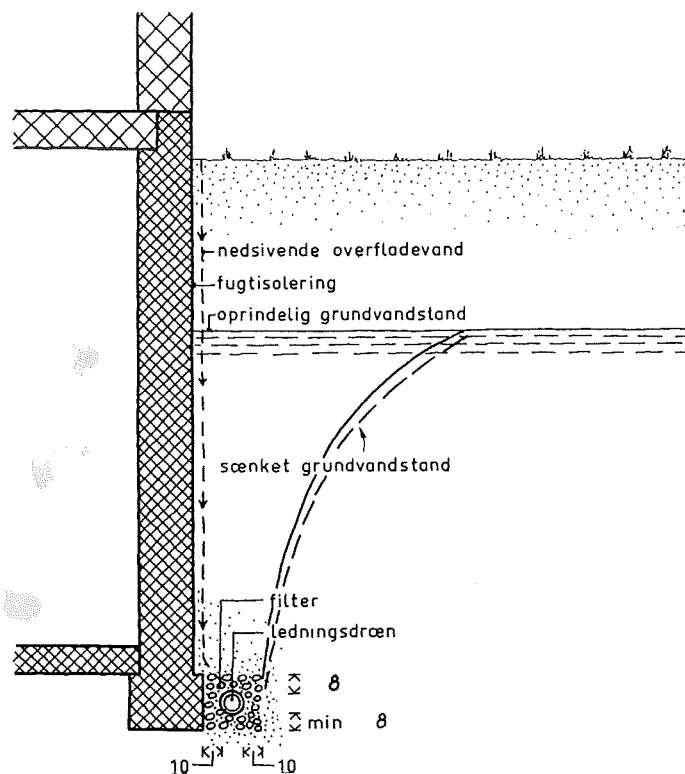


Fig. 6.1. Omfangsdræn.

samlinger. Vandet siver gennem slidserne (hullerne) eller samlingerne ind i røret, gennem hvilket det bortledes.

Med et ledningsdræn kan man bortlede nedrivende overfladevand og/eller etablere en permanent, lokal sænkning af grundvandsspejlet. Da de fleste jordarter indeholder fine partikler (ler), vil der være en tendens til, at disse transporteres med af det indrivende vand og derved tilstopper slidser og huller i drænledningen. For at hindre denne tilslamning er det som en hovedregel nødvendigt at udføre et filter omkring rørene.

### Filter for ledningsdræn

Filtret omkring rørene opbygges normalt af stenmaterialer, hvis kornstørrelse skal vælges således, at

den omkringliggende jord ikke kan tilstoppe filtret, og filtermaterialet ikke kan trænge ind i rørene.

### Filterkriterier

Det er væsentligt for drænets funktion, at filtret er opbygget med de rigtige kornstørrelser. Til støtte for valget af filtrets kornstørrelse har man nogle såkaldte filterkriterier, der fortæller noget om forholdet mellem jordmaterialets og filtermaterialets kornstørrelser. Kriterierne lyder:

$$\frac{d_{15, \text{filter}}}{d_{85, \text{jord}}} < 4 \text{ à } 5$$

$$\frac{d_{15, \text{filter}}}{d_{15, \text{jord}}} < 20 \text{ à } 25$$

$d$  står for maskevidden i en sigte, og betydningen af symbolerne er således:

$d_{15, \text{jord}}$  maskevidden i den sigte, hvor 15 % af den pågældende jordart passerer,

$d_{85, \text{jord}}$  maskevidden i den sigte, hvor 85 % af den pågældende jordart passerer og

$d_{15, \text{filter}}$  maskevidden i den sigte, hvor 15 % af filtermaterialet kan passere.

Hertil kommer, at filtermaterialet skal have en sådan kornstørrelse, at det ikke kan trænge ind i røret. Det første af de to nævnte kriterier er langt det vigtigste, og et filter

opbygget efter dette vil være stabilt, dvs. sikre at jordarten ikke passerer filtret.

#### Anvendelse af filterkriterierne

De størrelser, der indgår i filterkriterierne, kan ret enkelt bestemmes med nogle sigteprøver, og dette bør også gøres ved lidt større arbejder eller ved usædvanlige jordbundsforhold. For de øvrige tilfælde kan der gives følgende retningslinier. Ved jordarter, hvis overvejende bestanddele er ensartede, kan følgende filtermateriale anvendes:

<i>jordart</i>	<i>filtermateriale</i>
sand	grus
fint sand	usorteret grus
mel-ler	usorteret sand
finere end ler	usorteret sand

Hvis jordmaterialet er grovere end sand, har udførelse af ledningsdræn ingen værdi, se under sænkning af grundvandsspejlet.

#### Stendræn

Såfremt man ønsker at sikre en konstruktion mod indsvivende grundvand, kan der udføres et stendræn som vist i fig. 6.2. Det udlægges som et sammenhængende lag af stenmateriale, der afvandes gennem ledninger, evt. til et ledningsdræn.

Stendrænet har en meget vigtig funktion som kapillarbrydende lag, og det er derfor vigtigt, at stenmaterialet ik-

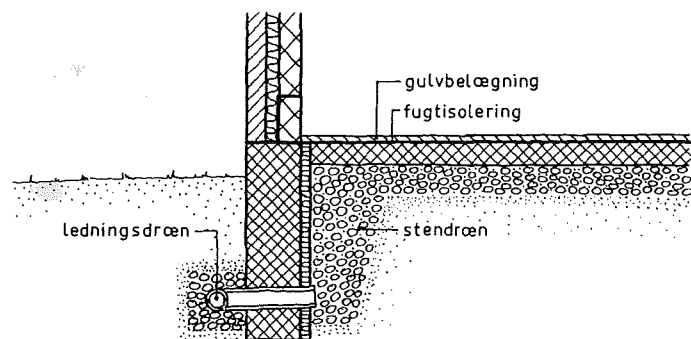


Fig. 6.2. Stendræn.

ke indeholder ler og silt, men udelukkende består af renvaskede materialer med kornstørrelse større end ca. 4 mm.

Stendrænets kornstørrelse kan bestemmes på samme måde som angivet for ledningsdrænets filter, men et stendræn er iøvrigt ikke særligt udsat for tilslamning. Der bør derfor vælges ret grove materialer.

#### Indskudsdræn

I områder, hvor tilstrømningen af grundvand er så stor, at det ikke kan bortfjernes ved en af de førnævnte dræningsformer, kan det blive nødvendigt at udføre et indskudsdræn, se fig. 6.3.

Indskudsdræn er en meget kostbar foranstaltning, og da såvel indskud som afløbet derfra er praktisk talt utilgængelige efter færdiggørelsen, skal der udvises megen omhu ved valg af materialer og arrangement. Man må ligeledes gøre sig klart, at afløbet, der i hele sin udstrækning forløber under grundvandsspejlet og er udsat for vandtryk, skal være tæt, og samlinger bør derfor være af klasse a.

Grundvand kan være aggressivt overfor beton, og ledningerne bør derfor udføres af glaserede lerrør eller tilsvarende.

#### Grundlag for valg af dræntype

##### *Hydrologiske og geotekniske undersøgelser*

Det må betragtes som en selvfølge, at der før eller under projekteringen er indhentet oplysninger om, hvordan grundvandsforholdene er i det pågældende område. Ved småhusbyggeri kan man klare sig med at spørge naboer eller den lokale bygningsmyndighed, der normalt vil være i besiddelse af tilstrækkelige oplysninger. Ved blot nogenlunde store byggerier er det altid nødvendigt at lade foretage geotekniske undersøgelser, herunder indhentning af udtalelser om grundvandsstand og de vandførende lags beskaffenhed, samt hvis det er muligt, en bedømmelse af tilstrømningens størrelse.

##### *Grundvandsspejlets beliggenhed*

Det er afgørende for drænvandsinstallationen, om den bygningsdel, man vil beskytte, befinder sig over eller under grundvandsspejlet. Ofte kompliceres situationen af, at der forekommer flere forskellige grundvandsspejl, nemlig

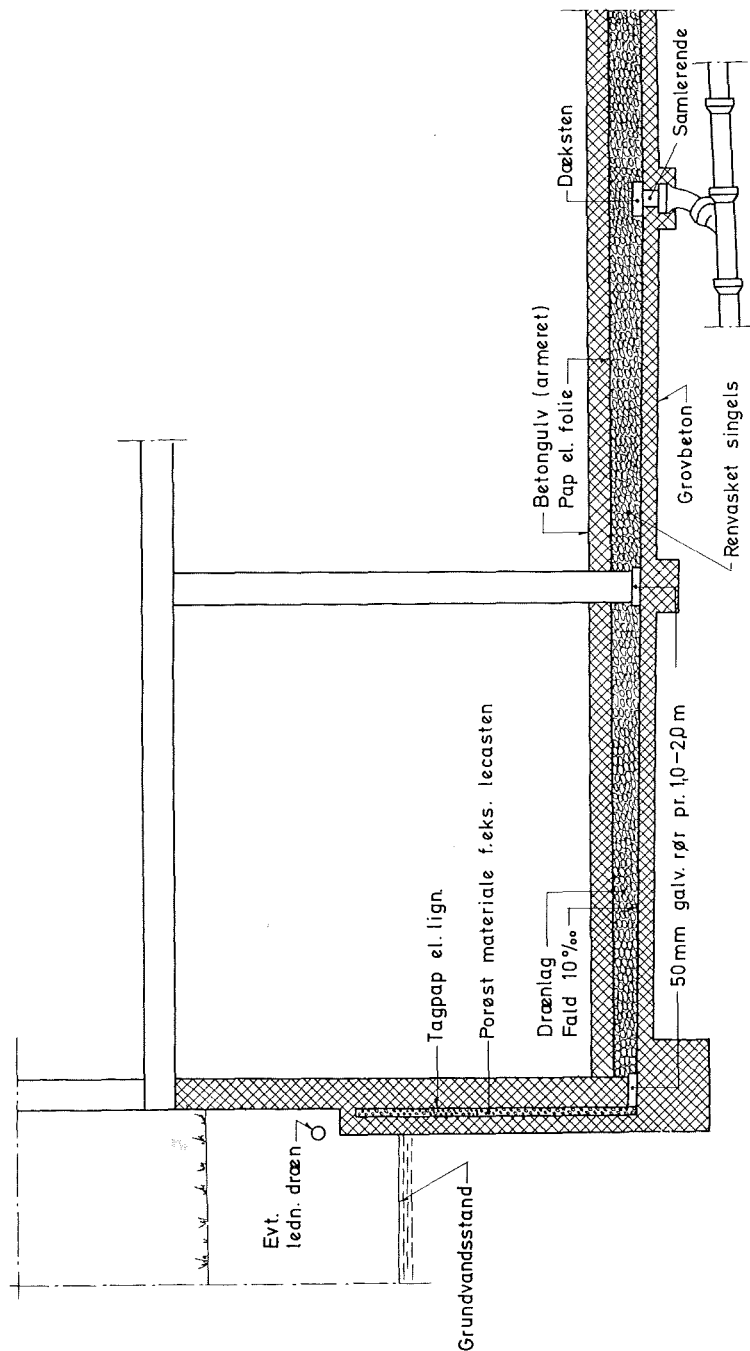


Fig. 6.3. Indskudsdræn.

det primære (egentlige) grundvandsspejl, der normalt kun udviser små højdesvingninger gennem året, og et eller flere sekundære vandspejl, der kan udvise ret store svingninger med tiden.

De sekundære vandspejl opstår ofte, når nedsvivende vand rammer et vandstandsende lag og bortledes langs oversiden af dette.

Der er dog ingen forskel mellem de drænforanstaltninger, der foretages, hvadenten der er tale om et primært eller et sekundært grundvandsspejl.

#### Dræning over grundvandsspejlet

Drænvandsinstallationer over grundvandsspejlet udføres normalt for at fjerne nedsvivende overfladevand og for at afvande kapillaritetsbrydende stendræn.

#### Dræning under grundvandsspejlet

Drænvandsinstallationer under grundvandsspejlet udføres normalt for

at sænke grundvandsspejlet permanent, eller at bortskaffe indsvivende grundvand.

En permanent sænkning af grundvand er normalt kun mulig og forsvarlig, når jordarterne er dårligt gennemtrængelige for vand (lerede jordarter), og der således bliver tale om små vandstrømme. I dette tilfælde vil dræning installationen kunne udformes som et ledningsdræn eller evt. et stendræn.

Såfremt jordarterne hovedsageligt består af sand og grus, altså jordarter med stor vandgennemtrængelighed, kan det blive en uoverkommelig opgave at foretage en permanent sænkning af grundvandsstanden. Den eneste udvej i dette tilfælde er at udføre et indskudsdræn, og myndighederne har mulighed for at påbyde dette.

#### Fugtisolering

Beskyttelse af bygningskonstruktioner mod fugt består normalt ikke alene af en drænvandsinstallation. Der bør udføres en egentlig fugtisolering. Denne kan udføres på mangfoldige måder, og det falder uden for denne anvisnings rammer at behandle dette store specialområde. Det

skal dog bemærkes, at de fleste former for fugtisolering ikke gør konstruktionerne fuldstændigt vandtætte. Fugtisoleringen er således normalt et supplement til drænvandsinstallationen – og ikke en erstatning for denne.

**Omfang og udførelse** Bygningsreglementet stiller krav om, at alle bygningsdele skal beskyttes mod fugt, således at der ikke opstår gener eller skader. For bygningsdele under terræn består denne beskyttelse, foruden udførelse af en fugtisolering, af en dræninstallation.

Der bør således udføres en drænvandsinstallation ved kælderydervægge, alle gulve mod jord og eventuelt ved fundamenter.

Den nye afløbsnorm viderefører – indtil der er udkommet en ny norm for dræning af bygværker – de i det tidligere afløbsregulativ anførte bestemmelser om dræning, og principielt skal der derfor henvises dertil. Om arrangement af drænvandsinstallationer skal der dog citeres bestemmelserne for udførelse af ledningsdræn, stendræn og indskudsdræn.

### Ledningsdræn

Ledningsdræn skal efter forskrifterne udføres på følgende måde:

- Ledningsdræn udføres af brændte lerrør med en indvendig diameter af mindst 8 cm. Rørene lægges med så små fuger som muligt. Løbet i drænledningerne skal under beboede kældre\*) lægges i en dybde af mindst 0,6 m under overkant af færdigt gulv; under andre kældre skal ledningerne lægges med løbet i en dybde af mindst 0,3 m. Under beboede kældre skal drænledningerne endvidere lægges i lukkede, indbyrdes forbundne felter med et areal på højst 30 m<sup>2</sup>. Ledningernes fald må ikke være

\*) "Beboede kældre" er anført i forskrifterne, hvorfra dette stykke er citeret. I dag må kældre ikke anvendes til beboelse.

mindre end 3 ‰. Drænledninger uden for bygninger hvorunder der er kældre, skal af hensyn til frostfaren lægges med sit bundløb i en dybde af mindst 70 cm.

- I sand og i sandet jord dækkes ledningerne med et sandstandsende lag af groft, uharpet bakkegrus af uensartet kornstørrelse, der skal have en tykkelse af mindst 10-15 cm over og mindst 8 cm på hver side af ledningerne. Hvor det skønnes nødvendigt at forhindre sandindtrængen nedefra, lægges ledningerne på et 8 cm tykt sandstandsende gruslag. I jord af anden beskaffenhed dækkes ledningerne enten med et gruslag som ovenfor nævnt eller med udvasket småsingels (jf. DS 401), kalkfri, renharpede murstensskærver eller renharpede, hårde slagger i samme tykkelse som ovenfor anført.
- Afdækningslaget for drænledninger under kældre skal være beliggende helt under betongulvet, og hvor ledningernes dybde er mindre end 40 cm, skal laget dækkes med tagpap eller på anden forsvarlig måde, forinden betonstøbningen finder sted.

### Stendræn

Stendræn lægges som et sammenhængende 20 cm tykt lag af groft grus som anført foran, små singels, kalkfri, renharpede murstensskærver (eller andre skærver) eller renharpede hårde slagger umiddelbart under kældergulvet. Bortledningen af grundvandet sker gennem drænledninger, anbragt i et skønsmæssigt tilstrækkeligt omfang i underkanten af stenlaget. Stenlaget dækkes forinden betonstøbningen med tagpap eller på anden forsvarlig måde.

### Indskudsdræn

Indskudsdræn lægges som et sammenhængende mindst 15 cm tykt lag af udvasket singels eller granitskærver imellem to betonlag, hvoraf det øverste skal have mindst almindelig gulvtykkelse. Det underste betonlag, der eventuelt skal armeres af hensyn til vandtrykket, gives fald til et passende antal render, hvorfra det gennem betonlaget sivende grundvand gives afløb til en pumpebrønd igennem ledninger af glaserede lerrør med asfaltstøbte samlinger. Forinden udlægningen af stenlaget dækkes renderne med mursten eller lignende. Stenlaget dækkes med tagpap eller

på anden forsvarlig måde, forinden det øverste betonlag udstøbes. Ved tilslutningen til kældervæggene vil det i almindelighed være nødvendigt enten at udføre et lodret indskudsdræn, anbragt udvendig på bygningens fundamenter, eller at udføre vandtæt støbning.

Det skal pointeres, at de i det foregående anførte krav hidrører fra det tidligere afløbsregulativ, og at den nye norm indtil videre gør disse krav gældende. Det må dog forventes, at der vil komme en revision af kravene.

### Dimensionering

Man kan stille det rent funktionelle krav, at ledningsdimension og -fald skal være tilstrækkelige til at bortlede drænvandsstrømmen i takt med tilløbet. Dette funktionskrav er meget vanskeligt at udmønte i mere konkrete bestemmelser, da der bl.a. ikke eksisterer et grundlag for en rationel beregning af vandstrømmene i en dræninginstallation.

### Drænvandsstrøm

Ud fra en geoteknisk undersøgelse og ved beregninger og prøvepumpning kan man beregne en sandsynlig drænvandsstrøm, men der vil være meget stor usikkerhed på resultatet. Generelt kan det siges, at drænvandsstrømme normalt vil være små sammenlignet med regnvandsstrømme.

Drænvandsstrømmen vil for almindelig dansk morænejord næppe overstige 1 l/s pr. ha, og det er sandsynligt, at størrelsesordenen i bebyggede områder snarere er 0,1-0,2 l/s pr. ha.

### Ledningsdimension

Dimensioneringen af drænvandsledninger bygger på gamle traditioner og erfaringer. Traditionen er, at ledningsdimensionen kun undtagelsesvis er større end 80 mm og faldet mellem 3 og 100 ‰. Det traditionelle materiale for drænrør er uglaserede lerrør, og samlingsmåden er den simplest tænkelige, nemlig ingen samling. Denne fremgangsmåde er på sin vis stadig fyldestgørende i de fleste tilfælde.

Plastmaterialernes indføring i afløbsteknikken har bevirket, at man i dag kan vælge mellem rør af mange forskellige typer og dimensioner. Dimensioneringsgrundlaget mangler dog stadig, og fabrikanterne oplyser kun sjældent om hvilke tryktab, der kan forventes i ledningerne.

### Valg af dimension

Valg af dimension vil, som det kan forstås af ovenstående, oftest ske på grundlag af skøn ud fra et erfaringsmateriale. I det følgende er anført nogle meget grove retningslinier.

Dimensioner under 50 mm bør normalt ikke anvendes. Uanset at vandstrømmene kan være meget små, er der altid en vis risiko for tilslamning, og drænrør skal kunne fungere i mange år uden tilsyn. (50 mm kan dog evt. anvendes ved meget små bebyggelser, såsom enfamiliehuse). For det område, som afløbsnormen dækker, vil rørdimensioner på 65-100 mm normalt være tilstrækkelige.

Dimensioner over 250 mm bør ikke anvendes. I fald meget store arealer drænes, bør der ske en opdeling på flere systemer, der kan fungere uafhængigt af hinanden.

### Ledningsfald

En dræning regnes for selvrensende, når blot faldet er større end 3 ‰, og erfaringen har vist, at dette er tilstrækkeligt.

### Udluftning

Drænsystemer udluftes ikke.

### Tilslutning til afløbsinstallationen

Det af et drænsystem opsamlede vand skal bortledes gennem den almindelige afløbsinstallation. Tilslutning til denne kan ske direkte eller over en pumpebrønd. Hvor dobbeltsystemet anvendes, skal tilslutning altid ske til regnvandssystemet.

### Direkte tilslutning

Direkte tilslutning kan ske enten til en nedgangsbrønd gennem en U-vandlås af glaseret ler eller til en mindst 30 cm nedløbsbrønd med regnvandstilløb. Indmundingen skal ligge mindst 20 cm over henholdsvis vandspejlet i nedløbsbrønden og bundløbet i nedgangsbrønden.

Direkte tilslutning bør i almindelighed undgås, idet opstemning og eventuelle forstoppelser i den øvrige afløbsinstallation eller i hovedafløbsledningerne kan bevirke, at kloakvand trænger ind i drænsystemet. Det er således klart, at en betingelse for en direkte tilslutning er, at det samlede drænsystem ligger helt over den største opstemningshøjde for den øvrige afløbsinstallation, ikke blot på udførelsestidspunktet, men også i "al fremtid".

Indirekte tilslutning

Den bedste og i dag mest almindelige tilslutningsmåde er den indirekte, hvor drænvandet opsamles i en brønd, hvorfra det oppumpes.

Oppumpning med elektrisk drevet pumpe med studs på ikke over 50 mm (2") kan ske enten til en nedløbsbrønd eller til en nedgangsbrønd eller direkte til en fritliggende, udluftet afløbsledning, der skal dimensioneres for den samlede maksimale vandstrøm.

Indretning af pumpeanlægget skal ske som angivet for pumpeanlæg i kap. 15.

Rottesikring

Ved drænledningers tilslutning til en nedgangsbrønd kander i udmundingen anbringes en aftagelig rist af kobber eller galvaniseret jern, se fig. 6.4, for at forhindre rotters indtrængen i drænledningerne. Hvor myndighederne skønner det nødvendigt, kan en sådan rist kræves anbragt såvel ved nye som ved eksisterende drænledninger.

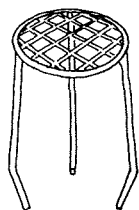


Fig. 6.4. Rottesikringsrist til dræntilslutning.

Materialer

Som for de øvrige afløbsinstallationer gælder det, at drænvandsinstallationer skal udføres af godkendt materiel, se kap. 11.

## Kapitel 7

### Separatsystemet (dobbelt-systemet)

Generelt

Et afløbssystem, hvor spildevandet afledes gennem ét og regnvand samt drænvand gennem et andet ledningssystem kaldes et separatsystem.

Hovedafløbsledningerne

Når hovedafløbsledningerne er udført efter separatsystemet, skal der til disse tilsluttes med to stikledninger, nemlig

stikledning for spildevand og  
stikledning for regnvand og drænvand.

Spildevandsledningen er normalt af en – i forhold til regnvandsledningen – lille dimension, men til gengæld dybt liggende. Dybder på 3-5 m er meget almindelige. For regnvandsledninger anvendes oftest dybder på 1,5-3 m.

Separatsystemet anses af mange for at være et ret dyrt system, men det har visse fordele ved rensningsanlæggets udformning, hvorfor det næsten altid udføres ved nyanlæg af hovedafløbsledninger.

I mange kommuner, hvor det eksisterende hovedafløbssystem er udført som et blandingssystem, er man i de senere år gået i gang med at ændre til separatsystem, og det har medført, at grundejerne i de pågældende områder har måttet ændre deres afløbsinstallation i overensstemmelse hermed.

På baggrund af disse forhold er det et åbent spørgsmål, om man ikke ved nyanlæg af en afløbsinstallation bør planlægge denne – uanset at hovedafløbsledningen indgår i et blandingssystem – med en så høj grad af separation, at en senere påbudt ændring til separatsystem kan gennemføres uden store og gennemgribende ændringer.



<b>Afløbsinstallationen</b>	Ledningsberegningen foregår ved separatsystemet som angivet i kapitlerne 4, 5 og 6 for henholdsvis spildevands- og drænvandsinstallationer, og her skal blot henvises til disse.
<i>Dimensionering</i>	
<i>Separation af spildevand og regnvand</i>	<p>Separatsystemet indebærer i sig selv en fuldstændig adskillelse af spildevand og regnvand i hvert sit ledningssystem. Det er meget vigtigt, at man holder sig dette for øje ved planlægning af installationerne, idet</p> <p>spildevandsledningerne som regel er så små, at de ikke kan bære nogen form for tilslutning af regnvand, selv fra små arealer (kældernedgange mv.), og regnvandsledningerne via hovedafløbsledningerne stort set uden nogen form for rensning føres direkte til recipienten, der f.eks. kan være en sø, en å eller lignende, hvor ingen form for forurening kan tåles.</p> <p>I praksis vil der dog ofte være lempelser i den strenge teori.</p>
Kældernedgange, lyskasser og dræn	Hovedregnvandsledningen vil normalt være så højt beliggende, at man ikke uden pumpning kan skaffe afløb fra dybt liggende kældernedgange, lyskasser, dræn osv. Den lokale bygningsmyndighed kan i sådanne tilfælde tillade, at disse afløb ledes til spildevandssystemet, men der kan ikke på forhånd regnes med en generel tilladelse. Såfremt afløbene pumpes, skal det ske til regnvandssystemet.
Dybtliggende kældre	Afløb fra dybtliggende kældre kan, når der ikke tilledes andet end overløb fra varmtvandsbeholder og tilsvarende ikke forurenede vand, tillades ført til pumpebrønd for drænvand og derfra oppumpes til regnvandssystemet. Også i dette tilfælde kræves myndighedernes tilladelse i hvert enkelt tilfælde.
Vaskepladser	Lidt mere problematisk er udvendige og uoverdækkede vaskepladser, hvis afløb principielt bør tilledes spildevandssystemet (evt. over benzinudskillere). Sådanne vaskepladser kan være ret store og derfor bevirke en overbelastning af

<i>Placering af ledninger</i>	<p>spildevandssystemet under regn, og der kan være en vis rimelighed i at tilslutte til regnvandssystemet. Afgørelsen ligger i hvert enkelt tilfælde hos de lokale myndigheder.</p> <p>Ved den praktiske udførelse af ledningerne er det meget nærliggende at søge regnvands- og spildevandsledningerne placeret så tæt ved hinanden, at de kan lægges i samme udgravning.</p> <p>Der er dog grænser for, hvor tæt ledningerne kan lægges; både ledningernes ydre mål, anbringelse af nedgangsbrønde og den praktiske udførelse af tilslutningen giver en vis mindste afstand mellem ledningerne, men nok så vigtigt er ledningernes indbyrdes placering rent højdemæssigt. Der er i tidens løb forekommet mange skader på såvel den øverste som den nederste ledning i en udgravning – oftest som følge af en utilstrækkeligt godt udført tilfyldning, specielt over den nederste ledning. Der kan ikke gives en generel retningslinie for ledningernes placering i forhold til hinanden, idet denne afhænger af jordbundsforholdene. I stiv jord kan man dog placere ledningerne som vist på fig. 7.1. Det skal endnu en gang pointeres, at tilfyldningen over den nederste ledning skal udføres meget omhyggeligt, og at der bør anvendes egnet grusfyld, der komprimeres meget omhyggeligt. Anvendes afstivning under udgravningen kan ledningerne placeres som vist på fig. 7.2.</p>
<i>Renseadgange i regnvandssystemet</i>	I regnvandssystemet kan der være større afstand mellem renseadgange på ledningerne end i spildevandssystemet. På lige ledninger i jord kan afstanden mellem nedgangsbrønde eller anden renseadgang sættes til 30-60 m alt efter ledningsdimension, -fald og antallet af tilslutninger.
<i>Beskyttelse mod lugtgener</i>	På regnvandssystemet er det ikke strengt nødvendigt at udføre lugtlåse (vandlåse), der kan dog opstå gener, såfremt tagedløbsmundingen er placeret umiddelbart under kvistvinduer eller lignende steder. I disse tilfælde kan det generelt anbefales at anbringe nedløbsbrønde med vandlås på tagedløb og ikke blot nøjes med sandfang.

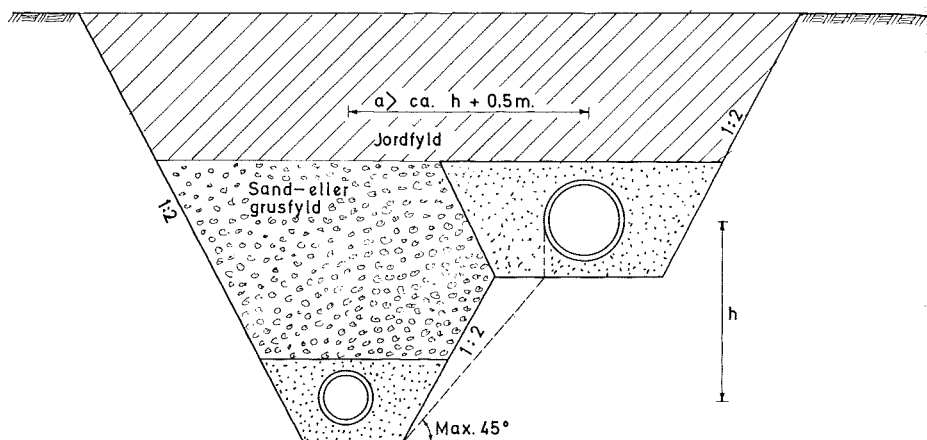


Fig. 7.1. Ledninger i samme udgravning (udgravning uden afstivning).

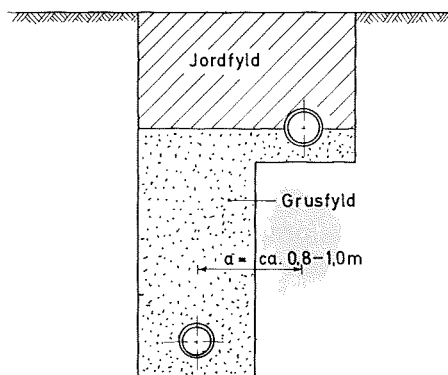


Fig. 7.2. Ledninger i samme udgravning (udgravning med afstivning).

## Kapitel 8

### Blandingssystemet

#### Generelt

Afløbssystemer, hvor spildevand, regn- og drænvand bortledes i samme ledningssystem kaldes blandingssystemer.

Blandingssystemet indebærer et enklere ledningssystem end separatsystemet, men medfører den komplikation, at ledningerne skal kunne fungere både ved den ret lille spildevandsstrøm og den noget større regnvandsstrøm. Dette medfører groft sagt store ledninger og store fald og dermed store dybder. Disse forhold er ikke særligt fremtrædende ved små anlæg, men ved store anlæg, hvor regnvandsstrømmen kan blive 10-100 gange større end spildevandsstrømmen, kan sammenblandingen af disse strømme synes uhenigtsmæssig.

#### Hovedafløbsledningerne

Som tidligere anført er hovedafløbsledningen i et blandingssystem karakteriseret ved at være relativt stort og dybt liggende. Dybder på 3-5 m er således almindeligt forekommende.

#### Afløbsinstallationen

##### Dimensionering

Dimensionering af ledninger i blandingssystemet er en kombination af de regler, der gælder for henholdsvis spildevands- og regnvandsledninger, se fig. 8.1.

#### Ledninger der kun fører spildevand

Rene spildevandsledninger dimensioneres helt som angivet i kap. 4.

DIMENSIONERINGSREGLER FOR AFLØBSLEDNINGER						
LEDNINGENS ART	DIMENSIONERENDE VANDSTRØM	LEDNINGENS PLACERING OG ORIENTERING	TILLADT FYLDNINGS-FORHOLD	LEDNINGSDIMENSION EFTER:	LEDNINGSFALD EFTER:	BEMÆRKNINGER
Ledning for både spildevand, regn- og drænvand	$Q_s = q_s + q_R + q_D$	Stående ledning	$\frac{1}{3}$	fig. 4.3	fig. 4.3	Ledningsfald skal være større end minimumsfald – efter fig. 4.3 for $q_s$ alene og efter fig. 5.4 for $q_R$ alene
		Liggende ledning i bygning*)	$\frac{1}{2}$			
Ledning udelukkende for spildevand	$Q_s = q_s$	Stående ledning	$\frac{1}{3}$	fig. 4.3	fig. 4.3	
		Liggende ledning	$\frac{1}{2}$			
Ledning udelukkende for regn- og drænvand	$Q_s = q_R + q_D$	Stående ledning	$\frac{1}{3}$	fig. 5.4	fig. 5.4	
		Liggende ledning	$\frac{1}{2}$			

\*) Ledningsstrækningen fra bygning til første nedgangsbrønd regnes i denne forbindelse som ledning i bygning

$Q_s$  = den største sandsynlige afløbsstrøm  
 $q_s$  = den største sandsynlige spildevandsstrøm (se kap. 4)  
 $q_R$  = den største regnvandsstrøm (se kap. 5)  
 $q_D$  = den største drænvandsstrøm (se kap. 6)

Fig. 8.1. Oversigt over dimensioneringsregler for afløbsledninger.

Ledninger der *kun* fører regnvand  
 Rene dræn- og regnvandsledninger dimensioneres som angivet i kap. 5.

Ledninger der både fører spildevand og regnvand  
 Fællesledninger dimensioneres dels for spildevandsandelen alene, dels for regnvandsandelen alene og dels for den samlede vandstrøm.

Sandsynlig afløbsstrøm  
 Den største sandsynlige afløbsstrøm  $Q_s$  i en fællesledning beregnes som

$$Q_s = q_s + q_R + q_D$$

hvor  $q_s$  er den største sandsynlige spildevandsstrøm,

$q_R$  den største regnvandsstrøm og

$q_D$  den største drænvandsstrøm.

Beregningerne af  $q_s$ ,  $q_R$  og  $q_D$  foregår som angivet i kapitlerne 4, 5 og 6, men reglerne skal kort resumeres her.

Sandsynlig spildevandsstrøm  
 Først beregnes summen af normalstrømme ( $q_N$ ) efter tabellen fig. 4.1. Derefter findes den største sandsynlige spildevandsstrøm ( $q_s$ ) ved beregning efter diagrammet fig. 4.2.  $q_s$  må aldrig sættes mindre end normalstrømmen fra den største installationsgenstand, der er sluttet til ledningen.

Største regnvandsstrøm  $q_R$   
 Den største regnvandsstrøm i ledningen udregnes som summen af produkterne af

regnintensitet · fladeareal · afløbskoefficient

for samtlige tilsluttede regnvandsarealer. Fig. 5.2 angiver i diagramform regnvandsstrømmen i afhængighed af regnintensiteten, fladearealet og afløbskoefficienten.

Den regnintensitet, der skal benyttes ved dimensioneringen, foreskrives af de stedlige myndigheder.

Fladearealet (det regnmodtagende areal) udregnes som summen af arealerne af de indgående vandrette flader, af

den vandrette projektion af de skrå, og af 1/3 af de lodrette, som vender imod den fremherskende vindretning. Afløbskoefficienterne bestemmes ud fra fig. 5.2.

**Største drænvandsstrøm  $q_D$**  Den største drænvandsstrøm skønnes efter det i kap. 6 anførte, idet det dog bemærkes, at såfremt drænvandet opumpes til ledningerne, skal  $q_D$  sættes lig med pumpeydelsen.

**Ledningsdimension i bygning** Fællesledninger i bygning og deres fortsættelse i jord indtil første nedgangsbrønd dimensioneres som spildevandsledninger. For så vidt der ikke dimensioneres ved beregning, benyttes den største (fælles) sandsynlige afløbsstrøm (= største sandsynlige spildevandsstrøm + største regnvandsstrøm + den største drænvandsstrøm) som indgangsværdi i dimensioneringsdiagrammet, fig. 4.3, for udluftede spildevandsledninger.

Fællesledninger i bygninger beregnes således med et fyldningsforhold på 1/5 for stående og en relativ vanddybde på 1/2 for liggende ledninger.

**Ledningsdimension i jord** Fællesledninger i jord, efter første nedgangsbrønd uden for bygningen, dimensioneres som regnvandsledninger. For så vidt der ikke dimensioneres ved beregning, benyttes den største (fælles) sandsynlige afløbsstrøm som indgangsværdi i dimensioneringsdiagrammet fig. 5.4 for regnvandsledninger.

Fællesledninger i jord beregnes således med en fyldningsgrad på 1/1 for liggende ledninger. Som anført i normen kan stående regnvandsledninger beregnes for en større fyldningsgrad end den 1/3, der er forudsat ved optegning af dimensioneringsdiagrammet for regnvandsledninger. Da imidlertid ledninger i jord i langt overvejende grad består af liggende ledninger med et lille fald, er det disse, der bestemmer ledningsdimensionen, og med normens bestemmelse om, at ledningsdimensionen ikke må aftage i strøm-

mens retning, får denne lempelse ikke reel betydning for valg af dimension.

Ifølge afløbsnormen er den mindste tilladte dimension på fællesledninger i jord 100 mm<sup>ø</sup>.

**Selvrensningsevne** For fællesledninger gælder, at ledningerne skal være selvrensende for såvel spildevandsstrømmen som regnvandsstrømmen alene. Dette opnås i almindelighed, hvis ledningsfaldet vælges større end eller lig med det største af de minimumsfald, der bestemmes af fig. 4.3 og fig. 5.4 for spildevandsstrømmen henholdsvis regnvandsstrømmen.

**Udluftning** Medens regnvandsledninger normalt kan udføres uden udluftning, da de kan betragtes som udluftede gennem deres indløbsåbninger, skal fællesledninger for regn- og spildevand udluftes på en sådan måde og i et sådant omfang, at der hverken kan opstå suge- eller trykvirkninger, som kan bryde vandlukket i vandløse noget sted i systemet. Dette indebærer, at tryksvingningerne ved de største sandsynlige afløbsstrømme ikke må overstige  $\pm 400 \text{ N/m}^2$  (40 mm  $\text{H}_2\text{O}$ ) i gravitationssystemer med vandløse som foreskrevet i kap. 4.

Uden eftervisning af trykforholdene kan udluftningsdimensionerne være som foreskrevet for spildevandsudluftning.

**Tilslutning af regnvandsafløb til stående spildevandsledninger** I blandingsystemet kommer man ofte ud for at skulle tilslutte tagafløb til udluftede stående spildevandsledninger. Det kan ikke påregnes, at udluftninger kan foregå gennem tagvandstilløbet.

Tilslutning af tagafløbet bør, for at sikre trykudligning, udføres som vist på fig. 8.2. Vandløsen kan evt. undværes, hvis der ikke er opholdsarealer, oplukkelige vinduer eller lignende i nærheden, se kap. 5.

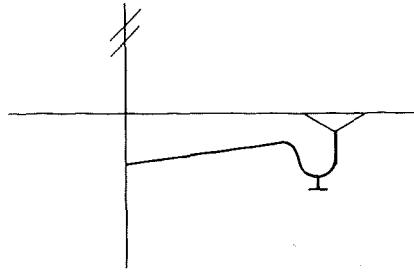


Fig. 8.2. Tilslutning af regnvandsafløb til udluftningsledning for spildevand.

## Kapitel 9

### Primitive afløb

#### Generelt

I områder, hvor der ikke findes hovedafløbsledninger, der samlet fører afløbene fra de enkelte parceller til en recipient, evt. med forudgående rensning, er det nødvendigt at udføre et såkaldt primitivt anlæg. Det "primitive" refererer i denne sammenhæng til, hvordan man bortskaffer det samlede afløb og ikke til den del af en afløbsinstallation, der ligger ovenfor stikledningen i den normale installation.

#### Normens gyldighedsområde

Det skal bemærkes, at normens gyldighedsområde generelt er begrænset til at omfatte afløbsinstallation indenfor en enkelt grunds grænser, og at samlet afløb fra flere grunde, i hvert fald for den fælles dels vedkommende, er underlagt bestemmelser, der i hvert enkelt tilfælde fastsættes af myndighederne.

I primitive afløbsanlæg, hvor der foretages en primitiv, selvvirkende rensning af afløbet fra den enkelte grund, kan det delvis rensede vand tilledes jorden gennem et nedslivningsanlæg, eller det opsamles for senere borttransport, evt. oppumpning til et normalt hovedafløbssystem.

#### Anvendelsesområde

Det primitive afløb udføres specielt ved enlig liggende huse under landlige forhold, ved sommer- og fritidshuse og lignende steder, hvor der ikke er udført hovedafløbsledninger.

#### Det primitive anlægs bestanddele

Det primitive afløbsanlæg består af følgende dele:

1. Afløbsstederne, herunder primært sanitetsgenstandene,

2. ledningsforbindelserne fra sanitetsgenstandene til
- 3a. opsamlingstank eller
- 3b. primitivt, selvvirkende anlæg for delvis rensning, hvorfra vandet gennem et
4. ledningssystem ledes til et
5. nedsivningssystem.

Se oversigtsskema fig. 9.1.

### Afløbsvandet

Afløbsvandet kan alt efter forureningsgraden opdeles i

stærkt forurennet vand:

afløb fra vandklosetter, urinaler o. lign.

let forurennet vand:

afløb fra køkkenvaske, badafløb o. lign.

ikke forurennet vand:

regnvand.

### Anlægstyper

I det følgende skal de tre i fig. 9.1 anførte anlægstyper omtales nærmere.

	Anlæg med: opsamlings- tank uden rensning	Anlæg med: rensnings- og nedsiv- ningsanlæg	Anlæg uden rensning, men med nedsiv- ningsanlæg
1. Afløbssteder	X	X	X
2. Ledningsforbindelser	X	X	X
3a. Opsamlingstank	X		
3b. Primitivt rensningsanlæg		X	
4. Ledningssystem		X	
5. Nedsivningssystem		X	X

Fig. 9.1. Primitive afløbssystemer. Oversigt over anlægstyper og deres bestanddele.

*Anlæg med opsamlingstank uden rensning*  
Anvendelsesområde

Anlægstypen, der er vist på fig. 9.2, kan umiddelbart synes at være den enkleste, men er paradoksalt nok den nyeste. Den anvendes i områder med sommerhuse, og det er afgørende for typens økonomi, specielt i driftsmæssig henseende, at den vandmængde, der tilledes opsamlingstanken, begrænses mest muligt.

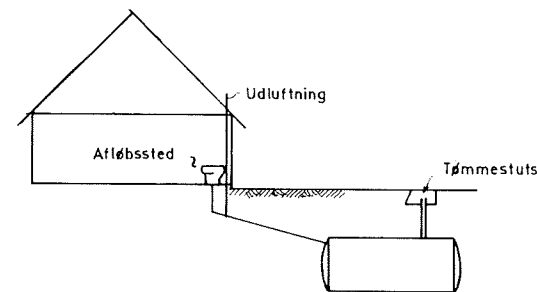


Fig. 9.2. Anlæg uden rensning men med opsamlingstank.

### Afløbsstederne

Til en opsamlingstank ledes:

stærkt forurennet spildevand (wc etc.), og

let forurennet spildevand (køkken- og badafløb).

Enkelte steder i landet kan eventuelt det let forurenede spildevand med sundhedsmyndighedernes tilladelse ledes til et nedsivningsanlæg.

Ikke forurennet vand bør, for at undgå for hurtig fyldning af tanken, ikke ledes til denne.

### Installationsgenstande

For at begrænse vandmængden både af hensyn til vandforsyningsnettet og til tanken er til denne anlægstype udviklet særlige klosettyper, hvor lugtlukket er af mekanisk art, og hvor skyllevandmængden er meget lille – ofte under 1 liter.

### Ledningsforbindelse til tank

Ledningsinstallationer skal opfylde alle de funktionskrav, der stilles til et normalt anlæg, og der skal her peges på følgende særlige forhold, der gælder ved ovennævnte klosettype:

Da lugtlåsen er mekanisk, og en evt. manglende vedligeh-

holdelse kan gøre den utæt, er det særdeles vigtigt, at der foretages en effektiv udluftning. Omfanget af denne kan være fastlagt i va-godkendelsen.

Da skyllevandmængden er meget lille, er muligheden for tilstoppe stor, og ledningen til tanken bør derfor lægges med stort fald (100-200 ‰), og afstanden til tanken bør være så kort, som forholdene tillader, idet der specielt gøres opmærksom på hensynet til fundamenter.

#### Opsamlingstank

Opsamlingstanken skal være af godkendt type. Den skal være korrosionsfast, og plasttanke vil almindeligvis være hensigtsmæssige, men også korrosionsbeskyttede tanke af stål kan anvendes.

Tankens kapacitet kan beregnes, når tilledt vandmængde og tømninginterval kendes. Som en retningslinie kan angives, at ved et sommerhus vil en tankstørrelse på ca. 2000-3000 l give et passende tømninginterval.

En opsamlingstank skal være udluftet, og tømme- og inspektionsanordning skal være let tilgængelig, ligesom der skal være bekvemme tilkørselsforhold.

#### Drift

Som anført ovenfor skal en tank tømmes regelmæssigt, og det sker normalt med en tankvogn med påmonteret sugelanordning (slamsuger). Tilladelsen til installation af et tankanlæg vil i mange kommuner være betinget af tilslutning til en kommunal tømningsskema eller en tilsvarende privat, offentlig kontrolleret tømningsskema.

#### Vacuumanlæg

Et alternativ til det ovenfor beskrevne anlæg er et såkaldt vacuumanlæg af en type specielt udviklet til enligt liggende huse og bebyggelser. Anlægget er forsynet med opsamlings-tanke, hvor der skabes et undertryk. Trykforskellen udgør den drivende kraft, således at ledningerne kan lægges uden fald. Der henvises iøvrigt til producenternes brochurer.

#### Anlæg med rensning og nedsivningsanlæg Anvendelsesområde

Anlæg af denne type er den almindeligste af de primitive afløbsinstallationer. Den anvendes ved afløb med let og stærkt forurenede vand, og for at undgå overbelastning af rensningsanlægget bør regnvand ikke tilledes.

Da anlægget indeholder en nedsivningsdel, hvor det delvis rensede afløbsvand kan sive ud i jorden og således tilføres grundvandet, er der mulighed for en forurening af dette. Sundhedsmyndighedernes tilladelse til udførelse af et nedsivningsanlæg kræves derfor altid. Tilladelsen vil afhænge af afstanden til vandindvindingsanlæg, andre nedsivningsanlæg mv.

#### Afløbsstederne

Sanitetsgenstande og andre afløb adskiller sig ikke fra de i en almindelig installation anvendte og skal alle tilfredsstille normens funktionskrav – og iøvrigt være va-godkendte.

#### Ledninger til rensningsanlæg

Som det gælder for afløbsstederne, skal også ledningssystemet opfylde de samme funktionskrav som normale installationer.

Tidligere var det meget anvendt at føre let forurenede vand uden om rensningsanlægget og direkte til nedsivningsdelen. Det er dog ikke hensigtsmæssigt, idet den bundfældning, der sker i rensningsanlægget, er meget vigtig, da den sikrer nedsivningsanlægget mod tilstopning. Renseadgangen fra rensningsanlægget er ret besværlig, og man skal derfor have ret kort afstand fra rensningsanlægget til nærmeste anden rensning (nedgangsbrønd).

#### Rensningsanlæg

Anlæg til anvendelse indenfor normens gyldighedsområde er almindeligvis meget primitive, idet der kun sker en mekanisk tilbageholdelse af uopløste organiske og uorganiske stoffer. Nogen nedsættelse af afløbsvands indhold af opløste stoffer kan ikke påregnes.

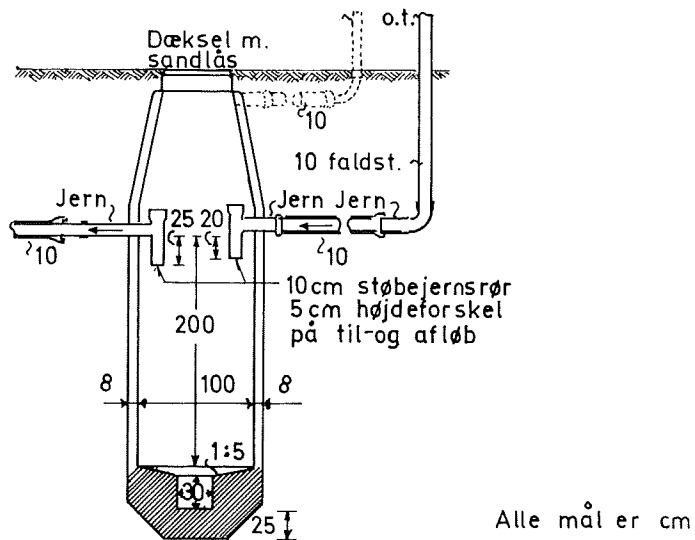
#### Anlægstyper

De primitive rensningsanlæg udføres normalt som enten septiktanke, fig. 9.3 eller tanke efter Emscherbrøndsprincippet, fig. 9.4.

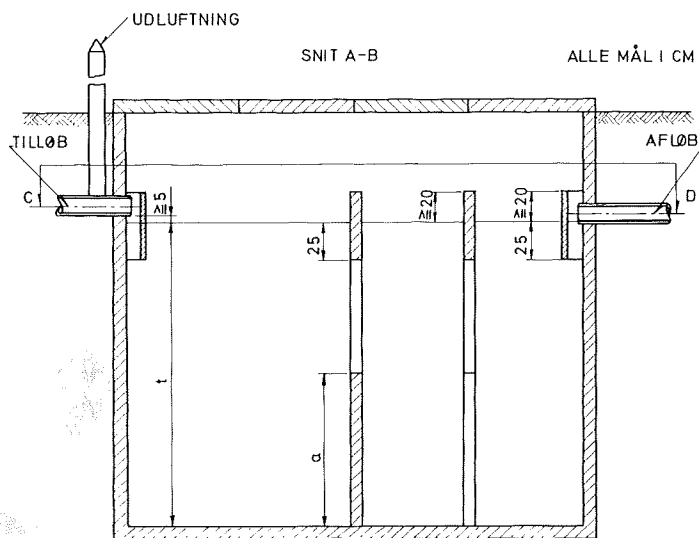
#### Septiktank

Den simpleste form for rensningsanlæg er den cirkulære et-kammer-septiktank udført af betonringe efter DS 400, se fig. 9.3 A.

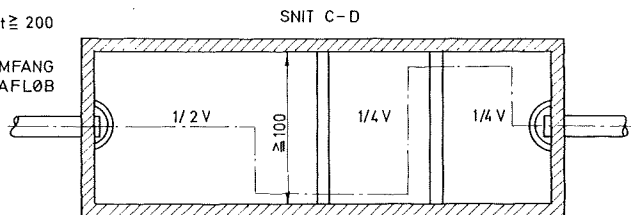
Fig. 9.3. Septiktanke



A Septiktank med et kammer.



$a \approx \frac{t}{2}$   $t \geq 200$   
 $V = \text{RUMFANG UNDER AFLØB}$



B Septiktank med flere (tre) kamre.

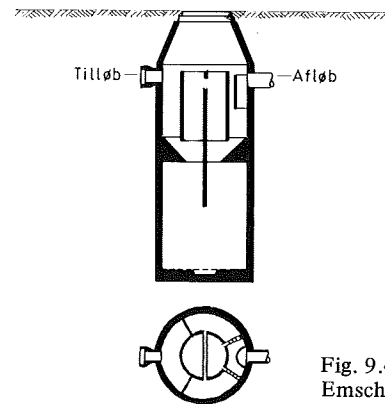


Fig. 9.4. Bundfældningstank af Emscher-brøndtypen (Trix-tank).

De fleste septiktanke, der eksisterer her i landet, er udført efter etkammer-systemet, men det kan forventes, at fremtidige normer for primitive afløbsanlæg vil indeholde bestemmelser om, at i hvert fald tanke i forbindelse med nedsivningsanlæg skal have mindst to kamre. I tokammer-tank opnås en meget mere effektiv bundfældning end i en etkammertank, specielt når den udskilte slammængde er stor.

Septiktanken er i praksis en gennemløbsbrønd med dykket ind- og udløb. Umiddelbart under dykrørene er der en gennemstrømningszone, hvor vandets hastighed nedsættes, således at der kan ske en bundfældning.

Under gennemstrømningskammeret er der beregnet plads til, at den bundfældede slam kan henligge i et tidsrum på op til ca. 1 år. I dette tidsrum vil der ske en vis biologisk nedbrydning af det udskilte slam (forrådnelse). I forbindelse med nedbrydningen sker en kraftig rumfangsformindskelse for den udskilte slam, men det skal nævnes, at den gamle tro på, at slammet helt forsvinder, og at septiktanke derfor ikke behøver oprensning, er fejlagtig. Efter størst mulig biologisk nedbrydning af slammet, vil der stadig være en mængde på ca. 0,2 liter pr. fastboende person pr. døgn (0,2 1/FP døgn), eller ca. 70-80 1/FP år.

Ved at dykke udløbet opnås at udskilt svømmeslam tilbageholdes i tanken.



### Krav til septik-tanke

Baseret på mange års indenlandske såvel som udenlandske erfaringer med drift af septiktanke kan der stilles en række krav til septiktanke.

Septiktanke skal have et rumfang på mindst 500 l pr. person, dog ialt mindst 2000 l under afløbet. I denne størrelse er der ikke regnet med anvendelse af køkkenkvarne.

De 500 l septikrumfang pr. person gælder for helårsboliger og fritidshuse, som anvendes i længere perioder af et nogenlunde konstant antal personer.

Ved dimensioneringen af primitive afløbssystemer til andre formål kan der ligeledes opereres med begrebet "fastboende personer". Dette begreb anvendes på den måde, at man ækvivalerer belastningen fra ikke-fastboende personer med belastningen fra et vist antal fastboende personer (FP), se fig. 9.5.

1. Helårsboliger, fritidshuse, efter personal, dog mindst	= 4 FP
2. Hoteller, pensionater, internater	1 seng = 1 FP
3. Campingpladser	2 personer = 1 FP
4. Fabrikker, værksteder	2 beskæftigede = 1 FP
5. Kontorer, forretninger	3 beskæftigede = 1 FP
6. Restauranter med:	
0- 8 besøgende pr. plads pr. 24 timer	1 siddeplads = 2 FP
9-10 besøgende pr. plads pr. 24 timer	1 siddeplads = 3 FP
11-14 besøgende pr. plads pr. 24 timer	1 siddeplads = 4 FP
15-18 besøgende pr. plads pr. 24 timer	1 siddeplads = 5 FP
Ved sommerrestauranter regnes	15 siddepladser
	i det fri = 1 FP
7. Forenings-, både- og klubhuse uden restaurant	10 besøgende = 1 FP
8. Skoler:	
uden bademuligheder	10 personer = 1 FP
med bademuligheder	3 personer = 1 FP
9. Forsamlingshuse og sportspladser uden restaurant	30 pladser = 1 FP

1 fastboende person = 1 FP.

Fig. 9.5. Beregning af "antal fastboende personer" til brug for dimensionering af primitive afløbssystemer.

Septiktanke i forbindelse med nedsivningsanlæg bør have mindst to kamre, og mindste kammerdiameter eller -sidelængde skal være 1,0 m og mindste vanddybde 2,0 m. En eventuel pumpeump, der anvendes ved fuldstændig tømning af tanken, bør have en diameter eller en sidelængde på mindst 0,3 m.

Gennemløbsåbningerne mellem kamrene udføres bedst som lodretstående slidser med overkanten 0,25 m under vandspejlet og underkanten umiddelbart under midten af vanddybden. Hvor septiktanksystemet består af to eller flere runde tanke i serie, kan gennemløbsåbningerne udføres som forbindelsesrør.

Septiktanke skal udluftes enten gennem en stående afløbsledning, der er udluftet over tag, eller en uden for bygningen anbragt udluftningsledning på mindst 50 mm<sup>ø</sup>, der tilsluttes tilløbsledningen eller selve tanken.

Tilløbet til septiktanken skal anbringes mindst 5 cm over afløbet. Tilløb og afløb skal ske gennem lige grenrør, der dykkes 0,2 m henholdsvis 0,25 m under vandspejlet. Ved større septiktanke kan anvendes dykplader.

Septiktanke skal forsynes med dæksler, der i almindelighed er lufttætte. De skal være anbragt bekvemt for op-pumpning og nedstødning af svømmeslam.

### Tanke efter Emscherbrønds-princippet

Ved store rensningsanlæg blev man tidligt klar over, at det var en ulempe, at en septiktank ikke indeholdt en adskillelse af gennemstrømningskammer og slamrum, idet de gasarter, der udvikles under forrådnelsen stiger op i gennemstrømningskammeret og kan medføre store driftsmæssige gener. Fremkomsten af Emscherbrønden løste til dels dette problem, og tilsvarende er der udviklet bundfældnings-tanke til små anlæg af samme type, se fig. 9.4. For at de skal virke efter hensigten, er det nødvendigt, at glidefladerne i gennemstrømningskamrene til stadighed holdes rene. Hvis dette ikke gøres, vil der kun gå kort tid, før virkningsgraden falder væsentligt. Septiktanke med flere kamre behøver derimod ikke anden vedligeholdelse end lejlighedsvis nedstødning af svømmeslam og oprensning af bundfældet slam.

Drift af rensningsanlæg

Septiktanke udført efter ovenstående krav er beregnet for oppumpning af slam 1 gang årligt. Ved oppumpningen skal der efterlades en aktiv slammængde på ca. 1/6 af den oppumpede mængde. Herved opnås, at der altid er det rette biologiske klima i tanken, og at forrådnelsesprocesserne ikke standses.

Svømmeslam

For at sikre korrekt drift af en bundfældningstank er det nødvendigt med passende mellemrum at nedstøde udskilt svømmeslam.

Ledning fra tank til sivedel

Afløbsledninger med brønde og andet tilbehør mellem septiktanken og nedsivningssystemet skal dimensioneres og udføres af va-godkendte materialer og konstruktioner på samme måde som andre afløbsinstallationer. Det kan dog her blive nødvendigt at se bort fra kravet om at placere ledningernes bundløb 0,75 m under terræn, se følgende afsnit.

Nedsivningsdel

Nedsivningsdelen har i Danmark traditionelt bestået af en sivebrønd, se fig. 9.6. Anvisninger for dimensionering af en

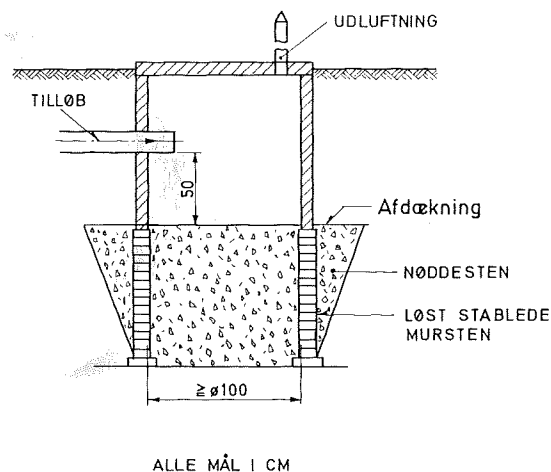


Fig. 9.6. Sivebrønd.

sådan sivebrønd har ikke tidligere eksisteret, og i praksis skete det ofte, at når en sivebrønd ophørte med at virke, gravede man en ny i nærheden. Der kan dog efter tysk forbillede opstilles nogle retningslinier for dimensionering og udførelse af sivebrønde og sivedræn.

Konstruktionen af et sivedræn indebærer intet nyt, idet der blot er tale om en videreudvikling af faskinen, der er almindelig som en sivekonstruktion, der altid her til lands har været anvendt til regnvandsafløb.

Placering i forhold til grundvandsspejl mv.

Placeringen af nedsivningssystemer i forhold til bygninger mv. og i forhold til grundvandstanden fremgår af Indenrigsministeriets bekendtgørelse af 6. juli 1971.

Sivebrønde kan i princippet udføres som vist på fig. 9.6.

Nedsivningsareal

Det nødvendige nedsivningsareal, nemlig de for udsivning i den omgivende jord gennemtrængelige flader i brøndens bund og vægge, afhænger af jordbundens beskaffenhed og må fastlægges i hvert enkelt tilfælde under hensyn til de lokale forhold.

Beregning af nedsivningsareal

Nedsivningsarealet beregnes på samme måde som for sivedræn og som angivet i det følgende.

Jordbundens beskaffenhed inddeles i tre grader med det nødvendige nedsivningsareal pr. fastboende person som følger:

*grus og sand:*

10 m dræn/FP svarende til et bundareal på 5 m<sup>2</sup>/FP,

*lerholdig sandjord:*

15 m dræn/FP svarende til et bundareal på 7,5 m<sup>2</sup>/FP, og

*sandholdig lerjord:*

20 m dræn/FP svarende til et bundareal på 10 m<sup>2</sup>/FP.

Klassifikation af jordbund

Det kan oplyses, at man inden for geologi og geoteknik i Skandinavien anvender følgende skala ved klassificering af jordbund:

sten		$\geq 20$ mm	
grus	groft grus	20-6	–
	fint grus	6-2	–
sand	groft sand	2-0,6	–
	fint sand	0,6-0,2	–
finsand	groft finsand	0,2-0,06	mm
	fint finsand	0,06-0,02	–
mel-ler	groft mel-ler	0,02-0,006	–
	fint mel-ler	0,006-0,002	–
ler	mikro-ler	0,002-0,0002	–
	ultra-ler	$< 0,0002$	–

## Feltundersøgelser

Det vil normalt – med nogen rutine – være muligt i felten at foretage en klassificering af de lerfri sandfraktioner. Denne bedømmelse kan støttes gennem anvendelse af et af de fraktioneringssæt, som en del laboratoriefirmaer har bragt i handelen.

Lerblandet sandjord er kendetegnet ved, at den i tør tilstand har en melet konsistens, og ofte virker snavset. I fugtig tilstand er jordarten svagt plastisk, men ikke formbar.

Sandblandet lerjord er i fugtig tilstand formbar (kan rulles mellem fingrene).

## Laboratorieundersøgelser

En mere pålidelig bedømmelse af de enkelte fraktioner, end feltundersøgelserne giver mulighed for, kan opnås gennem sigteanalyser (jvf. normer for sten- og grusmaterialer til vejbygning, DS 401).

Tilsvarende vil laboratorieundersøgelser af lerindholdet i grus og sand muliggøre et sikkert bedømmelsesgrundlag. Med hensyn til analysemetode henvises til den i normer for sten- og grusmaterialer til vejbygning, DS 401, anviste fremgangsmåde.

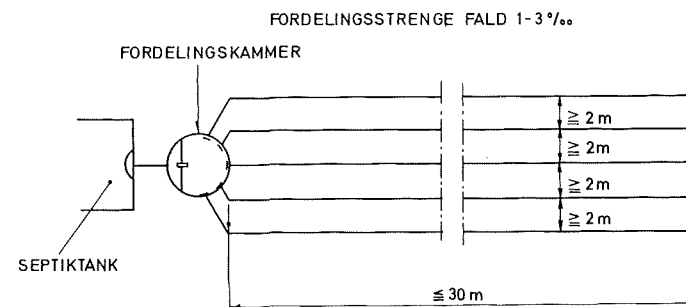
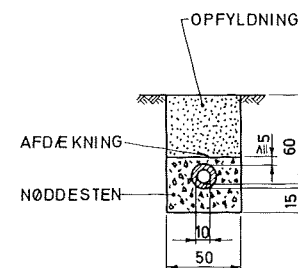
## Udførelse af sivedræn

Sivedrænet kan udføres af 100 mm almindelige uglaserede lerrør, som ikke på nogen måde søges tætnet, eller af de almindeligt anvendte plastdræn. Udgravningsbredden kan passende sættes til 0,5 m. For ikke at få bagfald skal sivedrænet lægges med et fald på 1-3 ‰. De enkelte strenge i

sivedrænet bør ikke være over 30 m lange, og der bør mindst være 2 enkeltstrenge i ethvert anlæg. Afstanden mellem strengene bør være mindst 2 m. Bundløbet af strengene lægges 0,6 m under terræn som et kompromis mellem ønsket om at holde dem frostfri og ønsket om at fremme den biologiske nedbrydning, der er kraftigst nær jordoverfladen.

For at fremme udsivningen fra strengene skal der under og på begge sider af strengene lægges et let gennemtrængeligt materiale af nøddesten, 16-32 mm sortering, i mindste lagtykkelse som vist på fig. 9.7.

Foran sivedrænstrengene skal indskydes et fordelingskammer således indrettet, at der bliver stødvis udledning af spildevandet i sivedrænet. Strengene behøver ikke at udluftes.



ALLE UBENEVNTE MÅL I CM

Fig. 9.7. Sivedræn.

*Anlæg med rensning og opsamlingsstank* Denne anlægstype, der er en kombination af de to foregående, synes ikke umiddelbart at have nogen berettigelse. Den har dog været benyttet som midlertidig løsning i områder, hvor hovedledningerne har været planlagt, men endnu ikke udført.

*Anlæg uden rensning og med ned-sivningsdel* Denne anlægstype kan kun anvendes til regnvand og er kun medtaget her for oversigtens skyld. Det er behandlet under kap. 5, faskiner.

## Kapitel 10

### Generelt om materialer og deres anvendelse

#### Funktionskrav

Normen stiller som funktionskrav, at

spildevandsinstallationer skal udføres af sådanne materialer, med sådant materiel og på en sådan måde, at deres bestandighed bliver af en rimelig størrelsesorden, under hensyn til omgivelsernes karakter og installationernes indbygningsmåde. Installationsdelene skal derfor normalt have en bestandighed af samme størrelsesorden som bygningens påregnede levetid.

installationsdele, der af driftstekniske årsager må forventes at skulle repareres med mellemrum, skal være let udskiftelige.

installationsdele med tilhørende samlinger og fastgørelsesanordninger skal udføres af materialer med tilstrækkelig mekanisk, termisk og kemisk bestandighed over for de ydre og indre påvirkninger, de må påregnes at blive udsat for.

For at sikre disse funktionskravs overholdelse skal i princippet alt materiel og alle materialer, der anvendes i en afløbsinstallation være godkendt af boligministeriet, ligesom anvendelsesmåden og udførelsen skal følge de retningslinier, boligministeriet måtte give.

#### Godkendelse

Godkendelsesfunktionen varetages af boligministeriets valgkommission, der ligeledes gennem udsendelse af godkendelseskort sørger for offentliggørelsen af godkendelserne.

*Godkendelsespligtigt materiel*

Godkendelsesordningen omfatter den samlede afløbsinstallation og ordningen omfatter materiel såvel til nyanlæg som til delvis udskiftning af bestående anlæg. Følgende materiel er godkendelsespligtigt:

rør og formstykker  
samlingsmetoder og samlingsmaterialer  
installationsgenstande, apparater og maskiner for fast eller fleksibel tilslutning til afløb  
afspærringsarmaturer (f.eks. ved pumpeanlæg)  
brønde, tanke og udskillere  
pumpeanlæg  
afløbsskåle, riste og bundventiler  
vandlåse

Godkendelsesudvalget kan bestemme, om godkendelsesordningen skal omfatte flere eller færre varegrupper end de ovenfor nævnte, samt træffe bestemmelse om eventuelle kontrolordninger i tilknytning til godkendelserne.

Godkendelse tager sigte på materiellets *brugsmæssige, hygiejniske, støjmæssige og hydrotekniske egenskaber*. Udvalget kan endvidere bestemme, at godkendelsen skal omfatte materiellets holdbarhed.

## Mærkning

Alt materiel, der omfattes af godkendelsen, skal være forsynet med fabrikationsmærke, som ikke må kunne udslettes, og som skal give sådanne oplysninger, at materiellet let lader sig identificere. I visse tilfælde vil der blive stillet krav om, at materiellet tillige *skal* være forsynet med et bestandsdigt *godkendelsesmærke*.

Den udstedte godkendelse gælder kun forholdet til bygmyndighederne, og tilladelse til materiellets anvendelse er derfor i de tilfælde, hvor andre autoriteters (elværker, gasværker, arbejdstilsynet o.l.) godkendelse også er fornøden, afhængig af, at disse autoriteters godkendelse opnås.

Godkendelsesudvalget har til enhver tid ret til at tilbagekalde allerede udstedte godkendelser, hvis der senere ved materiellets brug efter udvalgets skøn viser sig ulemper af en eller anden art, eller såfremt det ved den eventuelle til-

hørende kontrol viser sig, at materiellet ikke overholder de stillede krav.

## Godkendelsens varighed

En godkendelse udstedes for en vis periode, der maksimalt kan andrage 5 år. Såfremt materiellet inden for denne periode efter udvalgets skøn har virket tilfredsstillende, og det i øvrigt opfylder de til den tid gældende krav og bestemmelser, vil godkendelsen kunne forlænges for en periode på max. 5 år. *Godkendelsen er kun gyldig for materiellet i den til godkendelsen svarende udførelse, såfremt der ændres ved materiellets udformning, udstyr, materiale eller konstruktion, skal det atter godkendes.*

Den, til hvem godkendelse meddeles, er ansvarlig for, at materiellet udføres i overensstemmelse med de i godkendelsen givne betingelser.

I de følgende afsnit 11, 12 og 13 er der omtalt en række materialer og materiel, der anvendes i afløbsinstallationer. For en del af disse foreligger der godkendelse enten i form af et godkendelseskort for et eller flere fabrikater eller de er direkte nævnt i "Norm for afløbsinstallationer". For den resterende del foreligger der ikke godkendelse, og de er medtaget, dels fordi de traditionelt anvendes enten her eller i udlandet, og dels fordi en godkendelse med en vis sandsynlighed kan forventes.

Det skal her nævnes, at boligministeriets va-godkendelsesudvalg administrativt har forlænget gyldighedsperioden for de af "Prøvningsudvalget for sanitetsmateriel" tidligere udsendte PS-kort – i praksis indtil fornyet godkendelse kan udsendes.

Uanset, at et materiel eller materiale er omtalt i det følgende, må det kun anvendes i en afløbsinstallation, såfremt der foreligger en godkendelse.

## Klassifikation af materiel

Den funktionelle opstilling af normer, vejledninger, beskrivelser mm. kan i mange tilfælde lettes og gøres mere overskuelig, hvis de forskellige typer af materiel kan deles op i grupper eller klasser, hvor hver klasse svarer til et bestemt sæt egenskaber. Det er således lettere at sige, at en given komponent skal være af f.eks. klasse F, end at foreskrive

værdier for alle komponentens egenskaber. Det er ikke altid muligt at foretage en sådan klassifikation, men det vil blive tilstræbt i meget høj grad i fremtiden. Et af de områder, hvor der i afløbsnormen er angivet en sådan opstilling i klasser, er samlinger.

### Klassifikation af samlinger

Samlinger har altid været et problem indenfor afløbsteknikken, idet de traditionelle rørmaterialer som beton, ler og støbejern tidligere betingede rør med så grove tolerancer på dimensionerne, at præfabrikerede samlinger var en utopi.

Nye fremstillingsmetoder for rør, som f.eks. centrifugalstøbning af støbejernsrør, og fremkomsten af plastmaterialerne har imidlertid betydet noget, der ligner en revolution indenfor samlingsteknikken, og de gammelkendte støbte og klinede samlinger er nu på vej ud. Der vil dog nok gå et stykke tid, blandt andet fordi f.eks. støbejernsrør, som det fremgår af kap. 11, dels udføres efter flere forskellige standarder og dels endnu fremstilles med ret store unøjagtigheder.

Som eksempler på gamle samlingstyper, der er taget op til revision, kan nævnes den cementklinede samling af betonrør, der slet ikke er medtaget i den nye afløbsnorm, og den lerklinede samling, der er placeret i dårligste klasse. Af de traditionelle samlinger er der således reelt kun de asfalt- og blystøbte samlinger tilbage.

### Samlingsklasser

Afløbsnormen definerer følgende samlingsklasser:

klasse A – tætte fleksible,  
 klasse B – tætte stive,  
 klasse C – almindelige og  
 klasse D – primitive.

### Klasse A

Klasse A-samlinger skal ved prøvning under laboratorieforhold kunne bevare tætheden under udbøjning, under aksial bevægelse og under forskydningsbelastning ved et indvendigt tryk på  $0,5 \cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup> (5 m H<sub>2</sub>O), dvs. ved prøvning

i overensstemmelse med punkterne 3.2-3.4 i DS 421.1, Dansk Ingeniørforenings norm nr. 77 for Tætte samlinger i afløbsledninger i jord, præfabrikerede dele af elastiske materialer.

### Klasse B

Klasse B-samlinger skal ved prøvning som beskrevet i DS 421.1 kunne bevare tætheden under forskydningsbelastning, men ikke nødvendigvis under udbøjning og aksial bevægelse.

### Klasse C

Klasse C-samlinger skal ved prøvning som beskrevet i DS 421.1 – dog kun med  $0,2 \cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup> (2 m H<sub>2</sub>O) indvendigt tryk – kunne bevare tætheden under forskydningsbelastning, men ikke nødvendigvis under udbøjning og aksial bevægelse.

### Klasse D

Klasse D-samlinger er ikke tætte overfor tryk.

### Valg af samlingsklasse

I en afløbsinstallation stilles der helt naturligt krav til samlingernes tæthed under de aktuelle driftsbetingelser, men dermed være ikke sagt, at alle samlinger i en installation skal være af klasse A. Der vil i enhver installation være behov for såvel stive som fleksible samlinger, specielt i installationer der udføres i plast.

### Samlinger i bygning

I bygninger kræver afløbsnormen, at samlingernes kvalitet mindst skal være som svarende til klasse B.

### Samlinger i jord

I jord skal der – efter myndighedernes afgørelse – foreskrives en samlingsklasse, som skønnes rimelig under hensyntagen til jordbundsforholdene, herunder den kemiske beskaffenhed, grundvandsstanden samt beliggenheden i forhold til bygninger og skel. Om nødvendigt kan der foreskrives specialklasser, som er tætte for større vandtryk end de 5 m H<sub>2</sub>O, der kræves af samlinger af klasse A, f.eks. hvor der er risiko for indtrængen af grundvand i dybtliggende ledninger.

### Oversigt over rørtyper og samlingsmetoder

I fig. 10.1 er gengivet normens eksempler på kombinationer af rørtyper og samlingsmetoder, og i det følgende kapitel om rør, formstykker og samlingsmetoder er der anført, hvilken klasse de omtalte samlingsmetoder kan henføres til.

Rørbenævne	Støbejernsrør	Plastrør					Betonrør		Glaseret lerrør
		Stift PVC	PEL	PEH	PP	ABS	Ældre type DS400.3.1.1	Ny type DS400.3.1.2	
Samlingstype									
Rulle-ringpakning efter DS 421.2	A	x	x	x	x	x		x	x
Svejsesamling efter VA-godkendt leverandørforskrift	B			x	x				
Blystøbt muffesamling	B ● C	x							
Limsamling efter va-godkendt leverandørforskrift	B		x			x			
Glidesamling efter va-godkendt leverandørforskrift	B ● C		x	x	x	x		x	x
Asfaltstøbt muffesamling	C	x					x		x
Lerklinet muffesamling	D						x		x

Det bemærkes, at selv om en rørtype er nævnt her, medfører det ikke en automatisk va-godkendelse af ethvert rør af den pågældende slags.

● = eller

Fig. 10.1. Vejledende eksempler på mulige kombinationer af rørtyper og samlingsmetoder. Det er en forudsætning for benyttelse af tabellen, at muffe-, spidsende- og pakningsdimensioner mv. er tolerancemæssigt afpassede i overensstemmelse med de opstillede betingelser i f.eks. relevante standardblade.

## Kapitel 11

### Rør, formstykker, overgangsstykker og samlingsmetoder

#### Generelt

Til ledninger i afløbsinstallationer anvendes idag mange forskellige materialer med vidt forskellige egenskaber, og da den rette anvendelse af materialerne kun kan ske med kendskab til disses fysiske, kemiske og termiske egenskaber, samlingsmetodernes kvalitet, handelsprogram mv., vil der i det følgende blive givet en oversigt over de vigtigste materialer med de mest relevante oplysninger om deres egenskaber og anvendelse mv.

For oversigtens skyld deles ledningsmaterialerne efter deres anvendelsesområder op i materialer til

ledninger i bygninger og  
ledninger i jord.

#### Ledninger i bygninger Støbejernsrør

Langt det almindeligste rørmateriale til indvendige spildevandsledninger har været og er vel stadig støbejern.

#### Fremstilling

Korte rør (længde mindre end 0,75 m) og formstykker fremstilles ved formstøbning, medens længere lige rør normalt fremstilles ved centrifugalstøbning.

#### Kvalitetskrav

Støbejernsrør skal være af et ensartet, tæt materiale, luft- og vandtæt, af nøjagtig form og fri for fejl.

Fremstillingsprocessen bevirker, at støbejernsrør, forinden anvendelse i en afløbsinstallation, bør inspiceres nøje for eventuelle fejl. De hyppigste fejl er:

uens godstykkelse, der kan nødvendiggøre kassation, specielt når rør afkortes, støbehuller og -grater, kærnestivere (se fig. 11.1) og egentlige brud i materialet, der kan forekomme ved en hårdhændet behandling under transport.

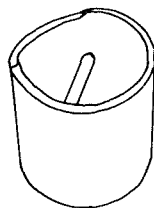


Fig. 11.1. Støbejernsrør, rørstykke med kærnestiver.

#### Overfladebehandling

For at beskytte rørene mod rustangreb, leveres støbejernsrør med en såvel indvendig som udvendig beskyttelse udført ved neddykning i en asfaltkomposition. Alternativt kan beskyttelsen udføres ved en koldforzinkning, hvilket yder en bedre, men tillige dyrere beskyttelse, der iøvrigt er velegnet som underlag for maling.

#### Fysiske egenskaber

Støbejern har en vægtfylde på  $7,25 \text{ g/cm}^3$ , og rørene er derfor ret tunge. Større præfabrikerede afløbsarrangementer bliver således vanskeligt håndterlige. Til gengæld er støbejernsrør i besiddelse af en række gode fysiske egenskaber. De er stærke og har gode brand- og lydtekniske egenskaber. Støbejernsrør er dog følsomme over for slag og kan springe, f.eks. når der foretages for hård tilspænding ved afkortning med rørskeer, eller når der efterstemmes for hårdt.

Længdeudvidelseskoefficienten er  $0,012 \text{ mm/m } ^\circ\text{C}$ , og den er i realiteten så lille, at man kun i sjældne tilfælde behøver at tage særlige forholdsregler.

Rørene er fuldt temperaturbestandige, men de normalt anvendte samlinger sætter en maksimalt tilladelig grænse på  $80^\circ\text{C}$  (vedvarende belastning).

#### Kemiske egenskaber

I en normal afløbsinstallation viser erfaringen, at støbejern er praktisk talt upåvirkelig over for kemiske angreb, idet den "kloakhud", der i reglen dannes indvendigt i rørene, yder en fuldt tilstrækkelig beskyttelse. I ledninger, der sjældent benyttes og i udluftningsledninger, har det dog vist sig, at der kan forekomme gennemtæring, specielt på rør med uens godstykkelse.

Til ledninger, der fører syreholdigt afløb, må støbejernsrør ikke benyttes uden særlig overfladebeskyttelse.

#### Dimensioner

Der findes i dag ingen dansk standard for støbejernsmufferrør, og dette er jo nok baggrunden for, at der i handelen er repræsenteret ikke mindre end 3 standarder, og dertil kommer yderligere, at den nye afløbsnorm åbner mulighed for anvendelse af rør efter andre standarder. Det skal bemærkes, at man ikke i samme installation kan anvende rør efter forskellige standarder uden videre, da man kan risikere, at samlingerne ikke lader sig udføre.

I fig. 11.2 er der anført en oversigt over de i handelen værende støbejernsrørtyper, og det ses, at der er betydelige indbyrdes afvigelser i såvel indvendige diametre som i muffedybder.

I fig. 11.2 er yderligere indføjet dimensioner for MA-systemrør. Dette system adskiller sig fra de øvrige ved at være muffeløse, se side 154 under samlinger. Muffedybder for støbejernsrør er vist i fig. 11.3.

#### Nyttelængde

Støbejernsrør leveres i følgende nyttelængder:

0,15 – 0,25 – 0,50 – 0,75 – 1,00 – 1,25 – 1,50 – 1,75 – 2,00 – 2,50 – 2,70 og 3,00 m

normalt forsynet med én muffe. Rør med to muffe kan leveres, og disse skal således før anvendelsen overskæres til de ønskede længder.

#### Formstykker

Som tidligere antydnet er det ikke muligt at foretage anden bearbejdning af støbejernsrør end afkortning, og dette har nødvendiggjort, at der i handelen findes en lang række



Rør- størrelse	Indvendige diametre i mm					
	LD- norm	Standard				MA- system
		DIN 19500 (GA-norm)	LNA	SMS 2702	NS 3066	
50	52	53 (53.2)	53			
65	65			64	68	67
75		73 (73.2)	73	75	83	
100	105	104 (105.2)	104	100	102	102
125		129 (129.8)	129		126	
150	157	152 (154.4)	152	152	150	148

Fig. 11.2. Støbejernsrør. Oversigt over handelsdimensioner. Tal i parentes gælder for lige rør, der er længere end 750 mm.

LNA ~ Forældet tysk norm, der kun anvendes i Danmark

LD ~ Forældet tysk norm, der nu er erstattet af DIN 19500.

Store dimensioner ( $d_i = 200-600 \text{ mm}^\circ$ ) kan leveres som trykvand-rør efter DS 945.

Rør- størrelse	Muffedybder i mm				
	LD	DIN 19500	LNA	SMS	NS
50	65	55	65		
65	70			65	65
75		55	70	70	65
100	80	60	75	75	70
125		65	75		75
150	90	70	80	80	80

Fig. 11.3. Støbejernsrør. Oversigt over muffedybder.

formstykker, se fig. 11.4. Rationaliseringsbestrebelsers inden for rørindustrien har dog bevirket, at udvalget efterhånden begrænses, så det vil normalt være klogt under projektering af afløbsinstallationer at sikre sig, at de foreskrevne formstykker kan leveres.

Ud over de i fig. 11.4 anførte formstykker kan andre formstykker normalt leveres efter bestilling. Det skal dog bemærkes, at formstykker med  $D = 50 \text{ mm}^\circ$  ikke fremstilles.

OVERSIGT OVER FORMSTYKKER AF STØBEJERN		Rørstørrelse $\text{mm}^\circ$ (D)						
		50	65	75	100	125	150	200
Bøjninger	$V = 87^\circ$ $85^\circ$ $70^\circ$ $68^\circ$ $45^\circ$ $20^\circ$ $15^\circ$		x		x		x	
Reduktionsbøjninger	$d = 65$ $100$				x			x
Fodbøjninger med eller uden krave til betonrør	$V = 85^\circ$ $68^\circ$				x			
Etagebøjninger			x		x			
Grenrør	$d = 65$ $V = 85^\circ$ $68^\circ$ $45^\circ$		x		x			
	$d = 100$ $V = 85^\circ$ $70^\circ$ $68^\circ$ $45^\circ$				x		x	
	$d = 150$ $V = 70^\circ$ $45^\circ$						x	x
Reduktionsgrenrør	$d/d = 65/65$ , $V = 68^\circ$ $45^\circ$ $d/d = 100/65$ , $V = 68^\circ$				x		x	
Dobbelte grenrør	$d = 65$ $V = 70^\circ$ $45^\circ$				x			
	$d = 100$ $V = 68^\circ$ $45^\circ$				x			
Rensestykker			x		x		x	
Reduktionsrør	$d = 65$ $100$				$x^1)$			x

1) findes også som reduktionsrenserør

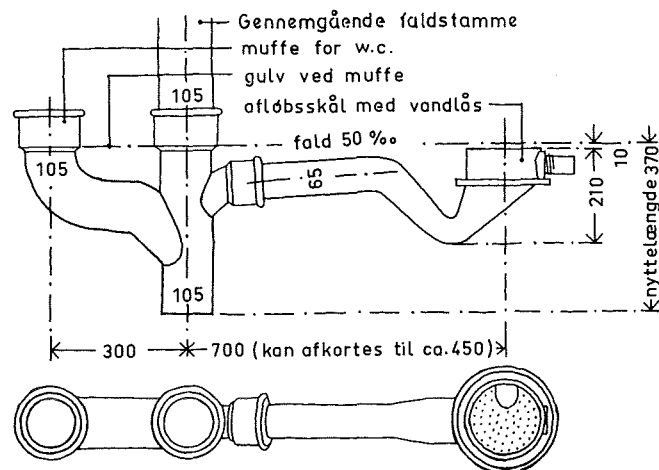
Fig. 11.4. Støbejernsrør. Oversigt over almindelige formstykker.

Hertil kommer en del specialformstykker, hvoraf kan nævnes:

Specialgrenrør beregnet for en fast opstilling af wc, GA og gennemgående faldrør, de såkaldte BD- og KAB-blokke, se fig. 11.5, samt et lignende grenrør men uden gennemgående faldstamme.

H.I. Hansens patentsamlerør, der anvendes ved reparations- og udvidelsesarbejder.

KAB - blok, type A



KAB - blok, type B

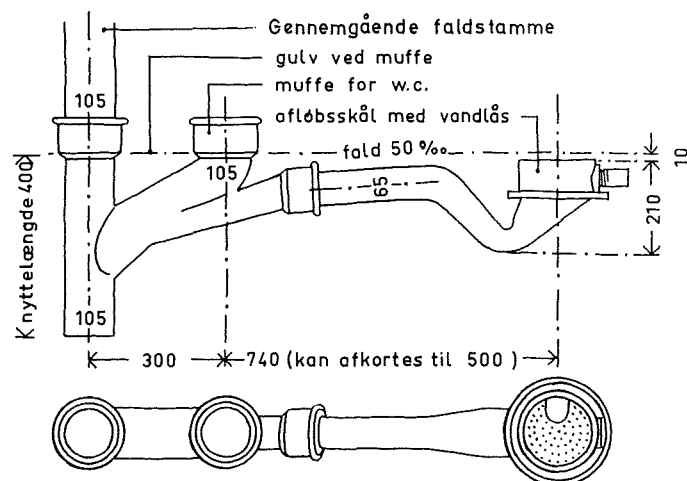


Fig. 11.5. Støbejernsrør, specialgrenrør.

## Samlinger

Den traditionelle samlingsmetode for støbejernsrør er den blystøbte muffesamling. Se fig. 11.6.

Samlingen foretages i 3 tempi:

centrering af spidsende i muffe,  
udstøbning med bly og  
tætning af samling med efterstemning.

Centreringen foretages ved indstemning af pakgarn, alternativt kan anbringes en plastring. (Plastringen kan iøvrigt også anvendes som foreløbig samling ved prøveopstillinger og lignende).

Efter centreringen udstøbes med smeltet bly, og efter afkøling efterstemmes. Dette sidste er en nødvendighed, da samlingen ellers ikke er tæt.

Som retningslinie gælder, at blyhøjden i muffen skal være det halve af muffedybden. Et alternativ til smeltet bly er blyuld, der stemmes i muffen.

Blysamlingen er en tæt, stiv samling svarende til normens klasse B eller C.

Samlingen har visse ulemper, hvoraf kan nævnes:

den tager lang tid at udføre,  
under knebne pladsforhold er efterstemningen umulig at udføre (f.eks. ved samling mellem kort gulvafløbsskål og vandlås),  
samlingen kan ikke kvalitetskontrolleres,  
store temperaturvariationer kan bevirke udskydning af blyet, og  
adskillelse af samlinger er i praksis meget besværlig at udføre uden ødelæggelse af rørene.

Disse ulemper har bevirket en stor interesse i udvikling af hurtigere og sikrere samlingsmetoder, f.eks. baseret på gummiringe. Eksempler herpå er vist på fig. 11.6. Det skal bemærkes, at gummiringene skal være godkendte og mærkede i overensstemmelse med den rørttype, der skal samles.

Udover de på fig. 11.6 viste samlinger, kan anvendes forskellige former for muffefyldningsmaterialer, f.eks. svovlkis og asbestmateriale. For fuldstændighedens skyld kan

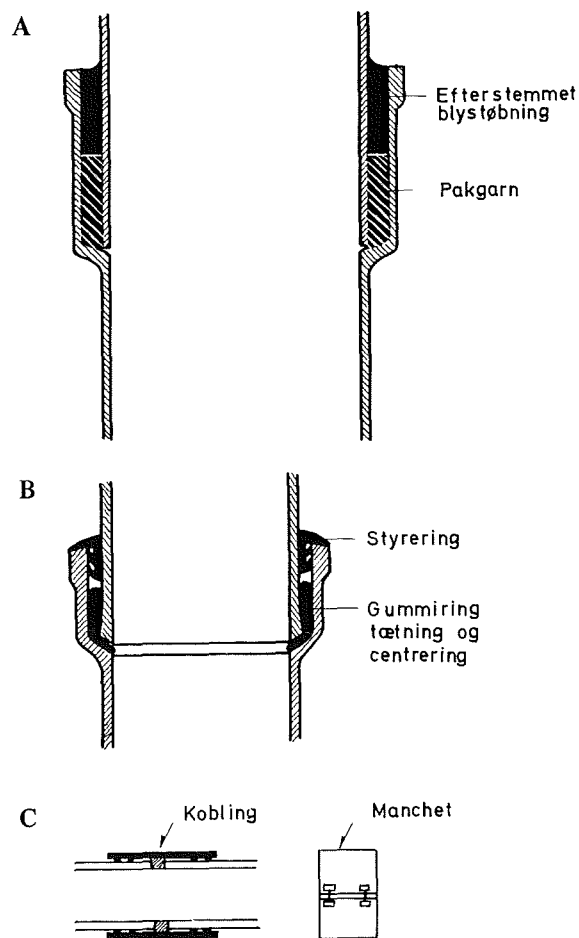


Fig. 11.6. Støbejernrør. Samlingsmetoder. A: almindelig blystøbt samling, B: gummiringssamling (Scanlock), C: samling af muffeløse rør (MA).

nævnes, at støbejernsmufferør i jord kan samles med asfaltstøbning, udført som angivet for betonrør.

Som tidligere anført findes der et afløbssystem opbygget af muffeløse støbejernrør, det såkaldte MA-system. Samlingerne udføres med koblinger af gummi, der fastholdes om rørene med en gummimanchet, se fig. 11.6.

Se også under afsnittet om overgangsstykker.

### Kobberrør

Kobberrør er et af de sjældnere anvendte ledningsmaterialer, og dette skyldes i overvejende grad kobberrørs relativt høje pris.

**Fysiske egenskaber** Kobberrør har en vægtfylde på  $8,9 \text{ g/cm}^3$ , og en længdeudvidelseskoefficient på  $0,017 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$ .

**Kemiske egenskaber** Kobber er kemisk modstandsdygtigt over for alle de i normalt spildevand forekommende stoffer, men angribes f.eks. af fortyndet salpetersyre.

**Anvendelsesområde** På grund af deres høje pris anvendes kobberrør næsten udelukkende til korte ledninger i små dimensioner, f.eks. som forbindelsesrør fra bundventiler i håndvaske mv. til gulv afløb eller faldstamme. De er endvidere velegnede til trykrør fra pumpeanlæg.

Ved anvendelse af kobberrør i en afløbsinstallation skal man tage sig i agt for den såkaldte "galvaniske tæring". Der bør således ikke forekomme metalliske forbindelser med stålrør (galv.) eller zink (tagrender), da der ellers hurtigt vil optræde gennemtæring af de mere uædle metaller. Nedløbsrør fra kobbertage bør således udføres af kobberrør. Ved anvendelse af ikke ledende samlingsmaterialer, kan den galvaniske tæring i nogen grad undgås.

### Dimensioner

Kobberrør skal være sømløse og fremstilles som hårde, halvhårde og bløde rør efter DS 2110. Til afløbsinstallationer anvendes de i fig. 11.7 anførte dimensioner. Rørene leveres i længder à ca. 5 m. Nedløbsrør af kobber fremstilles af valsede plader (halvhårde med en pladetykkelse på  $0,75 \text{ mm}$ ), der loddes sammen.

Udvendig diameter mm <sup>ø</sup>	Godstykkelser mm	Handelsbetegnelse
28	1,2	28 · 1,2
35	1,5	35 · 1,5
42	1,5	42 · 1,5
54	1,5	54 · 1,5

Fig. 11.7. Kobberrør. Oversigt over handelsdimensioner.

I en afløbsinstallation anvendes kobberør ofte med en udvendig forkromning, der kun tjener æstetiske formål.

### Bearbejdning

Kobberør er relativt bløde og lette at bukke. Kobberør i små dimensioner kan bukkes koldt, men i de dimensioner, der anvendes til afløb, bør varmebukning foretrækkes. Afkortning sker ved anvendelse af nedstryger eller rørskærer. Den lette bearbejdning har bevirket, at kobberør ofte anvendes til individuelt udformede afløbsrør, f.eks. fra bundventiler og vandlåse i håndvaske og badekar mv. til gulv afløb henholdsvis faldstamme. Efter måltagning på stedet fremstilles afløbsrøret, og derefter foretages eventuelt forkromning. I de senere år er der fremkommet fabriksfremstillede afløbsrør til disse formål.

### Formstykker

Da kobberør normalt anvendes i vandinstallationer, er de på markedet værende formstykker udviklet med henblik herpå, og udvalget omfatter derfor et normalt fittingsprogram bestående af bøjninger, teer og reduktionsstykker. Af afløbstekniske grunde bør kun slanke bøjninger og strømteer anvendes.

### Samlinger

Kobberør samles normalt ved lodning med anvendelse af de såkaldte loddefittings. Disse kræver en omhyggelig og renlig arbejdsgang med en nøjagtig kalibrering af rør og muffe og rengøring af loddesteder.

Hurtigere og nemmere er anvendelse af skære- eller klemmeringsfittings, men da der sker en deformation af de samlede rør, må anvendelse af loddefittings foretrækkes i en afløbsinstallation. Ud over de nævnte fittings findes unioner til anvendelse, hvor man ønsker en adskillelig samling.

Se også under afsnittet overgangsstykker.

### Blyrør

Et tidligere meget anvendt rørmateriale til mindre sideledninger er bly. Idag anvendes det næsten udelukkende til vandlåse.

**Fysiske egenskaber** Bly har en vægtfylde på ca. 11, og er et blødt materiale med et meget lavt smeltepunkt (ca. 325°C).

**Kemiske egenskaber** Bly er modstandsdygtigt over for næsten alle i spildevand forekommende stoffer, og tæring forekommer næsten aldrig.

**Anvendelsesområde** Som nævnt kan bly anvendes til mindre sideledninger, og anvendelsesområdet er ellers det samme som for kobberør. Blyrør har imidlertid den ulempe, at de er bløde, og de bør derfor beskyttes mod stød og slag ved anbringelse af beskyttelsesbøjler o. lign.

Ved stærk varmepåvirkning er de tilbøjelige til at hænge, og afstanden mellem bæringer bør derfor gøres lille.

### Dimensioner

Blyrør leveres i de i fig. 11.8 angivne dimensioner (DIN 1263).

Udvendig diameter mm <sup>ø</sup>	Godstykkelse mm	Handelsbetegnelse mm
25	Min. 1,25 mm	25
32		32
40		40
50		50

Fig. 11.8. Blyrør. Oversigt over handelsdimensioner.

**Bearbejdning** Som tidligere anført er blyrør bløde, og derfor lette at overskære og forme. Da blyrør bliver "trætte" ved kold bearbejdning, bør bukning ske under opvarmning.

**Formstykker** Der findes ikke formstykker til blyrør.

**Samlinger** Blyrør samles ved stuklodning med loddetin.  
Se også afsnittet om overgangsstykker.

### Messingrør

**Anvendelsesområde** Messingrør anvendes til korte afløbsrør fra bundventiler og vandlåse til gulv afløb og faldstamme, og er som oftest udvendigt forkromede.

Messing anvendes iøvrigt til forskelligt tilbehør til afløbsinstallationer såsom feruler, riste, bundventiler og pungvandlåse.

**Fysiske egenskaber** Messing har en vægtfylde på ca. 8,6 og er af en legering af kobber og zink. Kobberindholdet skal være 60-80 %.

**Kemiske egenskaber** Messingrør har stort set samme kemiske egenskaber som kobber. De må dog ikke udsættes for ammoniakdampe.

**Dimensioner** Messingrør leveres i de i fig. 11.9 angivne dimensioner.

Indvendig diameter mm <sup>ø</sup>	Godstykkelse mm	Handelsbetegnelse mm <sup>ø</sup>
25	3,0	25
32	3,0	32
38	3,5	40
50	4,0	50

Fig. 11.9. Messingrør. Oversigt over handelsdimensioner.

**Bearbejdning** Messingrør kan bearbejdes som kobberrør, men det må tages i betragtning, at messing er hårdere og mere skørt end kobber.

**Formstykker** Udvalget af formstykker til messingrør er lille, idet der kun findes 90°-bøjninger (vinkler).

**Samlinger** Messingrør samles ved lodning eller med unioner. Se også afsnittet om overgangsstykker.

**Forzinkede stålør** Forzinkede (galvaniserede) stålør er et billigt og dårligt produkt til en afløbsinstallation, og deres anvendelse bør derfor begrænses mest muligt. De er dog på grund af deres prisbillighed almindeligt anvendt og skal derfor omtales her.

**Fysiske egenskaber** Stål har en vægtfylde på 7,85 g/cm<sup>3</sup> og en længdeudvidelseskoefficient på 0,012 mm/m°C.

**Kemiske egenskaber** Stålør er i sig selv ikke modstandsdygtige overfor spildevand og heller ikke overfor atmosfærisk luft. De skal derfor være indvendigt og udvendigt varmforzinkede (galvaniserede), og dette giver en rimelig beskyttelse udvendigt, men ikke indvendigt.

**Anvendelsesområde** På grund af den store tæringsrisiko tillades galvaniserede stålør kun anvendt til mindre sideledninger beliggende frit tilgængelige i samme rum som den installationsgenstand, der skal etableres afløb fra.

**Dimensioner** Forzinkede stålør (trukne rør) skal være efter DS 540 og kan anvendes i de i fig. 11.10 angivne dimensioner.

Udvendig diameter mm <sup>ø</sup>	Godstykkelse mm	Handelsbetegnelse mm <sup>ø</sup>
34,2	3,25	25
42,9	3,25	32
48,8	3,25	40
60,8	3,65	50

Fig. 11.10. Forzinkede (galvaniserede) stålør efter DS 540. Oversigt over handelsdimensioner.

**Bearbejdning** Da bukning af stålør ødelægger zinklaget, bør dette ikke foretages. Afkortning kan foretages med nedstryger eller rørskeer. Gevindskæring kan foretages. Indvendige grater, der fremkommer ved bearbejdning, skal fjernes, da man ellers risikerer forstoppelse i rørene.

**Formstykker** Til forzinkede stålør findes et næsten fuldstændigt fittingsprogram i blødstøbte randfittings, idet det dog skal bemærkes, at bøjninger kun findes med vinklerne 45° og 90°, og at kun slanke bøjninger og strømteer bør benyttes.

**Samlinger** Forzinkede stålør samles altid med gevind. (Muffe- eller unionsamlinger).

- Plastbelagte stålrør** I Tyskland fremstilles et komplet afløbsprogram for tyndvæggede forzinkede stålrør med en ud- og indvendig PVC-belægning.
- Fysiske egenskaber** Rørene har principielt samme egenskaber som de forzinkede stålrør efter DS 540, men da samling foretages med muffer med specielle gummiringssamlinger, er gevindskæring ikke aktuell, og rørene er derfor tyndvæggede, f.eks. har et 200 mm<sup>ø</sup> rør en godstykkelse på 3,2 mm, hvilket gør dem ret lette.
- Kemiske egenskaber** Ved den indvendige belægning af PVC (lagtykkelse ca. 200  $\mu$ ) er rørene principielt gjort kemisk modstandsdygtige i samme grad som almindelige PVC-afløbsrør.
- Anvendelsesområde** De PVC-belagte stålrør er godkendt til samme anvendelsesområde som støbejernsrør.  
Rørene er relativt dyre og kan i øjeblikket kun konkurrere med de øvrige rørtyper (støbejern og plast), når der er tale om fabriksfremstillede afløbskomplekser.
- Dimensioner** Plastbelagte galvaniserede stålrør leveres i de i fig. 11.11 angivne dimensioner.  
Rørene leveres i følgende længder: 0,25 – 0,50 – 0,75 – 1,00 – 1,50 – 2,00 og 3,00 m gældende for rør både med 1 og 2 muffer.

Handelsbetegnelse Indvendig diameter mm <sup>ø</sup>	Godstykkelse mm
32	1,0
40	1,5
50	1,5
70	1,6
80	1,8
100	2,0
125	2,5
150	2,5
200	3,2

Fig. 11.11. Plastbelagte stålrør. Oversigt over handelsdimensioner.

- Overfladebehandling** På det tyske marked findes rørene både med og uden PVC-belægning, men det skal bemærkes, at de i Danmark anvendte rør skal være PVC-belagte såvel ind- som udvendigt.
- Bearbejdning** Da rørenes egnethed til afløbsinstallationer er afhængig af en sammenhængende PVC-belægning, må rørene ikke bøjes eller formes på anden måde, og det er kun tilladt at afkorte dem ved oversavning, og kun såfremt der foretages en supplerende rustbeskyttelse af snitfladen med bitumen eller tilsvarende.
- Formstykker** Der markedsføres et komplet afløbsprogram for de PVC-belagte stålrør.
- Samlinger** Samling af rørene foretages med en gummimanchet, der både sikrer centrering og tætning. Se fig. 11.12.

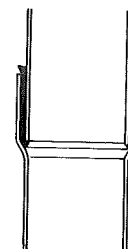


Fig. 11.12. Plastbelagte stålrør. Samling.

### Plastrør Generelt

Plastrør er et relativt nyt materiale inden for afløbsteknikken, og den lette og simple montage har gjort, at de har fået en stor udbredelse. Plast har imidlertid en lang række fysiske og kemiske egenskaber, der afviger stærkt fra de traditionelle materialers (støbejern, beton osv.), hvilket bevirker, at man på en hel anden måde end tidligere bliver nødt til at tage hensyn til materialeegenskaberne.

### Termoplastisk og termohærdende

Plastmaterialer er karakteristiske ved, at de på et eller andet tidspunkt under fremstillingsprocessen er plastisk formbare. For en række af de almindeligste rørmaterialer gælder det, at de efter fremstillingsprocessens afslutning

stadig er plastisk formbare, så længe man ikke ændrer materialestrukturen, f.eks. ved stærk opvarmning. Denne gruppe af plastmaterialer kaldes *termoplastisk plast*, medens den stofgruppe, der, når fremstillingsprocessen er slut, ikke er yderligere formbare, kaldes *termohærdende plast*.

#### Termoplastiske rørmaterialer

Gruppen af termoplastiske rørmaterialer omfatter:

PVC	(Polyvinylchlorid)
PEL	(Polyethylen med lav massefylde)
PEH	(Polyethylen med høj massefylde)
ABS	(Akrylnitrilbutadienstyren)
PP	(Polypropylen).

Det må imidlertid forudses, at gruppen udvides, idet nye stoffer jævnlige kommer til. Der arbejdes især på udvikling af stoffer med bedre varmebestandighed og bedre egenskaber i brandmæssig henseende.

#### Fysiske egenskaber

Disse materialer er som anført plastiske, og det er således muligt at forme dem. Da materialerne bliver desto blødere, des mere de opvarmes, vil formbarheden også bedres ved opvarmning. Der er dog grænser for, hvor høje temperaturer der må opvarmes til, hvis ikke materialet skal ødelægges.

Materialerne PEL, PEH og PP har en ved stigende temperatur jævn overgang til den smeltede tilstand. Det er klart, at opvarmningen ikke må ske til smeltetemperaturen, der for disse stoffer ligger i følgende intervaller:

PEL smeltetemperatur	105-113°C
PEH smeltetemperatur	115-130°C
PP smeltetemperatur	160-164 °C.

Materialerne PVC og ABS er ikke opbygget på samme måde som de ovenstående, og har ikke noget smeltepunkt. Ved opvarmning bliver de ganske vist blødere og mere formbare, men i stedet for overgangen til den smeltede fase, indtræder en nedbrydning af stoffet. Den maksimale temperatur, der kan tillades ved bearbejdning af PVC, er

således ca. 120°C og for ABS ca. 140°C. En modificeret form for PVC, det såkaldte CPVC, har bedre varmebestandighed, men p.g.a. den ret høje pris har CPVC ikke vundet særlig stor udbredelse.

Ved formning af de termoplastiske materialer optræder fænomenet "krybning". Materialerne vil søge at rette sig ud igen, dvs. at der optræder indre spændinger i rørene, og disse kan i uheldigste fald bevirke brud i ledningerne. Tilsvarende virkninger kan fremkomme i ledningssystemer, hvor ekspansionsmulighederne er utilstrækkelige eller uhensigtsmæssigt anbragt.

Ved stigende temperaturer mister de termoplastiske materialer deres styrke. Ved den maksimalt tilladelige driftstemperatur er trækstyrken således kun ca. 1/3 af trækstyrken ved 20°C.

Når man taler om termoplastens trækstyrke, må man huske, at plastmaterialer er plastiske, hvilket vil sige, at størrelsen af den forlængelse et rør får som følge af en trækbelastning er afhængig af belastningstiden. Ved afløbsrør regnes med en levetid på 50 år, og angivelse af trækmateriallets trækstyrke bør således referere til denne levetid.

Termoplasterne bliver "sprødere" ved faldende temperaturer, dvs. brudforlængelsen bliver mindre. Forholdet er mest karakteristisk for PVC, der ikke bør håndteres ved temperaturer lavere end -10°C.

Længdeudvidelseskoefficienterne, dvs. den længdeforøgelse i mm, som 1 m rør får ved 1°C's opvarmning, er for termoplastmaterialerne meget store, ca. 10-20 gange så store som for stål, og der bør således foretages en omhyggelig planlægning af fastholdelsespunkter og ekspansionsmuligheder for at undgå ledningsbrud.

De forholdsregler, man i.h.t. bygningslovgivningen skal træffe m.h.t. brand, er behandlet i kap. 16.

På grund af plastrørens lave vægt er deres lydisoleringsevne ringe, og f.eks. plaske- og rislelyde passerer særdeles let gennem rørvæggene. Lydisoleringsforholdene er behandlet i kap. 17.

I det foregående er en række af termoplasts negative egenskaber omtalt. De positive egenskaber er imidlertid

meget værdifulde, og det må forudses, at en stigende del af afløbsinstallationerne vil blive udført i plast. Plastrør er let håndterlige p.g.a. den lave vægtfylde, lette at bearbejde, og der er udviklet samlingsmetoder, der er både hurtige at udføre og tætte, og præfabrikation af større rørkomplekser praktiseres ofte.

Termoplasterne er kemisk modstandsdygtige overfor de fleste almindeligt forekommende stoffer, og kun hvis afløbsvandet indeholder stoffer, som stenkulstjære, naftalin og acetone samt halogener (klor, brom mv.), bør man træffe særlige forholdsregler.

### Termohærdende rørmaterialer

De termohærdende plastmaterialer er karakteristiske ved, at de, når fremstillingsprocessen er slut, ikke længere er plastiske. Disse stoffer er normalt sprøde, og for at opnå rimelige trækstyrker armeres rørene. Det oftest anvendte armeringsmateriale er glasfibre. Ved denne armering kan man opnå, at plastrørens styrke nærmer sig stålrørens. Materialets længdeudvidelseskoefficient er ligeledes relativ lille, men for næsten alle andre mekaniske og kemiske egenskabers vedkommende svarer disse til termoplasternes.

Det i dag praktisk taget eneste anvendte rørmateriale i denne stofgruppe er glasfiberarmeret polyester (GAP el. GPE).

En oversigt over plastmaterialernes egenskaber er givet i fig. 11.13.

### Plastrørs be- arbejdning

Plastrørens vægt er ringe, og dette letter alle arbejdsprocesser, når der sammenlignes med de mere konventionelle rørmaterialer (stål, beton etc.).

### Afkortning

Afkortning kan foretages med en almindelig fintandet fukssvans, og i øvrigt kan almindelige træbearbejdningsværktøjer anvendes.

### Bukning

Formning af rør af termoplast bør altid foretages i forbindelse med en opvarmning, da, som tidligere omtalt, indre spændinger herved mindskes. For at sikre mod sammenklapning og ovalitet, skal rørene altid sikres med sandfyldning eller lignende.

Rør- materiale	Vægtfylde g/cm <sup>3</sup>	Max. temp. belastn. Kortvarigt/vedvarende °C	Udvidelse i mm/m ved opvarmning 50°C	Laveste monterings- temperatur °C	Kemisk modstands- dygtighed mod				Anvend.- område
					syrer	alkalier	benzin - terpenin	opløsningsmidler	
PVC	1,4	75/60	4	-10	+	+	0	0	I jord
PEL	0,92	85/65	10	-60	+	(+)	0	0	I bygning
PEH	0,95	95/80	7	-40	+	(+)	0	0	Gevindsamling
ABS	1,05	75/60	5	-10	+	+	0	0	Låsring
PP	0,91	130/110	6	0	+	+	+	+	Mengering
GAP	ca. 1,8	variabel	1,5	variabel	+	(+)	(+)	(+)	Stikmuffe
Termoplast									Trådsvejsning
									Struktursvejsning
									El-muffe
									Overfladesvejsning
									Kompressionsamling
									Kitsamling
									Krympemuffe
									Klæbemuffe

Fig. 11.13. Plastrør. Oversigt over fysiske og kemiske egenskaber og samlingsmetoder.

+ betyder tilfredsstillende modstandsdygtighed

(+) betyder at under visse forhold er modstandsdygtigheden utilfredsstillende

0 betyder at rørmaterialer ikke er modstandsdygtige.



**Opdorning** Tildannelse af muffe kan ske ved en opdorning i forbindelse med en opvarmning. PVC-rør opdornes under samtidig opvarmning, medens PEH opdornes koldt og eftervarmes.

*Formstykker til  
plastrør*

Ved udførelsen af en afløbsinstallation i plastmaterialer er der en mangfoldighed af formstykker til rådighed. Formstykkerne er normalt udført af samme materiale som rørene, og der er i reglen fuld ombyttelighed mellem rør og formstykker af forskellige fabrikater, men af samme materiale og samlingsmetode. Ved anvendelse af forskellige typer plastmaterialer i samme afløbsinstallation bør udvises forsigtighed dels på grund af de forskellige materialegenskaber og dels på grund af varierende godstykkelser. Ved anvendelse af materialeafhængige samlingsmetoder er der dog ikke i praksis væsentlige hindringer for "materialeblanding".

Formstykker skal normalt være fabriksfremstillede, men kan i undtagelsestilfælde fremstilles på stedet ved bukning og opdorning eller lignende. Det skal nævnes, at kun hvis der anvendes godkendte fabriksfremstillede formstykker, er man helt sikker på bygningsmyndighedernes godkendelse af afløbsinstallationerne.

Da formstykkernes varianttal er meget stort, vil det ikke i denne anvisning være praktisk muligt at give en fuldstændig oversigt, og der henvises derfor til det almindeligt tilgængelige brochuremateriale.

*Oversigt over samlingsmetoder til  
plastrør*

Til plastrør er der udviklet et stort antal samlingsmetoder, og det er meget vigtigt at følge fabrikanternes anvisning i hvert enkelt tilfælde. Samlingsmetoderne kan opdeles i:

*1. Materialeafhængige metoder*

klæbemuffesamling  
overfladesvejsning  
el-muffesamling  
stuksvejsning  
trådsvejsning  
krømpemuffesamling

*2. Materialeuafhængige metoder*

stikmuffesamlinger med gummiring  
mengeringsamlinger  
låseringsamling  
gevindsamlinger  
gummimanchetter  
flangesamlinger

I det følgende skal der gives en kort orientering om de enkelte metoder, medens udførlige oplysninger fås i det af fabrikanterne udsendte materiale. Ved de enkelte samlingsmetoder er samlingsklassen i.h.t. normens definitioner angivet.

*Materialeafhængige  
samlemetoder  
Klæbemuffe*

Klæbemuffesamling, der kan anvendes til rør af PVC og ABS, danner en tæt, stiv samling svarende til normens klasse B. Den anvendes på liggende ledningsstrækninger, hvor rørene udsættes for træk i længderetningen, eller hvor gummiringssamlinger er uanvendelige p.g.a. afløbsvandets kemiske sammensætning eller temperatur.

Samlinger udføres ved, at omhyggeligt rensede muffle- og spidsender smøres med en egnet lim (fabrikantens anvisning), hvorefter de samles. Limningen når først fuld styrke efter ca. 1 døgn forløb, og trykprøvning må først foretages efter dette tidspunkt.

*Overfladesvejsning*

Samling af muffle- og spidsende ved overfladesvejsning (Polyfusion-svejsning) sker ved opvarmning af rørdelene til en så høj temperatur, at der sker en egentlig sammensmeltning af rørene i hele indstikdybden. Metoden er enkel og let at kontrollere, og anvendes primært til PEL. Overfladesvejsningen bruges mest ved mindre dimensioner og giver en tæt, stiv samling svarende til normens klasse B.

*El-muffesamling*

El-muffesamlingen anvendes fortrinsvis til PEH, men kan også anvendes til PEL. Ved hjælp af en særlig svejsning med en indlagt varmetråd bringes temperaturen så højt op, at der sker en sammensmeltning af muffle- og spidsende. Varmetråden kan eventuelt indlægges i muffen. Metoden giver en tæt og stiv samling svarende til normens klasse B.

- Stuksvejsning** Stuksvejsning anvendes ved samling af to spidsender på rør af PEL eller PEH. De to spidsender opvarmes og presses mod hinanden, og efter afkøling er samlingen færdig. Opvarmningen sker oftest ved hjælp af et såkaldt svejsespejl. Da metoden stiller store krav til nøjagtighed både ved til-dannelse af rørender, ved temperatur-kontrol (for PEH: 210°C) og ved sammenpresningstryk, udføres samlingen bedst på værksted og af veluddannet personale. Stuksvejsning er den foretrukne samlingsmetode ved præfabrikation af større rørkomplekser. Metoden giver en tæt og stiv samling svarende til normens klasse B.
- Trådsvejsning** Ved trådsvejsning pålægges under opvarmning en tråd i fugen mellem de to røremner, der skal samles. Samlingsmetoden, der principielt er en konventionel svejsning, kræver et veltrænet personale og anvendes i dag kun ved arbejde på eksisterende anlæg og kun ved PEL og PEH. Samlingen er tæt og stiv svarende til normens klasse B.
- Krympemuffe-samling** Denne samling udføres ved, at en særligt udformet muffe ved opvarmning og efterfølgende afkøling bringes til at krympe om en spidsende. Samlingen brugtes tidligere oftest ved PVC-rør, men nu anvendes den kun ved samling af spidsender og afløbstude af keramisk materiale. Der kan evt. indlægges en gummiring i samlingen. Samlingen er normalt af normens klasse B, dvs. en tæt og stiv samling.
- Materialeuafhængige samlingsmetoder**  
**Stikmuffe** Stikmuffesamlinger kan anvendes ved alle rørmaterialer og er den oftest anvendte samlingsmetode til plastrør. I en rille i muffen anbringes en gummiring og efter anvendelse af et passende smøremiddel sker samlingen ved simpel indstikning af spidsenden i muffen. Gummiringen udøver et tryk på rørvæggene, og da plast er plastisk, vil der med tiden ske en deformation af rørvæggene, hvorved samlingen vil blive utæt, såfremt den til stadighed er udsat for høje temperaturer. Ved samlingen må spidsenden ikke stikkes helt i bund i muffen, men skal trækkes ca. 10 mm tilbage. Derved bliver samlingen i stand til at optage en længdeudvidelse af rørene. Stikmuffesamlingen vil normalt være af normens klasse A.

- Låsering** Låseringsamlingen er en variant af den foregående samling. Centreringsringen er anbragt i en rille i muffen og griber ind i en tilsvarende rille i spidsenden, og samlingen er således sikret mod udtrækning. Samlingen er af klasse A.
- Gevindsamling** Gevindsamling af plastrør anvendes i afløbsteknikken kun i forbindelse med omløbere og gummiringstætning. Almindelige afløbsrør er uegnede til gevindskæring, og der anvendes altid gevindmuffe med udvendigt gevind til omløber. Gevindmufferne svejses normalt til en rørende. Samlingsmetoden er let at udføre og anvendes oftest ved de mindre rørdimensioner. Såfremt gummiringens placering er sikret, vil der være tale om klasse A samlinger.
- Flangesamling** Flangesamlinger udføres sjældent, men kan principielt udføres ved alle former for plastmaterialer. Der anvendes sædvanligvis bagflanger af metal.
- Oversigt over plastrørstyper og deres egenskaber** På grundlag af de generelle oplysninger om plastmaterialer, der er anført i det foregående, skal der her gives en kort oversigt over de almindeligt anvendte plastrørs egenskaber og deres anvendelse i bygninger. Glasfiberarmerede polyester-rør er ikke nærmere omtalt i denne forbindelse, da de fortrinsvis anvendes i jord og er beskrevet under afsnittet om ledninger i jord, hvor også oplysninger om PVC-rør til brug i jord er anført.
- Der er i fig. 11.13 givet en oversigt over forskellige plastrørs egenskaber og de samlingsmetoder, der er relevante for de forskellige rørtyper. Der er bl.a. angivet, hvilke temperaturer rørene kan tåle, hvilket kan være af afgørende betydning for valg af materiale. Forskellene i de højst tilladelige temperaturer kan synes små, men de er trods dette afgørende, da man ofte har vandtemperaturer i dette område. Afløbsvandet fra en almindelig opvaskemaskine i en bolig har ofte en temperatur på ca. 65°C, og det ses af skemaet, at PVC, ABS og PEL ikke kan anvendes umiddelbart i et sådant tilfælde. En afbildning af de forskellige samlingstyper er vist i fig. 11.14.

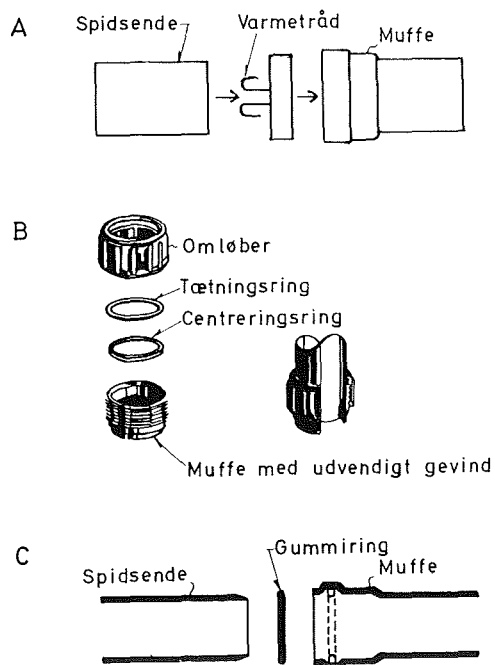


Fig. 11.14. Plastrør. Samlingstyper. A: overfladesvejsnings-samling, B: samling med omløber, C: stikmuffesamling.

**PVC** PVC er det hyppigst anvendte plastmateriale til afløbsinstallationer i Danmark.

**Fysiske egenskaber** Vægtfylde: ca. 1,4 g/cm<sup>3</sup>.  
Længdeudvidelseskoefficient: 0,08 mm/m°C.  
Laveste monteringsstemperatur: ca. 10°C.  
Højeste brugstemperatur ved kortvarig belastning: 75°C.  
Højeste brugstemperatur ved langvarig belastning: 60°C.

**Kemiske egenskaber** Kan ikke anvendes, hvis afløbsvand indeholder hetoner (acetone, propan etc.) og aromatiske forbindelser (benzen, stenkulstjære, toluol, naftalin etc.). Ellers har PVC god modstandsdygtighed overfor kemiske påvirkninger.

**Anvendelsesområde** Bør ikke anvendes til sideledninger med tilledning af vand med temperaturer højere end 60°C (ved vaske- og opvaske-maskiner, køkkenvaske etc.). Ellers generelt anvendeligt i boliger efter DIF's "Norm for afløbsledninger af stift PVC i bygninger" (norm nr. 79).

**Dimensioner** Findes i de i fig. 11.15 angivne dimensioner, og for alle dimensioner fås de i længderne:

0,25 – 0,50 – 0,75 – 1,00 – 1,25 – 1,50 – 1,75 og 2,00 m.

Rør- materiale	Udvendig diameter (mm)												
	25	32	40	48	50	56	63	75	90	110	125	140	160
PVC			x		x			x		x			x
ABS					x			x		x	x		x
PEL	x	x	x		x		x		x	x			x
PEH				x		x		x	x	x		x	x
PP			x		x			x		x			x

Fig. 11.15. Plastrør. Oversigt over handelsdimensioner.

**Bearbejdning** Afkortning ved oversavning med alm. træbearbejdningsværktøj. Bukning og opdorning under opvarmning til max. 120°C.

**Formstykker** Der findes et praktisk talt fuldstændigt afløbsprogram.

**Samlinger** De almindeligste samlingsmetoder er: Stikmuffe- og klæbemuffesamling.

**ABS** ABS anvendes ikke hyppigt i Danmark, men er ret almindeligt visse steder i udlandet, særligt i USA og Norge.

Fysiske egenskaber	Vægtfylde: 1,05 g/cm <sup>3</sup> . Varmeudvidelseskoefficient: 0,10 mm/m°C. Laveste monteringsstemperatur: -10°C. Højeste brugstemperatur ved kortvarig belastning: 75°C. Højeste brugstemperatur ved langvarig belastning: 60°C.
Kemiske egenskaber	Som for PVC, men må dog ikke udsættes for påvirkning fra iltende syrer (svovl- og salpetersyre m.fl.).
Anvendelsesområde	Som for PVC.
Dimensioner	Findes i de i fig. 11.15 angivne dimensioner, og for alle dimensioner fås de i længderne: 0,15 - 0,25 - 0,50 - 0,75 - 1,00 - 1,25 - 1,50 - 1,75 - 2,00 - 2,50 og 3,00 m.
Bearbejdning	Som for PVC, dog med max. temperatur på ca. 140°C ved opvarmning.
Formstykker	Som for PVC.
Samlinger	Som for PVC.
<i>PEH</i>	PEH er et af de almindeligst anvendte plastmaterialer til afløbsinstallationer i Danmark.
Fysiske egenskaber	Vægtfylde: ca. 0,95 g/cm <sup>3</sup> . Varmeudvidelseskoefficient: 0,14 mm/m°C. Laveste monteringsstemperatur: -40°C. Højeste brugstemperatur ved kortvarig belastning: 95°C. Højeste brugstemperatur ved langvarig belastning: 80°C.
Kemiske egenskaber	Opløses af halogene forbindelser (klor, fluor m.fl.) og påvirkes i nogen grad af aromatiske forbindelser (benzen, stenkulstjære, toluol, naftalin m.fl.) og benzin. Ellers god modstandsdygtighed.
Anvendelsesområde	Generelt anvendelig i boliger. Velegnet til præfabrikation (svejsning).

Dimensioner	Findes i de i fig. 11.15 angivne dimensioner, og for rør med gevindsamling fås de i længderne: 0,25 - 0,50 - 0,75 - 1,00 - 1,50 og 2,00 m. Rør til svejsning fås kun i længden 5,00 m.
Bearbejdning	PEH kan afkortes med almindelige træbearbejdningsværktøjer. Bukning og opdorning foretages som koldbearbejdning med efterfølgende opvarmning.
Formstykker	Som for PVC.
Samling	Almindeligst anvendes gevindsamling med omløber og svejsning, men også stikmuffesamling forekommer.
<i>PEL</i>	PEL anvendes i Danmark næsten udelukkende til specielle afløbsinstallationer, som f.eks. i laboratorier.
Fysiske egenskaber	Vægtfylde: 0,92 g/cm <sup>3</sup> . Varmeudvidelseskoefficient: 0,2 mm/m°C. Laveste monteringsstemperatur: -60°C. Højeste brugstemperatur ved kortvarig belastning: 85°C. Højeste brugstemperatur ved langvarig belastning: 65°C.
Kemiske egenskaber	PEL angribes af iltende syrer (salpetersyre, svovlsyre, eddikesyre m.fl.). Ellers god modstandsdygtighed.
Anvendelsesområde	PEL anvendes sjældent i boliginstallationer, men ofte i laboratorier og levedsmiddelindustrien. For PEL-installationer gælder DIF norm nr. 80.
Dimensioner	Fås i de i fig. 11.15 angivne dimensioner (DS 719).
Bearbejdning	Som for PEH.
Formstykker	På grund af PEL's gode formbarhed er udvalget af formstykker begrænset, men normalt fuldt tilstrækkeligt.
Samlinger	Almindeligst anvendes svejsesamlinger, men også gevindsamling med omløber og flangesamling forekommer.

**PP** PP-rør – også kaldet ”rødstregrør” – er et værdifuldt supplement til en afløbsinstallation udført af PVC, fordi de tåler højere temperaturer end PVC-rør.

**Fysiske egenskaber** Vægtfylde: 0,91 g/cm<sup>3</sup>.  
Længdeudvidelseskoefficient: 0,12 mm/m°C.  
Laveste monteringsstemperatur: 0°C.  
Højeste brugstemperatur ved kortvarig belastning: 130°C.  
Højeste brugstemperatur ved langvarig belastning: 110°C.

**Kemiske egenskaber** Som anført for PEH.

**Anvendelsesområde** PP anvendes ofte i PVC-installationer, hvor temperaturerne bliver højere end 60°C (langvarig belastning).

**Dimensioner** Som anført for PVC.

**Bearbejdning** Som anført for PEH.

**Formstykker** Som anført for PVC.

**Samlinger** Som anført for PVC.

### Ledninger i jord

I det foregående afsnit er behandlet materialer til ledninger i bygninger, og de fleste krav, der stilles til disse, kan overføres til ledninger i jord. Til jordledninger stilles der yderligere store krav til rørenes styrke, og dette i forbindelse med, at den mindste tilladte dimension i jord er 75 mm<sup>ø</sup>, udelukker en stor del af de i det tidligere omtalte rørmaterialer.

Til ledninger i jord anvendes følgende materialer:

Betonrør efter DS 400.

Glaserede lerrør efter DS 402.

Pitch fibre-rør efter British Standard 2760/1956.

Støbejernsrør.

Glasfiberarmerede polyesterrør.

PVC-rør efter DS F 972.

Hertil kommer, at DIF's normforslag om ”Afløbsledninger af PEL, PEH og stift PVC i jord” som titlen angiver åbner mulighed for anvendelse af PEL og PEH.

### Betonrør

Langt det almindeligste materiale til ledninger i jord er beton. Beton er et velkendt materiale, der er ret let at fremstille og at arbejde med. I tidens løb har mange ”fuskere i faget” beskæftiget sig med rørfremstilling, og det siger sig selv, at rørkvaliteten har været derefter.

I dag må der i en afløbsinstallation kun anvendes betonrør efter DS 400, og der bør altid anvendes rør fra en fabrikant, der er underkastet en kontinuerlig kontrol, og som derfor kan levere trekantmærkede rør. Det kan anføres, at DS 400 for tiden er under revision, og at den nye norm kan komme til at indeholde andre bestemmelser end de i det følgende nævnte.

Der er i denne anvisning kun omtalt rørstørrelser mindre end 30 cm, og det medfører, at en del rørtyper ikke er nærmere omtalt. Det drejer sig bl.a. om følgende rørtyper: Cirkulære falsrør med fod og armerede rør. Vedrørende anvendelse af disse rør henvises til DIF's Lægningsbestemmelser for afløbsledninger af beton mv. i jord, DS 400 og fabrikanternes katalogmateriale.

**Fysiske egenskaber** Betonrør har en vægtfylde på ca. 2,3, og i forbindelse med store godstykkelser bevirker dette, at der kan blive tale om ret store vægte.

Betons varmeudvidelseskoefficient er ca. 0,01 mm/m°C, og den er så lille, at man kun i helt specielle tilfælde behøver at tage hensyn til rørenes udvidelse.

I DS 400 er angivet, hvilke kvalitetskrav betonrør skal opfylde. Betonrør kan ikke betegnes som vandtætte, men rørene trykprøves med et vandtryk på 5 mH<sub>2</sub>O og er derfor tætte nok under almindelige forhold.

Betonrør er frostsikre. Betonrørs mekaniske styrke skal ikke behandles udførligt her, men det skal dog nævnes, at DS 400 foreskriver prøvningsmetode og styrkekrav i overensstemmelse med rørenes ”beregningmæssige brudbelast-

ning”, der kan anvendes i styrkeberegninger. For almindelige mufferrør udgør denne 3200 kp/m for  $d \leq 20 \text{ cm}^\circ$ .

Det er almindeligt kendt, at betons styrke stiger med tiden, og at nystøbte rør ikke må anvendes. Rør støbt med almindeligt cement skal have en alder på mindst 4 uger, og rør støbt med Rapid-cement mindst 10 dage, før de anvendes.

Betonrør kan slides af vandet, der gennemstrømmer dem, men DS 400 stiller ikke krav til rørenes slidfasthed. I praksis forekommer slid ikke, når rørene lægges med et fald, der er mindre end 300 ‰, og når vandhastigheden er mindre end 5-6 m/s.

**Kemiske egenskaber** Betonrør angribes af kalkaggressivt og sulfatholdigt vand og må derfor ikke anvendes, hvor dette kan forekomme. Det kalkaggressive vand kan forekomme i industrikvarterer, hvor neutralisationsanlæg ikke er udført. Generelt gælder, at betonrør ikke må anvendes til afløbsvand med en lavere pH-værdi end 6.

**Anvendelsesområde** Under alle normale forhold kan betonrør anvendes til ledninger i jord såvel under som uden for bygning. I det foregående er angivet nogle forhold af kemisk art, og det er givet, at betonrør ikke må anvendes under forhold, der kan bewirke en kemisk nedbrydning. Ligeså vigtigt er det imidlertid, at rørene ikke belastes så meget, at der opstår brud.

Dette forhold giver begrænsninger for, hvor store dybder rørene må lægges i, afhængig af belastningen på jordoverfladen. Beregning af lægningsdybder og fremgangsmåde ved lægning er angivet i DIF's "Lægningsbestemmelse for afløbsledninger i jord". I fig. 11.16 er dog angivet de minimale og maksimale lægningsdybder under normale forhold for de almindeligste rørtyper.

**Dimensioner** I fig. 11.16 er angivet dimensioner og længder for mufferrør efter DS 400.3.1.1 og 400.3.1.2, og som supplement hertil er anført et eksempel på en rørtype (specialrør 8) med forøget godstykkelse beregnet specielt til store lægningsdybder.

Indv. diameter cm	Mufferrør (ældre type) DS 400 3.1.1				Mufferrør til rullerpakninger DS 400 3.1.2			Specialrør 8 (som mufferrør DS 400 3.1.2)			
	Dimensioner		Lægningsdybder		Dimensioner		Lægningsdybder	Dimensioner		Lægningsdybder	
	Gods-tykkelse cm	Leveringslængder cm	Max. til bundløb cm	Uden særlig understøtning	Gods-tykkelse cm	Leveringslængder cm	Max. til bundløb cm	Gods-tykkelse cm	Leveringslængder cm	Max. til bundløb cm	Uden særlig understøtning
10	2,0	60 80 100	360		Uden særlig understøtning	2,4	60 80 100	480	Uden særlig understøtning	3,4	
15	2,4	60 80 100	270	2,8		60 80 100	400	5,0		100	800
20	2,8	(60) 80 100	310	Med grus- understøtning	3,2	80 100	420	Med grus- understøtning	5,1	125	800
25	3,2	(60) 80 100	270		3,7	80 100	400		6,3	125	800

Fig. 11.16. Betonrør. Oversigt over dimensioner, rørlængder og lægningsdybder under ugunstige forhold.

Ang. detailmål på rørene henvises til norm for Betonvarer DS 400 (under revision). Ang. lægningsdybder ved trafikbelastning henvises til DIF's lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord (under revision).

Udover de i fig. 11.16 anførte rørlængder leveres såkaldte korte muffestykker beregnet til indhugning i eksisterende ledninger og til tilslutning til nedgangsbrønde.

**Overfladebehandling** Betonrør leveres normalt uden nogen form for overfladebehandling, men kan leveres f.eks. med en indvendig overfladebehandling med epoxylak.

**Bearbejdning** Betonrør er ikke velegnede til bearbejdning p.g.a. deres hårdhed (og skørhed), men det er dog almindeligt at foretage både afkortning og hulhugning (i store ledninger). Bearbejdningen foretages med hammer og mejsel.

## Formstykker

Udvalget af formstykker til betonrør er mindre end udvalget er ved faldrør. Nogle af de nedenfor nævnte formstykker er endnu ikke almindelige lagervarer – specielt overgangsstykkerne – men de medtages for helhedens skyld.

Grenrør 45°: hovedløbets dimension/grenens dimension: 10/10, 15/10, 15/15, 20/15, 25/10, 25/15, 30/10 og 30/15 cm.

Grenrør 90°: 10/10 og 15/10 cm

Bøjninger 22 1/2°: alene til samling med gummiringe: 10, 15, 20, 25 og 30 cm.

Bøjninger 45°: 10 og 15 cm

Bøjninger 85°: 10 cm

Spidsrør: overgangsrør, spidsende/muffe: 15/10 cm

Overgangsstykker spidsende/muffe, alene til samling betonrør/betonrør: med gummiringe: 15/10, 20/10, 20/15, 25/15, 25/20, 30/15, 30/20 og 30/25 cm

Overgangsstykker alene til samling med gummiringe og betonrør/PVC-rør: samlingen med PVC-rør udføres som en alm. PVC-rørssamling (glidesamling): 10/110, 15/160, 20/200, 25/250 og 30/315 cm/mm

Hertil kommer særlige formstykker som flækkede rør, tagvandsbøjninger, dobbelte spidsenderør (rør med spidsende i begge ender), muffestykker, løse grene, mv.

## Samlinger

Alle betonrør med dimensioner mindre end 60 cm<sup>ø</sup> er muffeør. Samlingstyperne kan opdeles i

traditionelle muffesamlinger og fleksible samlinger med gummiringe.

## Traditionelle muffesamlinger

Traditionelle muffesamlinger kan på muffeør af ældre type udføres på følgende måde: Først centreres spidsenden

i muffen ved, at man ”strikker op”, dvs. indstemmer en væge af tjæret værk. Indstemningen foretages med et stikjern og en hammer. Derefter udføres tætningen med et af følgende materialer:

*Cementmørtel*, der giver en meget stiv samling, der kun i heldigste tilfælde er ”tæt” (normens klasse D). Cement-samlingen er meget følsom over for bevægelser af ledningen, hvilket kan bevirke, at cementmørtlen falder ud af muffen. Denne samling er endvidere en medvirkende årsag til, at brud i et enkelt rør forplanter sig med ledningen, således at man får brud på en hel ledningsstrækning. Cementsamlingen bør ikke anvendes.

*Slemmet ler*. Muffen kan fyldes med plastisk ler. Samlingen svarer til normens klasse D, og må foretrækkes for cementsamling mest p.g.a. samlingens plastiske karakter.

*Muffekit*. Som et forsøg på at skaffe et alternativ til de to foregående samlinger har man i tidens løb udviklet andre materialer til tætning af betonrørsmuffer. Nogen stor succes har man imidlertid ikke kunnet opnå, og der er ikke megen grund til at beskrive nærmere enkeltheder.

*Asfalt*. Den bedste af de traditionelle samlingsmetoder er udførelse af en asfaltstøbt samling. Samlingen svarer til normens klasse D. Asfaltstøbning må ikke anvendes ved benzinholdigt afløbsvand.

De i det foregående omtalte traditionelle muffesamlinger lider alle af nogle ret væsentlige ulemper, idet samlingerne må karakteriseres som:

stive og uelastiske,

ikke tætte overfor vandtryk,

ikke tætte over for trærodders indtrængen i ledningerne (man har – dog uden permanent virkning – forsøgt at ”imprægnere” samlingerne med tjære) og

ikke adskillelige. Ved reparationsarbejder er det nødvendigt at ødelægge rørene, hvis en adskillelse ønskes.

En fordel ved samlingerne er, at de ikke stiller særlige krav til rørenes dimensionstolerancer. Det gør imidlertid den sidste samlingsmetode, der skal omtales her, nemlig de

fleksible gummiringssamlinger: rullerings- og glideringssamlingerne.

#### Rulleringssamling

Denne samling er den ældste og hidtil mest benyttede blandt de fleksible betonrørssamlinger. Den har fået sit navn fra fremgangsmåden ved samlingens udførelse: En gummiring med kompakt tværsnit anbringes på rørets spidsende, umiddelbart inden samling skal foretages. Når spidsenden føres ind i det foregående rørs muffeende, bringes gummiringen til at rulle på plads. Samlingsfunktionen stiller særlige krav til spids- og muffeendernes udformning og måltolerancer. Netop ved at samlingen er hurtig og nem at udføre, kan der ved manglende agtpågivenhed ske det, at gummiringen glider af spidsenden under udførelsen af samlingen og skydes foran spidsenden for til slut at hænge ned som et gardin i rørets frie tværsnit. Samlingen skal derfor altid kontrolleres for denne fejlmulighed.

#### Glideringssamling

Denne er i princippet opbygget som rulleringssamlingen, men adskiller sig ved at gummiringen umiddelbart inden samling foretages anbringes på sin blivende plads et stykke inde på spidsenden. Muffens indvendige samlingsflader og eventuelt også gummiringen smøres derpå med et glidemiddel, og samlingen etableres ved, at spidsenden skydes ind i muffen. Gummiringen bliver således siddende på spidsenden, og sammen glider de på plads i muffen. Her er der ingen mulighed for fejlplacering af gummiringen efter udført samling, men denne er på grund af glidemidlet lidt mere omstændelig end rulleringssamlingen. For bl.a. at imødegå denne extra ulejlighed med glidemidlet, er den i dag på markedet eksisterende glideringssamling en kombineret rulle- og glideringssamling. Dette skal forstås således, at samlingen i tørre rørgrave under normale forhold udføres som en rulleringssamling, medens glideringssamling og dermed glidemiddel benyttes i våde rørgrave og om vinteren, når der er tendens til isbelægninger på samlingsfladerne.

De nævnte gummiringssamlinger vil formentligt i den nye DS 400 blive beskrevet i et særligt standardblad vedr.

samlinger DS 400.3.1.3 (de tilhørende rørtyper kan let skelnes fra betonrør, ældre type DS 400.3.1.1 med den primitive samling derved, at der indvendigt i muffens bund forefindes en indsnævring eller aftrapning, se fig. 11.17).

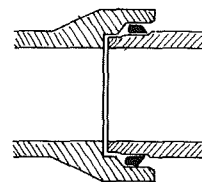


Fig. 11.17. Betonrør.  
Kombineret rulle- og glideringssamling.

Gummiringssamlingerne hører til normens klasse A og er karakteristiske ved, at vinkeldrejninger og aksiale forskydninger i samlingerne forårsaget af sætninger i jorden, påvirkninger ved rørgravens tilfyldning, fyldens komprimering, mv. kan optages i samlingen uden at medføre utæthed i denne (mht. størrelsen af de vinkeldrejninger, forskydninger mv. som kan optages i samlingen, se norm for fleksible samlinger i afløbsledninger i jord).

Det skal bemærkes, at den kombinerede rulle- og glideringssamling udgør en forbedring af den omtalte ældre rulleringssamling. Dette kommer til udtryk i såvel muffens og spidsendens udformning som i disses mindre måltolerancer, hvilket medfører, at samlingens funktion er uafhængig af størrelsen af de forskydningskræfter, som skal overføres gennem denne.

#### Glaserede lerrør

Indtil for ganske få år siden fandtes kun 2 almindeligt anvendelige ledningsmaterialer til ledninger i jord, nemlig beton og glaseret ler. I det foregående er omtalt, hvor man ikke bør anvende betonrør, og generelt gjaldt det tidligere, at så anvendtes lerrør. Der findes dog i dag også andre muligheder (plast, pitch-fibre m.fl.).

#### Fysiske egenskaber

Glaserede lerrør har en rumvægt på ca.  $1,98 \text{ kg/cm}^3$ , og vægten af færdige rør svarer til betonrørs. Længdeudvidelseskoefficienten er  $0,005 \text{ mm/cm}^\circ\text{C}$  og således meget lille.



Glaserede lerrør er tætte og er i besiddelse af en styrke, der svarer til styrken af betonrør af den ældre type.

**Kemiske egenskaber** De glaserede lerrørs store fordel er, at de er syrefaste, og iøvrigt er generelt kemisk modstandsdygtige i meget stor grad.

**Anvendelsesområde** Glaserede lerrør er praktisk taget generelt anvendelige, og deres vigtigste begrænsning er de tilladelige lægningsdybder. Rørene kan anvendes til syreholdigt afløb, og hvor grundvandets kemiske sammensætning udelukker betonrørs anvendelse. Et vigtigt anvendelsesområde for glaserede rør er afløb fra stalde og industriområder.

**Dimensioner** Glaserede lerrør efter DS 402 fås i de dimensioner og længder, der er anført i fig. 11.18.

Indv. diameter cm $\varnothing$	Godstykkelser cm	Længde cm	Lægningsdybde max. cm
10	1.6	60	360
15	1.8	60	270
20	2.0	75	310
25	2.3	100	270

Fig. 11.18. Glaserede lerrør. Oversigt over dimensioner, godstykkelser, rørlængder og maksimale lægningsdybder under ugunstige forhold. Se iøvrigt lægningsbestemmelserne.

**Bearbejdning** Glaserede lerrør er ikke egnede til bearbejdning, dog kan afkortning foretages med kædeskærer.

**Formstykker** I henhold til DS 402 findes følgende formstykker:

45° bøjninger: diametre 10 og 15 cm

85° bøjninger: diametre 10 og 15 cm

45° grenrør: I alle dimensioner med 10 og 15 cm grene

Reduktionsrør (spidsrør): 10/15 cm.

**Samlinger** Samling af glaserede lerrør kan ske som traditionel muffesamling med tætning med slemmet ler eller asfalt som an-

givet for betonrør. Hertil kommer de nok så vigtige stikmuffesamlinger, se fig. 11.19, der svarer til normens klasse A. Samlingen forudsætter, at der i muffen på fabrik er isat en foring af plast, og at spidsenden forsynes med en tætningsring af samme materiale. Disse tætningsringe kan tilfældevis fås separat til anbringelse på afkortede rør.

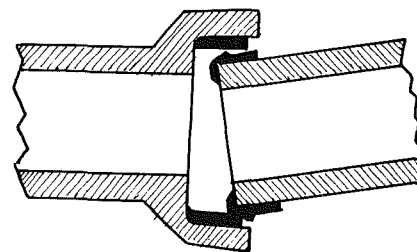


Fig. 11.19. Glaserede lerrør. Stikmuffesamling (Hasle Klinker- og Chamottefabrik).

#### *Pitch fibre-rør*

Disse rør importeres fra England og har opnået en vis udbredelse, dels fordi de er lette og relativt stærke, og dels fordi de tillader rationelle arbejdsmetoder – i hvert fald i sammenligning med beton-, ler- og støbejernsrør med traditionelle samlinger.

**Fysiske egenskaber** Pitch fibre-rør skal være efter British Standard BS.2760-1966. Rørene er fremstillet af kultjærebeleg armeret med cellulose- og asbestfibre. Rørene er stærke og seje. Vægtfylden er ca. 1,4, og rørene er ret lette at håndtere, ligesom de er lette at bearbejde.

**Kemiske egenskaber** Pitch fibre-rør er i besiddelse af stor modstandsdygtighed over for kemiske påvirkninger, når undtages benzin- og olieprodukter.

**Dimensioner** Rørene findes i de dimensioner og længder, der er angivet i fig. 11.20.

**Bearbejdning** Bukning af rørene er ikke mulig, men afkortning kan foretages med en almindelig sav.

Indvendig diameter mm $\emptyset$	Godstykkelse mm	Længder for alle dimensioner m
100	1.2	ca. 2.4 og 3.0
150	1.6	
200		

Fig. 11.20. Pitch fibre-rør. Oversigt over handelsdimensioner.

## Formstykker

Til pitch fibre-rør findes et komplet program af formstykker fremstillet af enten pitch fibre eller af polypropylen.

## Samlinger

Rørene er samlingsteknisk karakteristiske ved, at alle lige rør er forsynet med to spidsender, og at de samles med en særlig kobling med to muffers. Formstykkerne er enten forsynet med to spidsender eller to muffers. Tætningen etableres med en gummiring.

## Plastrør i jord

I det foregående er der omtalt en række rørtyper, der alle udmærker sig ved at være stive og i praksis udeformerbare. I de senere år har der været en vis udvikling af plastrør til anvendelse i jord, og da plastrør har helt andre styrkeegenskaber end de traditionelle materialer, kan de almindelige lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord ikke anvendes for plastmaterialer. Plastrørene har alle en i forhold til de traditionelle rørtyper meget ringe godstykkelse, og de kan tåle ret store deformationer, før der opstår brud. DIF har for sådanne rør udarbejdet en ny norm, nemlig "Norm for afløbsledninger af PEL, PEH og stift PVC i jord", 1. udg. maj 1973.

## PVC

PVC-rørs fysiske og kemiske egenskaber er tidligere omtalt, og her skal yderligere tilføjes, at PVC-rør til anvendelse i jord udføres i 3 styrkeklasser efter DS F 972, nemlig L, N og S.

## Anvendelsesområde

Klasse L:  
Rør efter klasse L (tryktrin 4) er beregnet for lette læg-

ningsforhold, og disse anses for at være tilstede, når *alle* nedennævnte vilkår er opfyldt:

1. Jordbunden består af grus eller sand.
2. Jorddækningen (se fig. 11.21) er højst 4,0 m.
3. Udover vægten af overliggende jordlag forekommer der ingen trafikbelastninger, eller disse er undtagelsesvis.
4. Ledningen lægges over grundvandstanden.

Ledningsklasse	Jorddækning	
	min.	max.
L	1.0 m	4.0 m
N		4.0 –
S		6.0 –

Fig. 11.21. PVC-rør i jord. Oversigt over mindste og største lægningsdybder.

## Klasse N:

Rør efter klasse N (tryktrin 5) er beregnet for normale lægningsforhold, og disse anses for at være tilstede, når alle nedennævnte vilkår er opfyldt:

1. Jordbunden ikke består af klippe, store sten, silt, organisk jord el. lign.
2. Jorddækningen er højst 4,0 m.
3. Udover vægten af overliggende jordlag forekommer der ingen trafikbelastning, eller disse er undtagelsesvis.

## Klasse S:

Rør efter klasse S (tryktrin 6) er beregnet for svære lægningsforhold, og disse anses for at være tilstede, når blot et af nedennævnte vilkår er gældende:

1. Jordbunden på stedet er klippe eller indeholder store sten, i hvilket tilfælde røret må beskyttes mod sten og ujævne sætninger.
2. Jordbunden på stedet består af silt eller organisk jord eller iøvrigt har dårlig bæreevne.

3. Jorddækningen er større end 4,0 m, dog max. 6,0 m.
4. Udover vægten af overliggende jordlag forekommer der gentagne tunge trafikbelastninger.
5. Ledningen lægges under svære forhold iøvrigt f.eks. i en skråning, eller hvor jordskred kan forekomme.  
Den tilladte tværsnitsdeformation er 5 %, se fig. 11.22.

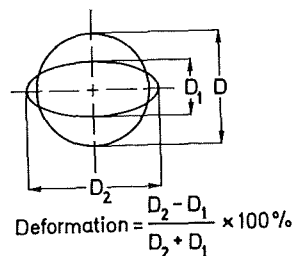


Fig. 11.22. PVC-rør i jord. Definition af tværsnitsdeformation.

Iøvrigt henvises til DIF's "Norm for afløbsledninger af PEL, PEH og stift PVC i jord".

Iøvrigt kan PVC-ledninger, klasse N, anvendes til:

- Kloakledninger i dimensionerne 110-200 mm<sup>ø</sup> udv., som ikke vedvarende bortleder spildevand med temperaturer højere end 60°C.
- Kloakledninger i dimensionerne 250-500 mm<sup>ø</sup> udv., der ikke vedvarende bortleder spildevand med temperaturer højere end 40°C.
- Kloakledninger, som ikke bortleder spildevand, der indeholder stoffer, som kan beskadige hård PVC.

PVC-rør skal udføres efter DS F 972, og de leveres i de dimensioner og længder, der er anført i fig. 11.23.

Bearbejdning

PVC-rørs bearbejdelighed er tidligere omtalt. Her skal tilføjes, at PVC-kloakrør med  $d \leq 200$  mm<sup>ø</sup> kan lægges med

Udvendig diameter mm <sup>ø</sup>	Godstykkelse i mm	
	Klasse L og N	Klasse S
110	3.0	3.3
160	3.6	4.7
200	4.5	5.9
250	6.1	7.3
315	7.7	9.2
400	9.8	11.7
500	12.2	14.6

Fig. 11.23. PVC-rør i jord. Oversigt over handelsdimensioner og godstykkelser.

krumning, således at mindre retningsændringer kan foretages uden anvendelse af formstykker. Krumningen skal være med en bøjningsradius på mindst 300 · rørets diameter, hvilket vil sige, at der pr. 1° i retningsændring kræves en ledningslængde, som angivet i skemaet i fig. 11.24.

Udvendig diameter mm <sup>ø</sup>	Ledningslængde pr. grads retningsændring m
100	0,58
160	0,84
200	1,05

Fig. 11.24. PVC-rør i jord. Bøjning af rør. Skemaet angiver den nødvendige ledningslængde pr. grads retningsændring.

Formstykker

Til PVC-rør findes et program af formstykker omfattende:

Bøjninger: 15, 30, 45 og 87°

45°-grenrør: For alle dimensioner med grene i dimensioner 110, 160 og 200 mm<sup>ø</sup> (grendimensionen er dog aldrig større end ledningsdimensionen).

Reduktionsrør: 160/110 – 200/160 – 250/200 – 315/250 – 400/315.

Et specielt formstykke er det såkaldte sadelgrenrør, se fig. 11.25, der er beregnet for tilslutninger til eksisterende PVC-ledninger. Ved murgennemføringer anvendes en bøsning normalt af eternit eller GAP.

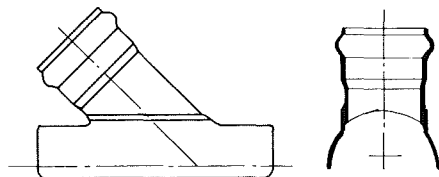


Fig. 11.25. PVC-rør i jord. Sadelgrenrør.

#### Samlinger

Samlinger for PVC-rør er tidligere omtalt. Den almindeligste samlingsmetode til PVC-rør i jord er stikmuffesamlinger med gummiringstætning, der svarer til normens klasse A.

#### Glasfiberarmerede polyesterrør (GAP el. GPE)

Rør af dette materiale er endnu ikke godkendt i Danmark til afløbsinstallationer på privat grund, men de har været anvendt med godt resultat til hoved afløbsledninger flere steder.

GAP-rør er meget stærkere end de øvrige plastrør og kan anvendes til ret store dybder (ca. 10 m for de stærkeste rørtyper). Det kan stort set siges, at GAP-rør kombinerer plastrørs gode kemiske og arbejdsmæssige egenskaber med betonrørs gode styrkemæssige egenskaber. Da der er udviklet nedløbs- og nedgangsbrønde i samme materiale, har man måske her på længere sigt et reelt alternativ til betonrør til brug i afløbssystemer.

Rørene leveres i dimensioner fra 200 mm<sup>ø</sup> og op. De samles normalt med stikmuffesamlinger eller med løse dobbelte muffer med gummiringstætninger.

#### Ledningsmaterialer til drænvandsinstallationer

Til anvendelse i dræning installationer findes der en række rørtyper, der adskiller sig væsentligt fra de i det foregående omtalte.

<i>Uglaserede lerrør</i>	Det traditionelle materiale til drænledninger er uglaseret ler.
Fysiske egenskaber	Der er her tale om et meget billigt produkt af et utæt og stærkt vandsugende materiale, der ikke er frostsikkert.
Kemiske egenskaber	Disse er som anført for glaserede lerrør.
Dimensioner	Uglaserede lerrør leveres med udvendige diametre på 8 og 10 cm og med en længde på ca. 33 cm, alt efter DS 401.
Bearbejdning	Med lidt held kan uglaserede lerrør afkortes ved hugning.
Formstykker	Der findes ingen formstykker.
Samlinger	Rørene er lige rør uden muffer eller tilsvarende, og de samles med lige stød.
<i>PVC drænrør</i>	Et nyere ledningsmateriale er de korrugerede (bølgede) eller glatte PVC-rør med huller eller slidser i rørvæggen.
Fysiske og kemiske egenskaber	PVC drænrørs fysiske og kemiske egenskaber er som tidligere omtalt for andre PVC-rørtyper.
Dimensioner	Plastrør til dræning skal være fremstillet efter DS/R 2077 og findes i dag i mange forskellige typer. Dimensionsudvalget er stort, og næsten alle diametre i området fra 40 til 225 mm findes. Nogle rør- og formstykker er vist i fig. 11.26.

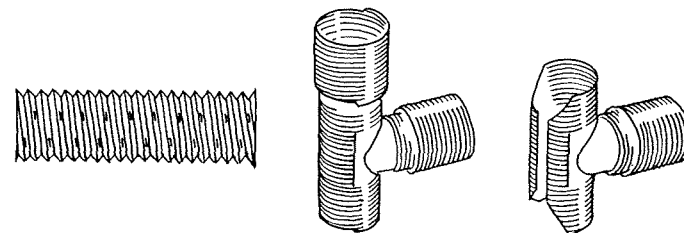


Fig. 11.26. Korrugerede PVC-rør til dræning. Grenrørstyper.

Rørene leveres for de små dimensioners vedkommende i ruller med længder, der – afhængigt af rørdiameteren – varierer fra ca. 30 til 100 m. De største dimensioner leveres dog i lige længder.

**Bearbejdning** PVC drænrør kan afkortes med almindeligt træbearbejdningsværktøj.

**Formstykker** Der findes to hovedformer for formstykker:

45°- og 90°-grenrør, der oftest er udformet som sadelgrenrør, og samlemuffer.

Det skal dog nævnes, at adskillige plastrørstyper er så bøjelige, at der ikke er behov for bøjningsformstykker.

Iøvrigt henvises til firmakataloger, der normalt giver alle nødvendige oplysninger. Plastdrænrør findes også udført af PEL, og for disse gælder det samme, som er beskrevet om PVC drænrør.

**Betondrænrør** Ved større drænarbejder anvendes ofte de såkaldte landbrugsrør, der er muffeløse betonrør efter DS 400.

**Andre rørtyper** Udover de nævnte rørtyper findes en række andre, der meget sjældent anvendes i Danmark, eller i givet fald til helt specielle forhold. Der kan nævnes:

**Asbestcimentrør** Disse rør anvendes en del til trykvandrør. I visse lande bruges de tillige til afløbsrør. Rørene findes på markedet, og de anvendes som regel i forbindelse med formstykker af støbejern.

**Glaserør** Til laboratorier og i den kemiske industri anvendes undertiden glaserør til afløb. Rørene er modstandsdygtige over for mange kemiske stoffer. Der findes komplette programmer på markedet.

Vedrørende nærmere oplysninger om disse og andre typer henvises til de respektive fabrikanter og grossister.

FRA TIL	Støbejerns-mufferør	Galvaniserede stålør	PVC-belagte stålør	Metalør	PVC	PEL	PEH	PP	ABS	Muffeløse støbejernsrør	Betonør	Glaserede lerrør	Begfiberrør
Støbejerns-mufferør		6	10	6	1, 8	1	8	1, 8	1, 8		5	5	
Galvaniserede stålør													
PVC-belagte stålør													
Metalør													
PVC	1, 2, 11	3	10	3			8	8			5	5	
PEL													
PEH	2	3		3									
PP	1	3		3									
ABS	1, 2, 11	3	10	3			8	8					
Muffeløse støbejernsrør	5	12		12	11		11	11	11				
Betonør	4				4				4				
Glaserede lerrør	4				4				4				
Begfiberrør	5, 9				5, 9	9	9	9	5, 9		5	5	

Fig. 11.27. Oversigt over overgangsstykker mv. Ved anvendelse af skemaet regnes fra et materiale til et andet i afløbsstrømmens retning.

Det i skemaet anførte nummer refererer til de på fig. 11.28 angivne skitsenumre.

## Overgangsstykker

Samling af ledninger af forskellige typer og materialer vil næsten altid finde sted i en afløbsinstallation, og det er meget vigtigt, at disse foretages på en hensigtsmæssig måde.

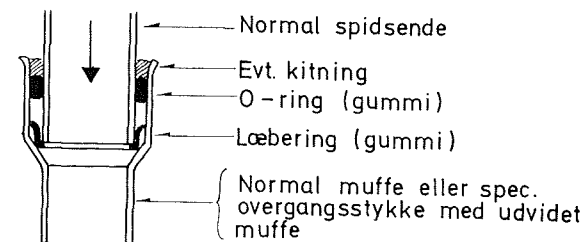
Overgangen fra én rørtype til en anden foretages normalt ved anvendelse af særlige formstykker – de såkaldte *overgangsstykker* – og samlingerne foretages ofte efter metoder, der er udviklet til dette specielle formål. Det skal pointeres, at såvel overgangsstykker som samlingsmetoden skal godkendes af boligministeriets va-godkendelsesudvalg.

I det følgende er der søgt givet en oversigt over de vigtigste principper til samling af ledninger af forskellige materialer, se fig. 11.27 og 11.28. Det skal dog pointeres, at forskellige rørfabrikanter har udviklet deres egne metoder, og hvad angår den helt nøjagtige fremgangsmåde henvises til fabrikantens anvisninger.

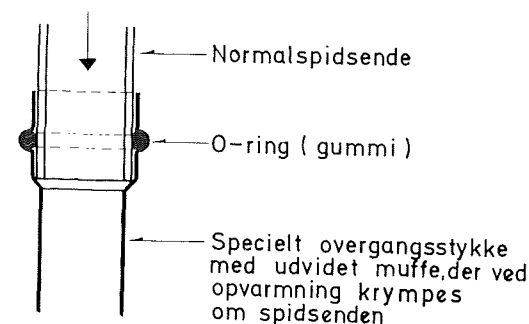
I oversigten fig. 11.27 og 11.28 er ikke medtaget alle tilfælde, hvor samling kan foretages med de samlingsmetoder, der er almindeligt anvendt for et af de rør, der indgår i samlingen. Dette gælder f.eks. tilfældet for forskellige plastrørstyper med samme dimensioner, hvor samlingen foretages med stikmuffer, og for beton- og glaserede lerrør, der kan samles med asfaltstøbning. Hvor der i oversigten ikke er henvist til en samlingsmetode, findes der ikke en godkendt samlingsmetode, og det kan så være nødvendigt at indføre et helt tredje materiale for at udføre den ønskede overgang. Eksempelvis findes der ikke en godkendt samlingsmetode ved overgang fra PVC-belagte stålrør til betonrør, og man er da henvist til at indføre f.eks. et støbejernsmufferør, for hvilket der findes godkendte samlingsmetoder såvel fra de PVC-belagte stålrør som til betonrør.

Fig. 11.28. Overgangsstykker. Principielle skitser af overgangsstykker.

## Samlingstype 1 Mengeringsamling



## Samlingstype 2 Krympemuffe



## Samlingstype 3 Gummimanchet

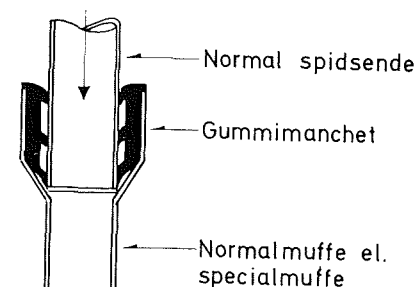
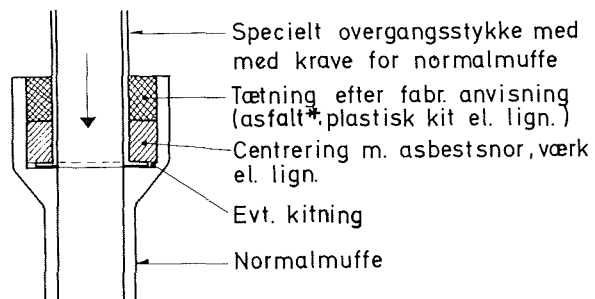


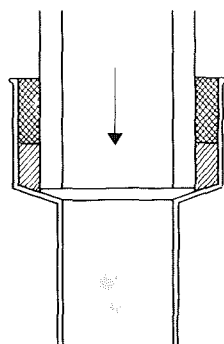
Fig. 11.28. Overgangsstykker (fortsat).

## Samlingstype 4 Spidsende med krave

\* ikke ved plastrør



## Samlingstype 5 Udvidet muffe



Normalspidsende

Tætning efter fabr. anvisning  
(asfaltstøbning plastisk kit  
el. lign.)Centrering m.  
værk el. lign.Specielt overgangsstykke  
med udvidet muffe.Tætning og centrering kan  
i visse tilfælde udføres med  
gummiring

## Samlingstype 6 Gevindsamling

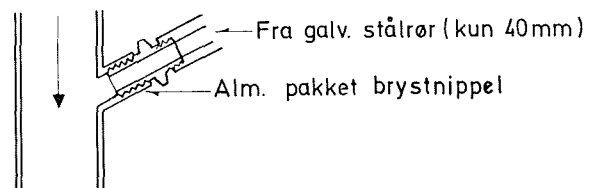
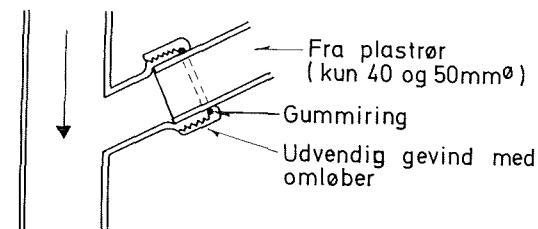
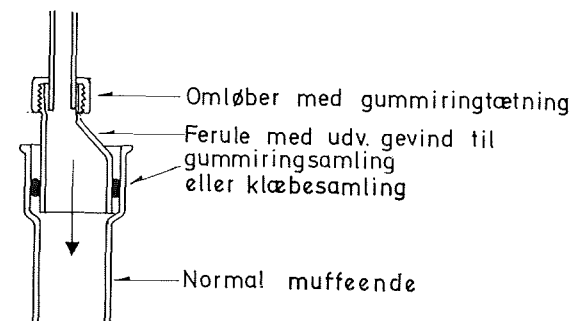


Fig. 11.28. Overgangsstykker (fortsat).

## Samlingstype 7 Omløbersamling



## Samlingstype 8



## Samlingstype 9 Kobling

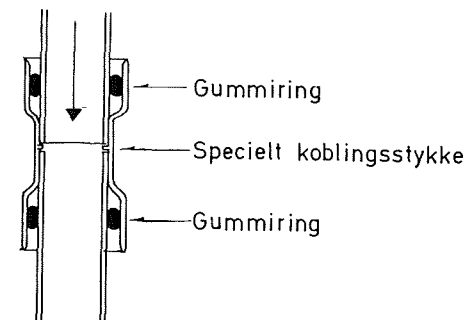
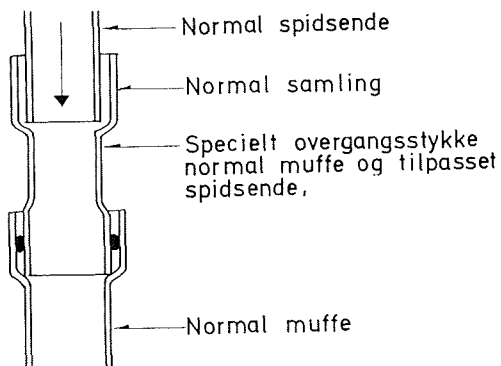
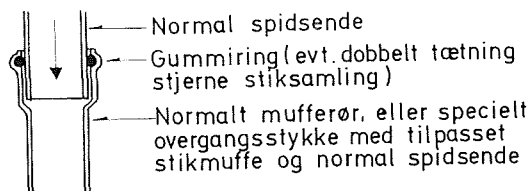


Fig. 11.28. Overgangsstykker (fortsat).

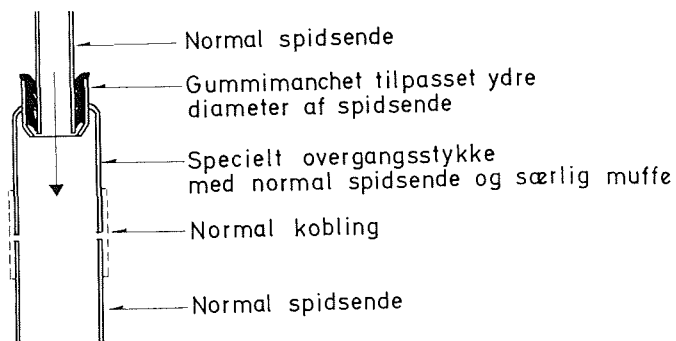
## Samlingstype 10



## Samlingstype 11



## Samlingstype 12



## Kapitel 12

## Brønde og udskillere

## Generelt

På spildevandets vej væk fra bygningen kan det være nødvendigt at indskyde komponenter af forskellig art, før vandet kan føres til kloaksystem eller på anden måde bortledes. De vigtigste formål med disse komponenter er:

Adgang for rensning af ledningssystemet (nedgangsbrønde).

Opsamling af afløbsvand (f.eks. pumpebrønde og samlebrønde).

Udskillelse af skadelige stoffer (f.eks. olieudskillere og sandfang).

Neutralisation af skadelige stoffer (f.eks. syreneutralisation).

Septiktanke o. lign. anlæg, hvor der foregår forrådnelse af de i almindeligt spildevand forekommende organiske stoffer, er omtalt i kapitel 9 "Primitive afløbsinstallationer".

Brønde for opsamling af afløb er omtalt i kapitel 15 "Sikring mod opstemning og oversvømmelse" (pumpeanlæg) og kapitel 9 "Primitive afløbsinstallationer" (samletanke for spildevand).

Nedgangsbrønde  
Funktionskrav

Udover nedgangsbrøndens primære funktion som rensedgang kan der opstilles en lang række funktionskrav til nedgangsbrønde, hvoraf kan nævnes:

Spildevandet skal med mindst mulig forstyrrelse af strømmen kunne passere brønden.





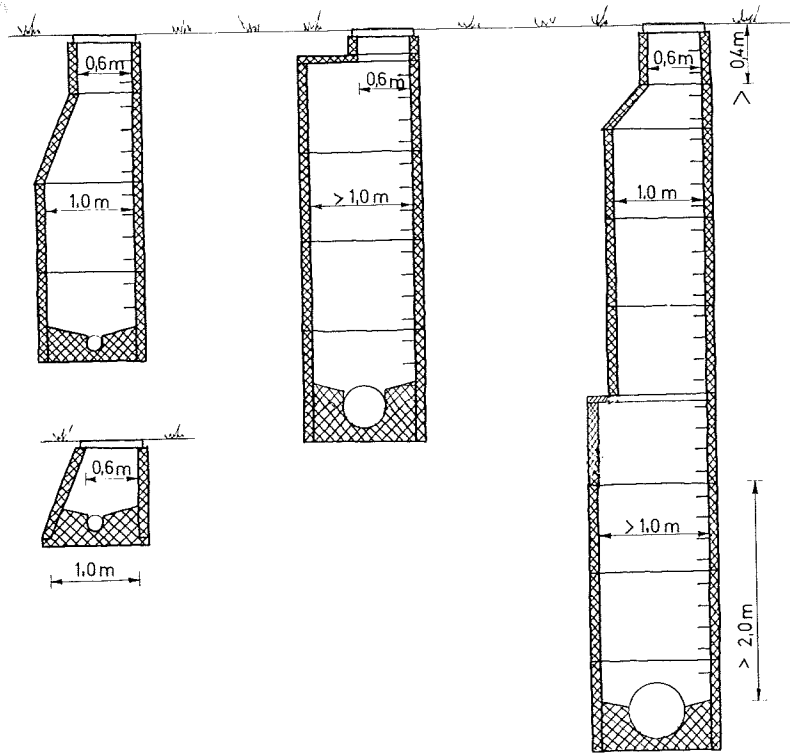
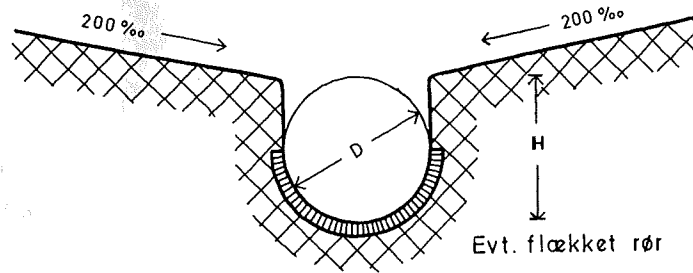


Fig. 12.2. Nedgangsbrønde. Udformning af brøndskakt. Vedr. højde af banketter, se fig. 12.3.



$$D \leq 50 \text{ cm} : H = D$$

$$50 < D \leq 100 \text{ cm} : H = 50 \text{ cm}$$

$$D > 100 \text{ cm} : H = \frac{D}{2}$$

Fig. 12.3. Nedgangsbrønde. Banketters og bundrenders udformning.

Adgangen til brønden sker normalt ved hjælp af stige-trin, der indstøbes i brøndens sider. Udformning og placering af stige-trin kan ske som angivet i DS 400, der er gældende for betonbrønde, men som kan gælde som retningslinje for andre brøndtyper.

**Retningsændringer** Foruden at tjene som rensedgang for en i øvrigt lige ledning i jord er en nedgangsbrønd det ideelle sted at foretage retningsændringer og sammenslutninger af ledninger.

Som angivet i normen bør der på en ledning mellem 2 nedgangsbrønde kun findes 2 bøjninger à 45°, dvs. at den samlede retningsændring højst kan blive 90°. I en nedgangsbrønd kan der foretages retningsændringer, der er større end 90°, men det skal her pointeres, at i så tilfælde bliver det særligt vigtigt, at reglerne om bundrenders udformning overholdes. Se fig. 12.4.

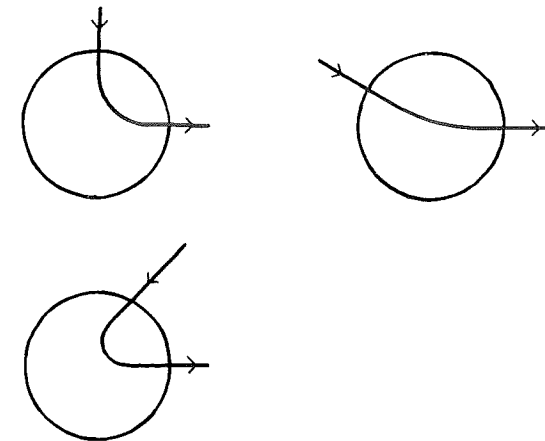


Fig. 12.4. Nedgangsbrønde. Lednings retningsændring.

**Sammenslutninger** I almindelighed gælder for ledninger i jord, at sammenslutning af ledninger kun kan ske ved anvendelse af 45° grenrør, og at anvendelse af dobbelte grenrør ikke er tilladt. Dette giver stramme begrænsninger for sammenslutning, og i mange tilfælde er man derfor tvunget til at lade sammen-

slutning ske i en nedgangsbrønd. Det vigtigste, man her skal holde sig for øje, er funktionskravet om uforstyrret strømning og om undgåelse af tilbagestemning.

I fig. 12.5 er vist forskellige muligheder for arrangement af sammenslutninger.

Ved sammenslutning i brønde løses normalt også en del af de krav, normen stiller til renseadgang for sideledningerne.

Normalt skal ledningsindføringer i brønde ske med retning mod centrum, men det kan ofte vise sig hensigtsmæssigt at anvende "skæve" indføringer. Man skal her gøre sig klart, at skæve indføringer svækker brøndsiden i højere grad end lige, og at man ofte bliver nødt til at anvende større brønde.

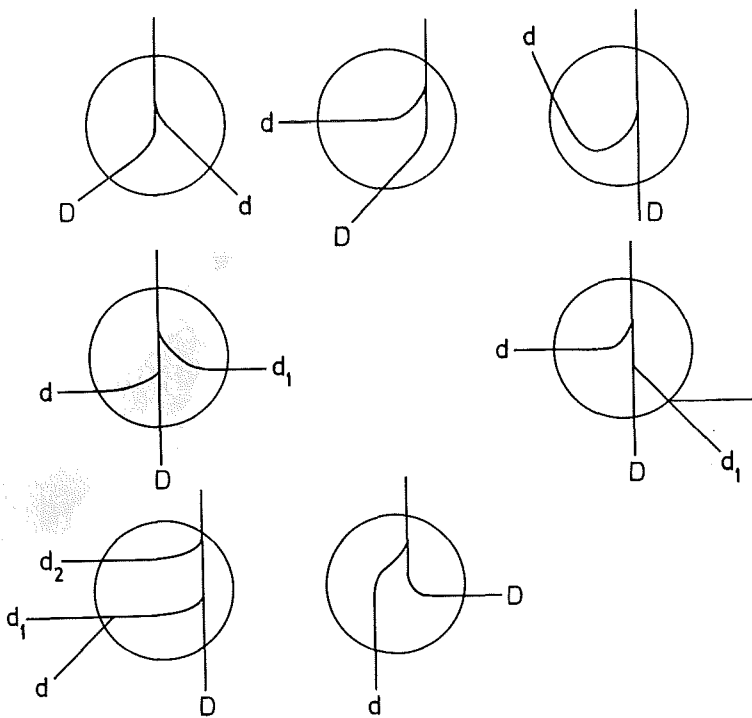


Fig. 12.5. Nedgangsbrønde. Sammenslutning af ledninger.

Hvor to bundrender føres sammen, bør dette ske således, at spildevandsspejlet ved den største sandsynlige spildevandsstrøm har samme højde, se fig. 12.6. Beregning af spildevandshøjden i en ledning kan ske ved hjælp af formlerne og diagrammerne i kommentarerne til afløbsnormen.

For ledninger, der kun fører spildevand, kan man dog uden særlig beregning udføre sammenslutninger som vist på fig. 12.6, med den tilføjelse, at ledningerne er beregnet som halvt fyldte.

D mm	d mm	h cm
100	75	3
	100	3
150	75	4
	100	3
	150	3
200	75	7
	100	5
	150	3
	200	3
250	75	9
	100	7
	150	5
	200	3
	250	3

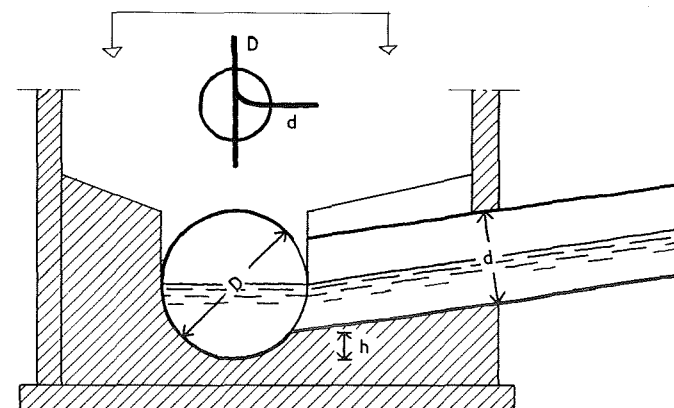


Fig. 12.6. Nedgangsbrønde. Højdeforhold ved ledningsammenslutninger. Ledningen, der har den største sandsynlige spildevandsstrøm, føres gennem brønden uden spring i bundløbet.

Under forudsætning af, at der regnes med halvt fyldt ledninger, kan anvendes de i nedenstående skema angivne værdier for h.

#### Indføringer

En lednings indføring i en brønd skal, når den fører spildevand, altid ske ved bunden. Når der er store højdeforskelle mellem de ledninger, der skal tilsluttes, kan man anvende nedføringer, der kan være indvendige eller udvendige, se fig. 12.7. Ledninger, der kun fører regn- eller drænvand, kan tillades indhugget i lodret brøndsiden uden nedføring, se fig. 12.1. Indhugningen bør dog ikke foretages, hvor der er tale om meget store vandmængder. De stående afløbsledninger i en nedføring bør ikke være større end 150 mm.

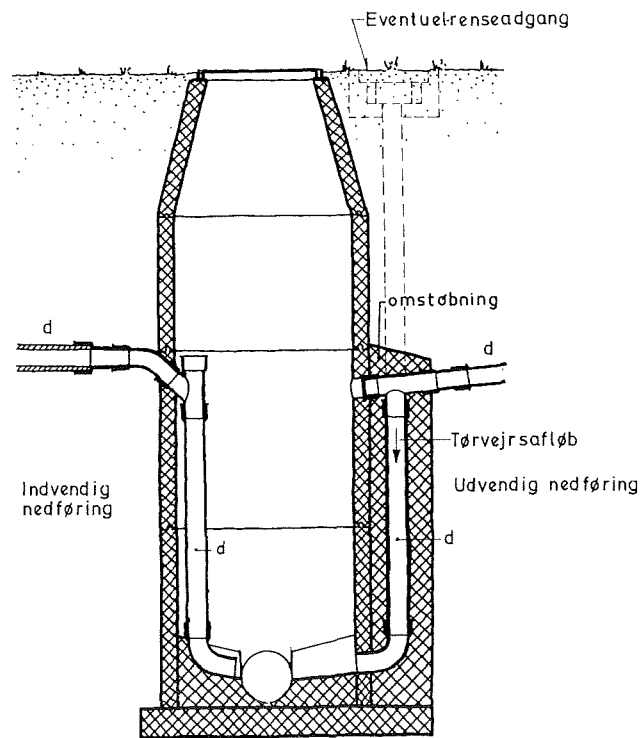


Fig. 12.7. Nedgangsbrønne. Ledningssammenslutning ved nedføring.

### Brøndmaterialer

Hvad der tidligere er anført om valg af materialer til rørledninger gælder for så vidt også for brøndene. Man må i almindelighed kræve, at i hvert fald bundrenderne tilfredsstiller de samme krav til modstandsdygtighed over for kemiske påvirkninger, som der er stillet til rørledningerne. Har spildevandets sammensætning eksempelvis nødvendiggjort anvendelse af ledninger af glaserede lerrør, bør også bundrenderne udføres af flækkede lerrør. Selve brøndmaterialet er normalt beton, og langt det almindeligste er, at brøndene udføres af præfabrikerede brøndringe efter DS 400. Godstykkelserne kan vælges efter fig. 12.9.

### Systembrønne

I de senere år er der på markedet fremkommet flere systemer, der også er udført af beton. Det nye i disse systemer

er primært, at brøndbund med bundrender og tilslutningsmuligheder er typiseret og præfabrikeret, og sekundært at der anvendes moderne samlingsmetoder (glideringe af gummi o. lign.), se fig. 12.8. Der opnås herved en betydelig tidsbesparelse ved brøndarbejdet, og udførelsen af bundrender er sikret en kvalitet, der tidligere kun sjældent opnåedes. Ligeledes må ledningernes forbindelse til brøndene siges at være bedre, idet der anvendes klasse A samlinger, hvor der tidligere anvendtes klasse C eller D samlinger.

### Pladsstøbte brønne

Under forhold, hvor der ikke kan anvendes præfabrikerede brønddele, kan man udføre pladsstøbte brønne. De udføres

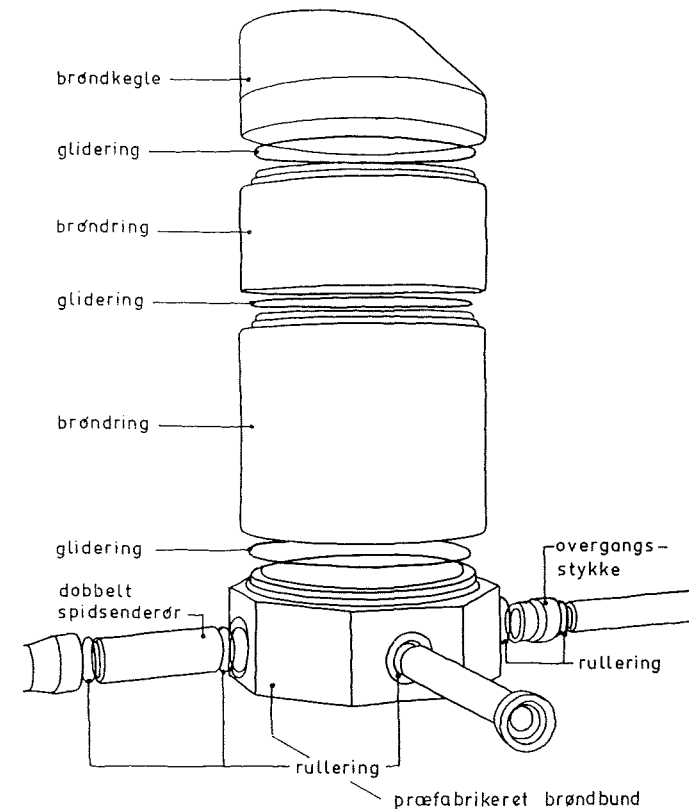


Fig. 12.8. Nedgangsbrønne. Systembrønd.

normalt af jernbeton og har ofte rektangulær form. Medens brønde efter DS 400 kan anvendes uden styrkeberegninger, er disse oftest nødvendige for de pladsstøbe.

#### Plastbrønde

Fra forskellig side arbejdes der på udvikling af brøndtyper af plast. I dag findes i Danmark ikke godkendte konstruktioner, men flere steder i udlandet – bl.a. i Sverige – er anvendt brøndkonstruktioner af glasfiberarmeret polyester.

#### Dæksler

Dæksler til nedgangsbrønde fremstilles i dag af følgende materialer:

Støbejern

Forzinket (galvaniseret) smedejern

Beton.

Støbejernsdæksler er mest anvendt, og kan stort set bruges overalt, blot styrkekrav mv. er opfyldt.

Forzinkede smedejernsdæksler anvendes kun ved særlige brøndkonstruktioner som f.eks. pumpebrønde, hvor man har brug for store adgangsåbninger. De anvendes normalt kun i områder, hvor der ikke forekommer kørende trafik. I flisearealer kan man eksempelvis konstruere dæksler, hvori man kan nedlægge fliser, således at æstetiske krav i vidt omfang kan tilgodeses.

Betondæksler tillades normalt kun anvendt i havearealer.

#### Støbejernsdæksler

Støbejernsdæksler er den mest anvendte dækseltype. De anbringes i en karm, der er beregnet til anbringelse på brønden, hvorpå den faststøbes. Karmen udføres normalt af samme materiale som dækslet. Såvel karme som dæksler findes i lette, forstærkede og svære udførelser, se fig. 12.9.

Karmhøjden bør afpasses efter den terrænbefæstelse, dækslet anbringes i, således bør karmhøjden i svært befæstede arealer samt i flisearealer og i brolagte arealer altid være mindst 15-20 cm. Karmene er normalt beregnet til anbringelse på en kegle eller toptring efter DS 400.

	Brøndringe godstykkelse efter DS 400	Karmtype	Dækseltype
Arealer med kørsel	10 cm	Svær	Svær
Arealer med gående trafik	8 cm	Forstærket	Forstærket

Fig. 12.9. Nedgangsbrønde. Godstykkelser og dækseltyper.

Dækslerne er oftest runde med en diameter på ca. 60 cm, men udføres også kvadratiske, således at der kan foretages tilpasninger til flisebelægnings. På grund af den store vægt er kvadratiske dæksler ofte delt efter en diagonal, og der må i så fald udvises påpasselighed, når dækslet tages af, idet det kan falde ned i brønden, hvilket ikke er tilfældet med de cirkulære.

For at undgå "klapren" og evt. deraf følgende brud forsynes dæksler i kørebanearealer ofte med blyanslag.

Dæksler udføres i 3 udgaver:

Med nøglehuller

Med ring (tætte)

Med sandlås.

Normalt udføres dæksler med 2 stk. nøglehuller, således at de let kan afmonteres.

Dæksler med en ring i midten anvendes oftest i kombination med sandlås, således at der opnås en hel tæt dækselkonstruktion. I normen kræves dette ved alle nedgangsbrønde, der anbringes i bygninger og over pumpebrønde for spildevand. Det bemærkes, at myndighederne kan kræve brønde med lufttætte dæksler udluftet over tag.

#### Særlige dæksler

Dæksler kan leveres aflåselige til anvendelse i kældergange og lignende steder. Disse kan endvidere anvendes, hvor

man på grund af kraftig opstemning ønsker dækslet sikret mod ”opskydning”.

For at hindre pinde og lignende i at komme ned i brønde gennem nøglehullerne kan man i brønden umiddelbart under dækslet anbringe en snavssamler.



Fig. 12.10. Nedgangsbrønde. Dækseltyper.

#### Arbejdets udførelse

Nedgangsbrønde skal anbringes på et forsvarligt fundament, og der skal altid være mindst 15 cm beton under bundrenderne. Tilslutning af ledningerne skal ske ved isætning af korte muffestykker eller spidsender.

Samling af brøndringe kan ske ved klining med cementmørtel 1:2 eller med gummiringe.

Løftehuller skal tilstøbes.

Karm og dæksel indreguleres i rigtig højde ved undermuring af karm med klinker i cementmørtel. Der findes særlige karmtyper, der er indstillelige i højde og hældning, således at indregulering kan foretages uden undermuring.

#### Udskillere Generelt

For at opfylde normens generelle krav om, at det spildevand, der tilledes den offentlige afløbsledning, ikke må indeholde skadelige stoffer, er det ofte nødvendigt at indbygge særlige anlæg i afløbsinstallationen.

Såfremt afløbet fra en virksomhed eller institution indeholder stoffer, der kan være til gene eller skade, skal den projekterende altid indhente oplysninger hos myndighederne, der vil kunne oplyse om, og i bekræftende fald på hvilke betingelser, de pågældende stoffer kan tilledes det offentlige afløbssystem. Af stofgrupper, der kan være skadelige for afløbssystemet (ledningsnet og rensningsanlæg) kan nævnes:

Organiske syrer og opløsningsmidler (xylo, acetone, eddikesyre etc.)

Uorganiske syrer og baser (saltsyre etc.)

Halogenforbindelser (klor-, brom-, fluor- og jodforbindelser)

Giftige metalsalte

Fedtstoffer

Olie

Benzin.

#### Vandopløselige stoffer

Hvis de skadelige stoffer findes i afløbsvandet i opløst tilstand, er der i praksis ikke mange muligheder for at fjerne disse fra vandet. En kemisk behandling af afløbsvandet er nødvendig for at omdanne stofferne til enten stoffer, der er uskadelige eller til uopløselige stoffer, der kan fjernes ad mekanisk vej, f.eks. ved bundfældning. En kemisk behandling af afløbsvand er normalt, set med afløbstekniske øjne, en problematisk proces, der kræver såvel betjening som kontrol, og den bedste løsning er helt generelt, at det forurenede vand opsamles i særlige tanke og bortskaffes på anden måde.

På et enkelt område findes der dog praktiske muligheder, idet neutralisation af syrer (saltsyre, svovlsyre m.fl.) kan ske i syreneutralisatorer.

#### Vanduopløselige stoffer

Hvis de skadelige stoffer er uopløselige i vand, er det i de fleste tilfælde relativt let at fjerne disse ved en kontinuerlig proces. Stoffer, der har mindre vægtfylde end vand, separeres fra dette i såkaldte udskillere, medens stoffer, der har større vægtfylde end vand, kan separeres i bundfældningstanke.

#### Teori for udskillere

I det følgende skal kort redegøres for teorien for udskillere (benzin-, olie- og fedtudskillere), og det skal bemærkes, at helt samme beregning kan foretages for bundfældningstanke.

En partikel, der i ledningsnettet medrives af afløbsvan-

det, vil – hvis vandets hastighed ved f.eks. udløb i en tank nedsættes, således at strømmingen bliver rolig (laminar) – stige op mod vandoverfladen, dvs. den ”udskilles”, se fig. 12.11.

For den hastighed, hvormed partiklen stiger op mod overfladen, gælder Stoke’s lov.

$$v_s = 54,5 d^2 \frac{\gamma_v - \gamma_u}{\mu} \quad (1)$$

hvor  $v_s$  er stige-hastigheden for partiklen i cm/s,

$d$  partiklens diameter i cm,

$\gamma_v$  afløbsvandets vægtfylde = 1 g/cm<sup>3</sup>,

$\gamma_u$  partiklens vægtfylde = vægtfylden for den partikel, der skal udskilles g/cm<sup>3</sup> og

$\mu$  afløbsvandets viscositet g/cm·s; viscositeten er stærkt temperaturafhængig; ved 12°C er  $\mu = 0,012$  g/cm·s og ved 50°C er  $\mu = 0,005$  g/cm·s.

Når man kender det stof, der ønskes udskilt af vandet, og kender de partikelstørrelser, som stoffet er opdelt i,

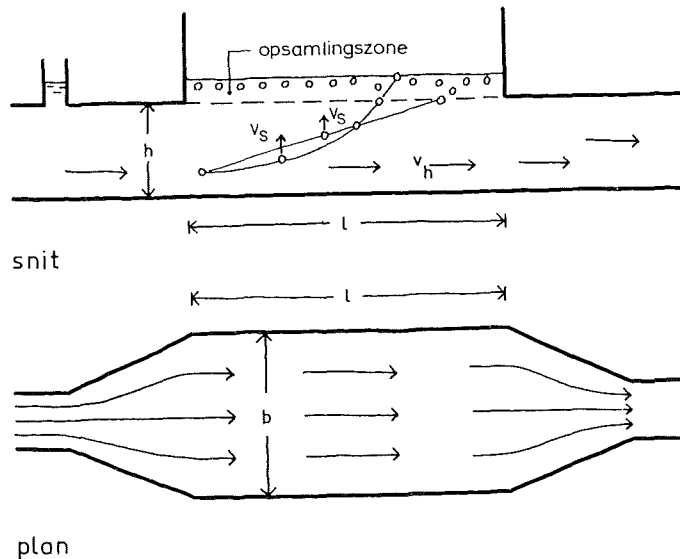


Fig. 12.11. Udskillere. Strømningsforhold i udskiller.

Betingelse for udskillelse

kan man altså bestemme de enkelte partiklers stige-hastighed efter formlen.

Som det kan ses af fig. 12.11, er betingelsen for, at en partikel kan udskilles, at den kan nå at stige op i opsamlings-zonen i løbet af den tid, som strømmen bruger til at passere længden  $l$ .

Denne betingelse kan udtrykkes:

$$\frac{l}{v_h} \geq \frac{h}{v_s} \quad (2)$$

hvor  $l$  er længden af opsamlingszonen,

$v_h$  spildevandets hastighed,

$v_s$  stige-hastighed for partiklen og

$h$  udskillerens indvendige højde.

Idet spildevandets hastighed,  $v_h$ , kan udtrykkes

$$v_h = \frac{Q}{b \cdot h} \quad (3)$$

hvor  $Q$  er spildevandsstrømmen,

$b$  udskillerens bredde og

$h$  udskillerens højde,

kan man finde, at følgende betingelse for stige-hastigheden,  $v_s$  skal være opfyldt, for at partiklen kan udskilles

$$v_s \geq \frac{Q}{b \cdot l} \quad (4)$$

Denne sidste formel kan udtrykkes således:

Overfladebelastningen skal være mindre end eller lig med stige-hastigheden, idet overfladebelastningen defineres som vandstrømmen gennem udskilleren divideret med gennemstrømningskammerets overflade.

Det er en forudsætning for ovenstående, at vandets strømning er rolig (laminar), og at vandhastigheden er den samme over hele udskillerens gennemstrømnings-tværsnit. Det er derfor af stor vigtighed, at tilløb og udløb udformes således, at dette opnås.

Betingelse for rolig strømning

Betingelsen for, at der kan opnås en laminar strømning er, at Reynolds’ tal,  $Re$ , bliver mindre end ca. 2000. Reynolds’ tal er bestemt ved

$$Re = \frac{v \cdot d_h}{\nu} \quad (5)$$

hvor  $v$  er strømningshastigheden,  
 $d_h$  den hydrauliske diameter og  
 $\nu$  den kinematiske viscositet.

Den hydrauliske diameter for et rektangulært tværsnit,  
 $b \cdot h$ , er

$$d_h = \frac{4 \cdot \text{arealet}}{\text{omkredsen}} = \frac{4 \cdot b \cdot h}{2(b+h)} = \frac{2bh}{b+h} \quad (6)$$

Dette medfører følgende krav til spildevandets hastighed  
i udskilleren

$$v_h \leq 2000 \cdot \nu \frac{b+h}{b \cdot h} \quad (7)$$

hvor  $\nu$  er den kinematiske viscositet  
(for 20°C er  $\nu = 0,010$  g/cm.s),  
 $b$  udskillerens bredde og  
 $h$  udskillerens højde.

Med mindre udskilleren har et meget slankt tilløbsstykke – hvilket den normalt ikke har – må man regne med, at den rolige strømning først opnås et stykke inde i udskilleren. Erfaringsmæssigt gives den beregnede længde derfor et tillæg på 50-60 %.

Virkningsgrad og  
partikelstørrelse

Hvis man for det stof, der skal udskilles, kender fordelingen af partikelstørrelsen, så kan man dimensionere en udskiller til en bestemt udskilnings- eller virkningsgrad. Dette er normalt ikke tilfældet, så man må klare sig med erfaringsværdier. For benzin- og olieudskillere kan man således regne med følgende: For olie gælder, at beregning baseret på en partikelstørrelse på 0,035 cm giver en udskiller med en udskilningsgrad på 95 %. Analogt fås for benzin, at en ansat partikelstørrelse på 0,02 cm vil give en udskilningsgrad på 95 %.

Der er senere givet eksempler på dimensionering af benzin- og olieudskillere.

Praktiske erfaringer vedr. udformning af en udskiller

Af øvrige erfaringsregler kan nævnes, at udskillere bør udføres således, at bredden er ca. dobbelt så stor som dybden, og at gennemstrømningshastigheden højst bliver 15 gange så stor som stige-hastigheden, dog max. 1,5 cm/s.

Ovenstående er selvfølgelig lettest at opfylde for store udskillere, mens det er næsten umuligt ved små udskillere, der opbygges af traditionelle formvarer, f.eks. efter DS 400.

Overbelastning af en udskiller

Som det ses af de angivne formler, er en udskillers virkning stærkt afhængig af overfladebelastningen og dermed af den gennemstrømmende vandmængde. Ved en overbelastning af en udskiller, vil ikke blot virkningsgraden falde, men der er også risiko for, at strømningsforholdene ændres til turbulens, og at en del af den tidligere udskilte væske rives med. Det er ligeledes vigtigt, at bundfældning i en udskiller undgås, idet gennemstrømningshastigheden derved øges, og virkningsgraden nedsættes. Udskillere bør derfor beskyttes ved, at der indskydes et bundfældningsanlæg (sandfang) før udskilleren.

Eksplodingsfare

Den angivne dimensioneringsmetode for udskillere tager ikke hensyn til en evt. eksplosionsfare i den del af afløbsinstallationen, der ligger efter udskilleren, herunder også hovedafløbsledningerne. Der findes kun få erfaringer i den retning. Der er i Tyskland en forsøgsserie i gang, der skal belyse disse forhold, men der foreligger endnu ikke resultater, der kan anvendes ved dimensionering af f.eks. benzinudskillere.

Typer af udskillere

I det følgende omtales de to hovedgrupper af udskillere, nemlig

benzin- og olieudskillere og  
fedtudskillere.

Benzin- og olieudskillere

Der har ikke i det tidligere afløbsregulativ været skelnet mellem benzin- og olieudskillere. Hvad angår de sikkerhedsmæssige bestemmelser er der heller ikke særlig grund



til at skelne, men der er stor forskel på en given udskillers evne til at udskille benzin, henholdsvis olie. Det er populært sagt meget sværere at udskille olie. Dette er ensbetydende med, at de steder, hvor der skal udskilles både olie og benzin, skal udskilleren dimensioneres som en olieudskiller.

#### Placering af benzinudskillere

Benzinudskillere skal normalt anbringes ved afløb fra lokaliteter i fabrikker og andre erhvervsvirksomheder, hvor der anvendes benzin i produktionen, og for afløb fra pladser, hvor der påfyldes benzin fra underjordiske tankanlæg.

#### Placering af olieudskillere

Olieudskillere skal normalt anbringes ved afløb fra lokaliteter i fabrikker og andre erhvervsvirksomheder, hvor der anvendes olie i produktionen, pladser, hvor der påfyldes olie fra underjordiske tankanlæg, vaskehaller og -pladser for motorkøretøjer, automobilværksteder, garager og parkeringshuse.

Som det vil ses af det foranstående, vil olieudskillere være de oftest forekommende, og de skal derfor omtales mest udførligt.

#### Dimensionering af olieudskillere

En olieudskiller bør, med henvisning til tyske og norske normer, dimensioneres for en virkningsgrad på 92 %, hvilket svarer til en stighastighed på 0,4 cm/s eller med andre ord: *Overfladen i en olieudskiller skal være mindst 0,25 m<sup>2</sup> pr. l/s af tilløbsmængden.*

#### Tilløbsmængde

Tilløbsmængden bør principielt beregnes som den største sandsynlige vandstrøm beregnet som angivet i kap. 4 og 5 for hhv. spildevand og regnvand. Dette kan imidlertid føre til urimelige forhold specielt for garageanlæg uden egentlig vandinstallation. Tilløbsmængden kan tillades beregnet som angivet i det følgende, og det indskræpes, at kun afløbsvand, der kan indeholde olie, må ledes til udskiller.

*Fabrikker* og andre erhvervsvirksomheder, hvor der anvendes olie i fabrikationen: Tilløbsmængden beregnes som den største sandsynlige spildevandsstrøm efter reglerne i kap. 4. Hvor der anvendes store mængder olie, bør der udføres et genindvindingsanlæg, således at det olieholdige afløbsvand opsamles og *ikke* ledes til hovedafledningerne.

*Oliepåfyldningspladser* for store tankanlæg skal iflg. gældende sikkerhedsbestemmelser anlægges i det fri, og der skal udføres en tæt betonbelægning el. lign. med et afløb, der føres til olieudskiller. Denne vil således blive tilført regnvand, og tilløbsmængden skal således beregnes efter reglerne i kap. 5.

*Vaskehaller* for motorkøretøjer er afløbsteknisk karakteristiske ved, at der er tale om ret store tilløbsmængder, men kun en ringe mængde olie. Tilløbsmængden afhænger af vaskeanlæggenes art og omfang, og det skal nævnes, at normalstrømmen fra et højtrykvaskeanlæg er af størrelsesordenen 0,2 – 1 l/s afhængig af type og fabrikat. Tilløbsmængden kan beregnes som den største sandsynlige spildevandsstrøm efter reglerne i kap. 4, men det er mere hensigtsmæssigt at anlægge et mere kvalificeret skøn over samtidighedsreduktionen. Tilløbsmængden skal dog mindst sættes til 1,8 l/s, svarende til normalstrømmen fra et 100 mm GA.

*Vaskepladser* anlagt i det fri skal også forsynes med olieudskiller. Da der her kan være tale om ret store befæstede arealer, vil der også blive ledt regnvand til udskilleren. Da sandsynligheden for at udendørs vaskepladser vil blive benyttet i regnvejr er ringe, beregnes den dimensionerende tilløbsmængde som den største af:

den største sandsynlige spildevandsstrøm beregnet som anført for vaskehaller, og den største sandsynlige regnvandsstrøm beregnet som angivet i kap. 5.

*Garageanlæg og parkeringshuse* uden vaskeinstallation er kendetegnet ved, at såvel tilløbsmængderne som oliemængderne er meget små. Det vil i dette tilfælde være urimeligt

at foretage en egentlig dimensionering på basis af en normmæssigt beregnet spildevandsstrøm på grund af det normalt ret store antal 100 mm GA med normalstrøm på 1,8 l/s. En "minimums"-udskiller er den på fig. 12.12 viste cirkulære udskiller.

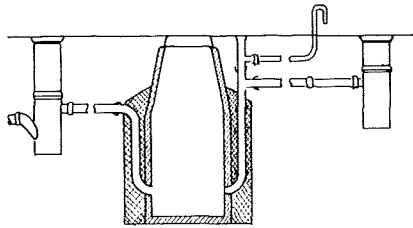


Fig. 12.12. Udskiller. Cirkulær benzin- og olieudskiller af beton.

#### Opsamlingskapacitet

Den mængde olie, en udskiller skal kunne opsamle, skal svare til driftsforholdene på det pågældende sted. Ved påfyldningspladser for tankanlæg skal opsamlingskapaciteten være mindst 1000 l.

På steder, hvor der tilledes store oliemængder, skal planlagt tømningens interval og opsamlingskapacitet svare til hinanden, og udskilleren bør forsynes med enten

en automatisk afspærringsanordning, der lukker for yderligere tilløb, når opsamlingskapaciteten er fuldt udnyttet, eller

en alarmanordning, der træder i funktion, når opsamlingskapaciteten er fuldt udnyttet.

Hvor oliemængden er lille (vaskepladser og garageanlæg mv.), skal opsamlingskapaciteten være mindst 200 l, med mindre der udføres en afspærrings- og/eller alarmanordning som omtalt ovenfor, idet opsamlingskapaciteten i så fald kan nedsættes til 10 l pr. l/s af tilløbsmængden.

#### Konstruktion af olieudskiller

Olieudskiller udføres traditionelt enten cirkulære eller rektangulære.

*Cirkulære udskiller* (se fig. 12.12) udført som angivet i

det tidligere afløbsregulativ har dårlige strømningstekniske forhold og bør kun anvendes, når tilløbsmængden er mindre end 2 l/s.

*Rektangulære udskiller* (se fig. 12.13) kan udføres af præfabrikerede dele eller bygges på stedet. Dimensionerne kan beregnes efter de i det foregående anførte retningslinier, og udførelsen kan være som angivet på fig. 12.13.

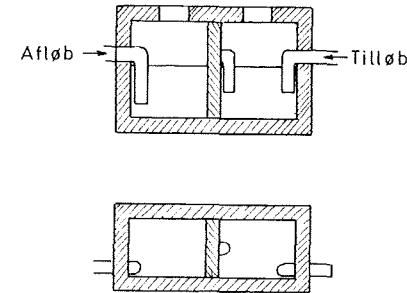


Fig. 12.13. Udskiller. Rektangulær benzin- og olieudskiller af beton.

Opsamlingskapaciteten kan beregnes som det olievolume, der ved max. oliestand er beliggende over 10 cm over det dykkede udløbs indløb.

Små olieudskiller, dvs. hvor spildevandsstrømmen er mindre end ca. 3 l/s, kan udføres efter fig. 12.14.

Større udskiller bør udføres efter reglerne, der er angivet tidligere, altså med et bredde/dybdeforhold på 1:2 og en gennemstrømningshastighed på max. 1,5 cm/s.

Dimensionering af ind- og udløbsledninger bør ske ud fra en vandhastighed ved overbelastning på max. ca. 0,5 m/s.

Ved garageanlæg, der er forsynet med sprinkleranlæg, vil det være urimeligt at dimensionere olieudskilleren for den store vandmængde (op til ca. 20 l/s), der kan forekomme i brandtilfælde. (Det bemærkes dog, at ledningsnet og eventuelt pumpeanlæg skal dimensioneres for denne vandmængde).

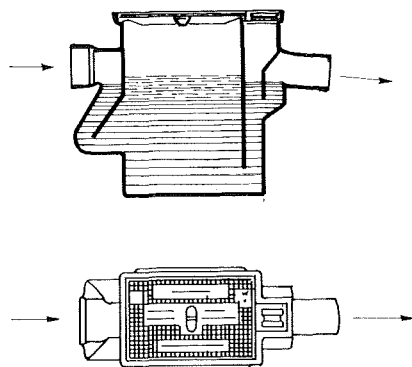


Fig. 12.14. Udskillere. Benzin- og olieudskiller af støbejern.

### Sandfang

For at beskytte olieudskilleren mod slamaflejringer, skal der altid anbringes et sandfang foran denne.

Ved påfyldningspladser og værksteder, og hvor slam-mængden i øvrigt er lille, skal sandfanget bestå af en mindst 30 cm nedløbsbrønd, ved garager dog mindst en 30/45 cm nedløbsbrønd.

Ved lokaliteter, hvor der foregår bilvask, skal sandfanget have et opsamlingsvolumen i liter under udløbshøjden på mindst 10 gange det antal biler, der vil blive vasket pr. dag.

### Dimensionering af benzinudskillere

En benzinudskiller bør dimensioneres således, at den tilbageholder mindst 95 % af den totale mængde benzin. Dette opnås for større anlæg ved at beregne disse for en stige-hastighed på 0,5 cm/s, dvs. at overfladebelastningen må højst være 0,5 cm/s, eller at overfladen i udskilleren skal være mindst 0,2 m<sup>2</sup> pr. l/s af tilløbsmængden.

Benzinens vægtfylde kan variere fra 0,7-0,75 g/cm<sup>3</sup>, men da grænseområdet mellem olie og benzin er vanskelig at definere, bør en benzinudskiller dimensioneres for en vægtfylde på 0,85 g/cm<sup>3</sup> svarende til den "letteste" olie. Ved dimensionering af benzinudskillere gælder i øvrigt, hvad der foran er angivet for olieudskillere.

### Projektering af benzin- og olieudskillere

Ved projektering af olie- og benzinudskillere og i øvrigt udskillere for andre brandfarlige stoffer, kan de generelle funktionskrav omsættes i en lang række praktiske forhold, der skal tages i betragtning:

Ledninger før udskiller må ikke samles med materialer, der skades af olie og benzin. Således kan samling med asfaltstøbning og visse typer gummiringe ikke anvendes.

Før udskiller må der ikke forekomme vandlåse, der kan bewirke ansamlinger af eksplosionsfarlige dampe.

Udskillere må ikke være fælles for en påfyldningsplads og for vaskeplads, garage eller værksted.

Udskillere bør anbringes i det fri, men ikke inden for begrænsningen af en vaske- eller påfyldningsplads.

Udskilleres bund, sider og vandlås skal udføres af et for vand og benzin uigennemtrængeligt materiale. Alle samlinger skal være absolut tætte.

Udskillere skal forsynes med tæt dæksel uden nøglehuller. Sandlås-dæksel må ikke anvendes.

Tilløbet til udskillere skal ske over højeste olie- eller benzinstand. Det lodrette tilløbsrør skal forlænges op til terrænhøjde, forsynet med tæt dæksel uden nøglehuller.

Afløbet fra udskillere skal føres til en højst 5 m fra udskilleren anbragt nedløbs- eller nedgangsbrønd. For at undgå udsugning af udskilleren ved hævertvirkning efter forstoppelser eller vandrejsninger i kloaksystemet kan ledningen mellem udskilleren og brønden udføres som vist på fig. 12.12.

Hvor der findes separat kloaksystem, skal afløb fra vaskepladser, garager og værksteder i almindelighed føres til spildevandssystemet.

Rensning og tømning af sandfang og udskillere skal i almindelighed ske ved ejerens foranstaltning. Indholdet må ikke udhældes i kloak, men skal fjernes efter myndighedernes nærmere anvisning. Såfremt myndighederne anser det for nødvendigt, at rensning og tømning foretages ved deres foranstaltning, skal ejeren godtgøre dem de dermed forbundne udgifter.

Til udskillere med tilhørende ledninger og sandfang må i almindelighed kun føres afløb, der ifølge det foranstående kræves ført til udskiller. Hvor forholdene måtte tale derfor, kan dog tagvand fra et mindre tankpasserhus, en mindre garagebygning eller lignende samt afløb fra en enkelt håndvask i sådanne bygninger tilsluttes ledninger, der fører til udskiller.

*Fedtudskillere*  
Placering af fedtudskillere

Fedtudskillere anvendes, hvor der fra større køkkener (restaurationer, institutioner, hospitaler mv.), fødevarerfabrikker osv. udledes fedtholdigt afløb fra vaske, opvaske-maskiner og andre installationer.

Dimensionering af fedtudskillere

Fedtudskillere dimensioneres efter helt samme retningslinier som olieudskillere, altså med en overfladebelastning svarende til en stige-hastighed på 0,4 cm/s.

Den spildevandsstrøm, der ledes til en fedtudskiller, bør beregnes i hvert enkelt tilfælde, og da det normalt drejer sig om store anlæg, vil normalstrømmene fra de enkelte lokaliteter kunne fastsættes med en rimelig nøjagtighed.

Ved beregning af den sandsynlige spildevandsstrøm bør man – da det er vigtigt at undgå overbelastning – næppe anvende reglerne i kap. 4, men foretage et mere kvalificeret skøn.

Den sandsynlige spildevandsstrøm for en udskiller, der dækker flere installationsgenstande, bør ikke sættes lavere end 2 l/s, svarende til et køkken med en kapacitet på ca. 400 portioner varm mad pr. dag. I det tilfælde, hvor fedtsamlere anbringes i direkte forbindelse med en enkelt installationsgenstand, kan den dog dimensioneres for den pågældendes normalstrøm.

Der anbringes normalt ikke sandfang før en fedtudskiller, men det kan være nødvendigt ved store anlæg.

Projektering af fedtudskillere

Det afløbsvand, der tilledes en fedtudskiller, er – i modsætning til gældende for benzin- og olieudskillere – normalt stærkt forurennet. Dette bevirker, at en fedtudskiller dels skal oprensnes ofte, og dels skal vedligeholdes under

driften, idet evt. flydeslam i tilløb skal fjernes (nedstikkes) for at undgå forstoppelse af tilløbssiden.

I modsætning til andre udskillere anbringes fedtudskillere ofte indendørs i umiddelbar forbindelse med en installationsgenstand, og de er derfor ofte små. Da der er mulighed for, at det udskilte stof kan begynde en forrådnelse, bør en fedtudskiller også af den grund oprensnes ofte.

Placering af fedtudskillere bør ske så nær som muligt ved den (de) installation(er), hvor der forekommer fedtholdigt afløb. Fedtudskillere kan anbringes:

Udenfor bygning.

I bygning umiddelbart ved den installationsgenstand, hvor det fedtholdige afløb forekommer. Den skal være forsynet med vandlås, og vandlås på selve installationsgenstanden kan undværes.

I bygning i særligt rum, der skal have tætsluttende dør, aftræk og frisklufttilførsel og helst direkte adgang til det fri.

Fedtudskillere bør i almindelighed udluftes og ved anbringelse i bygning, skal de udluftes over tag.

Fedtudskillere skal være lette at tilse og rense, være udført af egnet materiale, have tætsluttende dæksel og kan være forsynet med vandlås.

Afløbet skal sikres mod hævertvirkning som anført for olieudskillere.

For at undgå fedtaflejringer i tilløbsledning bør denne lægges med mindst 20 ‰ fald.

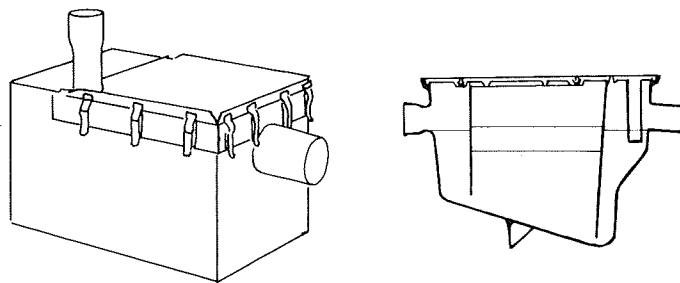
Det skal nævnes, at afløbet fra en fedtudskiller kan være varmt (50-100°C), og at dette bør iagttages ved projekteringen.

Fedtudskillere kan udføres som vist på fig. 12.15.

**Bundfældningstanke** Hvor afløbsvandet indeholder uopløste bestanddele med en vægtfylde, der er større end vandets, kan det være nødvendigt at beskytte de efterfølgende afløbsanlæg ved at indskyde et bundfældningsanlæg.

*Generelt*

Normalt er der tale om bundfældning af sand og grus,



Fedtudskiller af plast  
til anbringelse i bygning

Fedtudskiller af  
støbejern til anbringelse  
i jord

Fig. 12.15. Udskillere. Fedtudskillere.

men også bundfældningsanlæg for gips o. lign. kan forekomme. I det følgende vil udelukkende anlæg til bundfældning af grus og sand, de såkaldte sandfang, blive behandlet, da disse forekommer i praktisk talt alle afløbsinstallationer.

På baggrund af normens generelle krav om beskyttelse af afløbsledninger mod aflejringer, der kan være til gene, er sandfang nødvendige i bl.a. følgende tilfælde:

afvanding af terrænoverflader  
afløb fra bilvaskepladser o. lign.

afløb fra lokaliteter hvor rengøring af grøntsager o. lign.  
finder sted i større omfang (institutionskøkkener mv.)  
før benzinudskillere og tilsvarende anlæg for at sikre deres  
udskilningsevne.

#### Teori Store sandfang

Sandfang dimensioneres på principielt samme måde som anført for benzinudskillere.

Ved en overfladebelastning på ca.  $0,4 \text{ m}^2$  pr. l/s af tilførselstrømmen fås i almindelighed en passende bundfældningsgrad for større sandfang.

Under udløbshøjden bør der være plads til en passende mængde bundfældet materiale, f.eks. ved bilvaskepladser

10-15 l pr. bil, der påregnes vasket pr. dag, dog mindst 50 l.

#### Udførelse Store sandfang

Store sandfang udføres normalt af cirkulære betonringe efter DS 400, men ses også udført sammenbyggede med benzin- og olieudskillere og i så fald med rektangulært tværsnit.

#### Mindre sandfang

Mindre sandfang udføres normalt som rørbrønde og opbygges som sådanne af betonvarer efter DS 400.

Sandfang kan udføres med eller uden vandlukke. Et sandfang med vandlukke vil p.g.a. det dykkede udløb også fungere som udskiller af stoffer, der er lettere end vand (benzin, olie og fedt mv.). Sandfang, der anbringes før udskillere, må således ikke have vandlukke.

Sandfang må ikke anbringes, hvor afløbsvandet indeholder bundfældelige organiske stoffer, hvis forrådnelse medfører gener (lugt), altså ikke på almindelige spildevandsledninger. Tidligere brugtes det ofte at anbringe sandfang med vandlukke (nedløbsbrønde) ved køkkenafløb, men det er ikke tilladt i dag.

#### Nedløbsbrønde

Sandfang med vandlukke er en lidt besværlig måde at benævne en nedløbsbrønd på, se fig. 12.16. Nedløbsbrønde skal have et vandlukke på mindst 70 mm og skal anvendes:

- hvor det efter myndighedernes skøn er ønskeligt, at de i afløbsvandet indeholdte faste stoffer, blade, sand eller lignende bundfældes eller tilbageholdes,
- hvor det er ønskeligt at etablere et ekstra vandlukke og
- hvor der ikke på anden måde etableres et krævet vandlukke, såsom ved tagedløb, overfladeafløb, kældertrapper, lyskasser, drænledninger etc. og efter udskillere uden vandlukke.

Vedr. punkt c. skal det bemærkes, at der ikke kræves vandlukke på regnvandsinstallationer i et separat kloaksystem, men at det ikke forbydes.

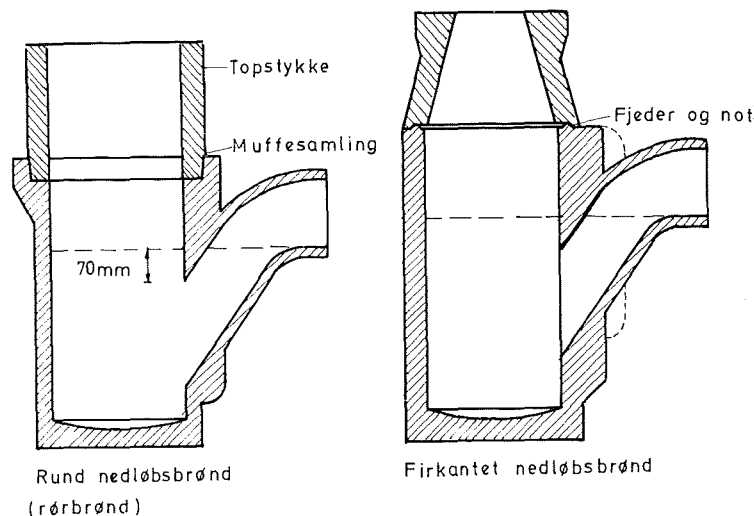


Fig. 12.16. Udskillere. Nedløbsbrønd efter DS 400.

### Udførelse og materialer for nedløbsbrønde

Nedløbsbrønde udføres i dag af følgende materialer:

- Beton
- Glaseret ler
- Støbejern
- Glasfiberarmeret polyester (GAP).

### Beton

Nedløbsbrønde af beton udføres oftest af betonvarer efter DS 400 (se fig. 12.16). Med henvisning hertil kan følgende brøndtyper opbygges:

Runde nedløbsbrønde med muffers med indvendige diameter på 20, 30 og 40 cm.

Firkantede nedløbsbrønde med fjer og not med indvendige lysningsmål på 30 x 30 cm og 30 x 45 cm. Afløbstudenes dimensioner kan være 10 eller 15 cm, og hældningen på tudene er 20 ‰.

Foruden nedløbsbrønde efter DS 400 findes også de såkaldte "Frederiksbergbrønde", der er cirkulære med  $d = 40$  cm og med fjer og not. Det bemærkes, at DS 400 er under revision, og at de to sidstnævnte brøndtyper formentligt vil udgå af dansk standard.

### Glaseret ler

Nedløbsbrønde af glaseret ler udføres efter DS 402 og findes i dimensionerne 20, 25 og 30 cm<sup>Ø</sup>, alle med afløbstude i dimensionerne 10 og 15 cm<sup>Ø</sup>. Da glaserede lerrør ikke bør "anhugges", kan nedløbsbrønde, også efter DS 402, fås med tilløbstude på 10 og 15 cm<sup>Ø</sup>.

De forannævnte brøndmaterialer er beregnet til anvendelse i jord. Til anvendelse i bygning, specielt som afløb i dæk over underjordiske garager, anvendes nedløbsbrønde af støbejern og glasfiberarmeret polyester.

### Støbejern

Nedløbsbrønde af støbejern er ikke en normal lagervare, men fremstilles på bestilling. Brøndene udføres oftest med 30 · 30 cm tværsnit med 10 eller 15 cm<sup>Ø</sup> afløbstude, se fig. 12.17.

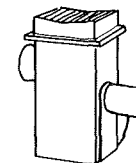


Fig. 12.17. Udskillere. Nedløbsbrønd af støbejern.

### Glasfiberarmeret polyester

Et nyt materiale på markedet er glasfiberarmeret polyester og foruden afløbsrør fremstilles også en godkendt nedløbsbrønd af dette materiale. Dimensionen er 32 · 32 cm, og afløbstude fås i rørstørrelserne 10 og 15 cm<sup>Ø</sup>, se fig. 12.18.

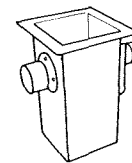
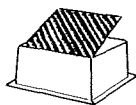


Fig. 12.18. Udskillere. Nedløbsbrønd af GAP.

Dæksler og riste Nedløbsbrønde aflukkes foroven med dæksler eller riste, og disse er normalt fremstillet af beton eller jern.

Betondæksler Til aflukning af runde brønde med muffe kan man i havearealer anvende betondæksler, der nedlægges løst i muffen.

Jerndæksler Jerndæksler til nedløbsbrønde er normalt altid anbragt i en karm og hængslet således, at åbning let kan foretages. Karmen kan være beregnet til faststøbning i en rørmuffe eller til løs anbringelse på et topstykke med plan overside, se fig. 12.19.



Dæksel til firkantet nedløbsbrønd



Dæksel til rund nedløbsbrønd

Fig. 12.19. Udskillere. Dæksler til nedløbsbrønde.

Riste Nedløbsbrønde, der modtager overfladeafløb, skal forsynes med rist. Risten, der normalt har en fri afstand mellem ristestængerne på ca. 1-2 cm, udføres altid af jern (støbe- eller smedejern) og hængsles i en karm, som anført for dæksler. Riste kan fås i mange udformninger, således at de kan tilpasses forskellige overfladeprofiler, se fig. 12.20.



Rist til firkantet nedløbsbrønd



Riste til runde nedløbsbrønde

Fig. 12.20. Udskillere. Riste til nedløbsbrønde.

”Børnesikring” På legepladser og lignende opholdsarealer bør dæksler og riste sikres mod, at børn umiddelbart kan åbne disse, og der findes dæksel- og ristetyper, der kun kan åbnes med særlig nøgle.

Mellemstykker Nedløbsbrønde kan udføres i varierende dybder fra overkant dæksel eller rist til bund. Det gøres ved, at man over selve brønden anbringer såkaldte mellemstykker. Ved runde nedløbsbrønde med muffe anvendes almindelige betonmufferør efter DS 400, og ved de firkantede brønde og de runde ”Frederiksbergbrønde” anvendes specielle mellemstykker med fjer og not.

Topstykker Som tidligere anført anbringes dæksler og riste til firkantede brønde på specielle topstykker med plan overside. Topstykkerne danner en overgang fra brøndens tværsnit (30 · 30 cm, 30 · 40 cm og 40 cm<sup>ø</sup>) til karmen, hvis nominelle dimension oftest er ca. 30 · 30 cm.

Topringe Såfremt der skal foretages en regulering af riste- eller dækselhøjden, kan man foretage denne ved mellem karm og topstykke at indskyde topringe, der fremstilles i højder på 10 og 15 cm. Den helt nøjagtige højderregulering foretages med oplødsning og understøbning med cementmørtel.

Tilslutning til nedløbsbrønde Ledningers tilslutning til nedløbsbrønde skal altid foretages over brøndens vandspejl. Selve tilslutningen kan i betonbrønde foretages ved indhugning i brøndens side. I brønde af andre materialer sker tilslutningen til stutse, der er anbragt på fabrik, se fig. 12.16.

Samling af nedløbsbrønde Som anført i foregående udføres nedløbsbrønde i stort omfang ved samling af præfabrikerede dele.

Samling af brønddele, der er forsynet med muffe, sker som angivet for betonmufferør, idet der dog anvendes cementmørtel som tætningsmateriale.

Samling af brønddele med fjer og not sker ved, at der påsmøres et tyndt lag cementmørtel på fjerens, hvorefter samlingen foretages.

Det skal anføres, at der findes afløbssystemer, hvor samlingen foretages ved indlægning af en gummiring.

## Kapitel 13

### Installationsgenstande og deres tilslutning

#### Generelt

I dette afsnit er der behandlet en række af de vigtigste installationsgenstande og deres tilslutning til den øvrige afløbsinstallation.

Som anført tidligere skal alle sanitetsgenstande være va-godkendte, og godkendelsen vil oftest indeholde oplysning om, på hvilke betingelser godkendelsen er sket, og herunder specielt anvendelsesområde og tilslutningsmåde.

Som det vil forstås, er det derfor meget vigtigt, at man, inden installationen foretages, gør sig bekendt med ordlyden af de respektive va-godkendelser.

#### Bidet

Bidet er udføres normalt af vitreous china og er enten beregnet for opstilling på gulv eller for ophængning på væg.

#### Afløb

Afløbet sker gennem en bundventil på 25 eller 32 mm<sup>ø</sup> som anført for håndvaske.

#### Vandlås

Afløbet skal være fast forbundet med en vandlås med en dimension på mindst 25 · 32 mm<sup>ø</sup> og må ikke føres til gulvafløb. Vandlåsen kan anbringes direkte i forbindelse med bundventilen, se fig. 13.1, eller forbindelsen kan udføres med et rør, der skal være så kort som muligt. Til anbringelse under bidet er findes særlige bundventiler med lav byggehøjde.

De fleste vægbidet er har indbygget vandlås og yderligere skjult afløb, og her er det som anført for væg-wc vigtigt, at fabrikantens anvisninger nøje følges, se fig. 13.2.

Anbringes et bidet i et rum uden gulvafløb, bør bidet et være forsynet med overløb.



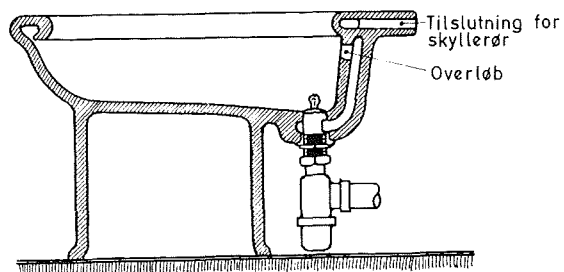


Fig. 13.1. Bidet med pungvandlås.

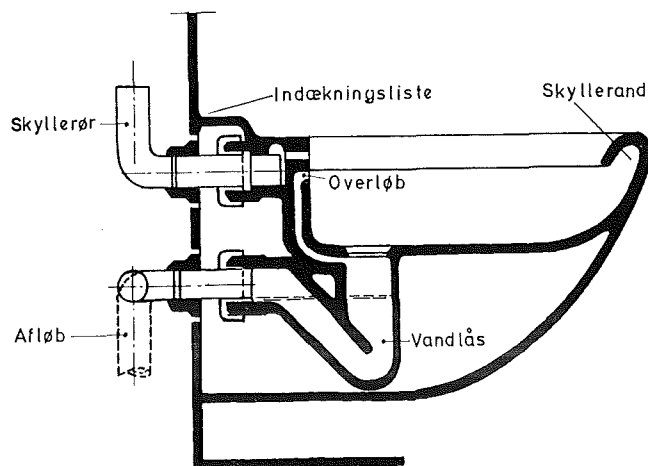


Fig. 13.2. Bidet, vægmodel med skjult vandlås.

Opstilling og ophængning af bidet foregår som anført for vandklosetter, og det skal bemærkes, at det af hensyn til brugen af et bidet er vigtigt, at der er rigelig fri plads på begge sider (mindst 25-30 cm).

### Brusere

Installation af brusere giver normalt ikke anledning til problemer i afløbsteknisk henseende, idet der ved passende fald på gulvet gives afløb mod et gulv afløb eller en i gulvet placeret mindst 40 mm bundventil, der forbindes til et gulv afløb.

### Brusebadekar

Brusebadekar, der normalt udføres af emaljeret stålplade, se fig. 13.3, er forsynet med hul for afløb gennem en bund-

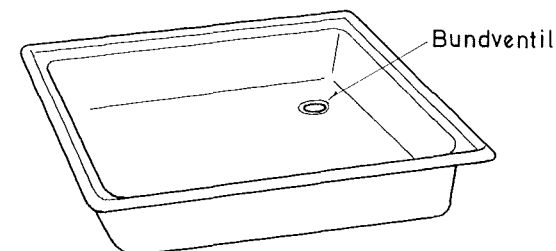


Fig. 13.3. Brusebadekar af emaljeret stålplade.

ventil. Bundventilen forbindes direkte til vandlås eller afløbet føres til gulv afløb, som beskrevet for badekar.

### Brusekabiner

Til anvendelse ved moderniseringer i ældre bebyggelser findes der på markedet brusekabiner, der udgør en lille rum-unit indeholdende vand- og afløbsinstallation, se fig. 13.4.

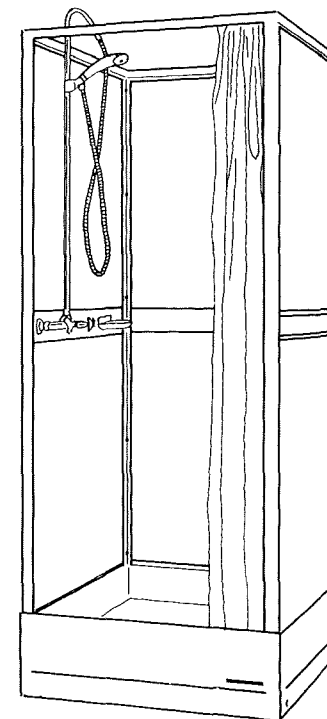


Fig. 13.4. Brusekabine.

Hvor der er mulighed for det, kan afløbet fra kabinen udføres som angivet for badekar, men kabinerne kan også forsynes med afløbspumpe, der er styret af vandtilførslen evt. over en magnetventil, og man er således ret frit stillet ved trækning af afløb. Afløbet kan tilsluttes ved vandlås for håndvask eller køkkenvask, men kan også tilsluttes en eksisterende faldstamme, når man sikrer sig, at vandlukket er til stede.

Hvordan afløbet skal udføres afhænger af kabinefabrikat og type, og der henvises til va-godkendelsen og dens betingelser samt fabrikantens anvisninger.

### Bækkenvaskere

Til udslagning, vask og desinfektion af bækkener anvendes de såkaldte bækkenvaskere, der normalt er fremstillet af rustfrit stål. Afløbsteknik er vaskerne at ligne med vandklosetter, idet man dog skal tage hensyn til, at afløbsvandet kan komme op på temperaturer på fra 85-100°C, hvil-

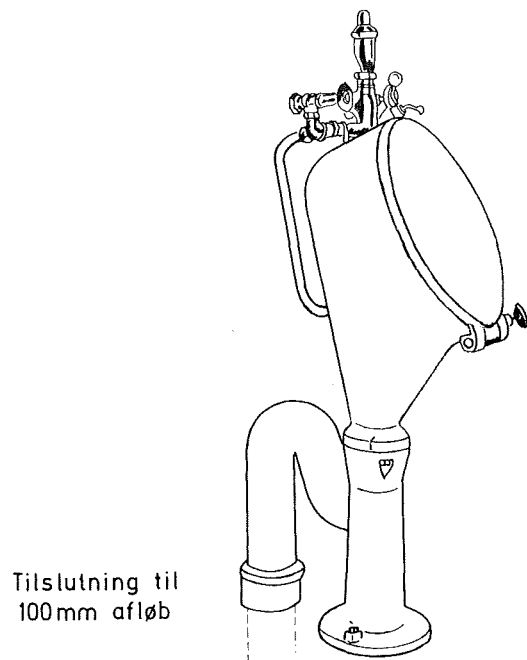
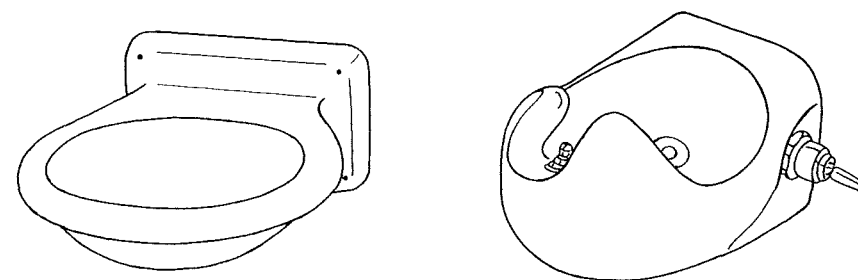


Fig. 13.5. Bækkenskyller.

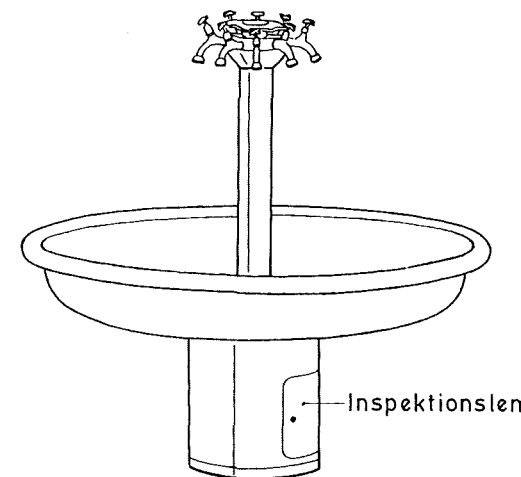
ket vil sige, at afløbsinstallationen ikke bør udføres i PVC. Enkelte typer af bækkenvaskere har en indbygget termostatisk sikring, således at afløbstemperaturen ikke overstiger en ønsket værdi, f.eks. 65°C. Se fig. 13.5.

### Drikkekummer

Drikkekummer fremstilles af vitreous china eller rustfrit stål, se fig. 13.6. Anbringes drikkekummer (drikkefontæner) i det fri, anvendes ofte kummer, der er specielt fremstillet, ofte med flere drikkekurve.



Drikkekummer



Drikkefontæne

Fig. 13.6. Drikkekummer og -fontæne.

Drikkekummer, der anbringes indendørs, kan afløbsteknisk behandles som håndvaske, idet det dog bemærkes, at bundventilen bør forsynes med en kuppelrist p.g.a. tilstopningsfaren.

**Vandlås**

Da vandtilførslen til drikkekummer oftest neddrøses til en vandmængde på ca. 0,03 l/s pr. drikkested ses det umiddelbart, at der sjældent er behov for større afløbsdimensioner end svarende til håndvaske.

**Afløb**

På grund af frostfaren skal udvendigt anbragte drikkekummer eller -fontæner – uanset om vandtilførslen afbrydes om vinteren – føres til frostfrit anbragt vandlås f.eks. en nedløbsbrønd med tilløb af overfladeafløb.

**Gulvafløb**

Gulvafløb er ofte installeret ikke blot for at skabe afløb fra en gulvflade, men ofte også for at danne vandlukke for håndvaske, rengøringsvaske o.lign., der er opsat i samme rum som gulvafløbet.

**Gulvafløbstyper**

Et gulvafløb kan være opbygget på følgende måder:

En løs gulvafløbsskål, der forbindes til en rørformet vandlås.

En på fabrik sammenbygget enhed bestående af en gulvafløbsskål og en rørformet vandlås.

Et gulvafløb, hvor skål og vandlås er kombineret i en samlet enhed, og hvor vandlukket etableres ved hjælp af skilleplader eller lignende.

**Gulvafløbs dimensioner**

Alt efter dimension på vandlåsens tilløbs- og afløbstud benævnes et gulvafløb f.eks. 50/75, 75/100, 100/100.

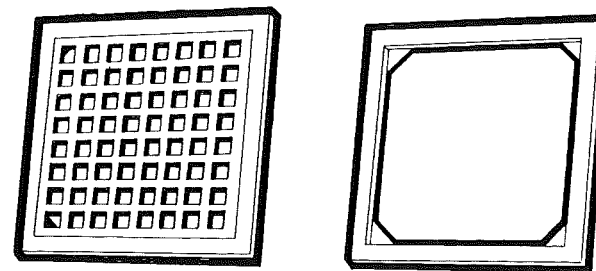
**Materialer**

Normalt fremstilles gulvafløb af støbejern, rustfrit stål eller plast (PP), og der anvendes oftest skål og vandlås af samme materiale.

Ved gulvafløb i underste etage, hvor vandlåsen er beliggende i jord, udføres denne dog ofte af samme materiale som de øvrige ledninger i jord (f.eks. beton, glaseret ler eller støbejern).

**Riste**

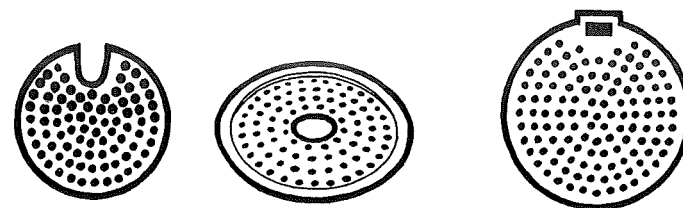
Gulvafløb er forsynet med en rist, der kan være rund eller firkantet og være forsynet med runde eller kvadratiske huller. Risten kan anbringes direkte i skålen eller i en løs ramme, der anbringes på skålen, se fig. 13.7 og 13.8.



Rist i karm

Karm

Fig. 13.7. Gulvafløbsriste, kvadratisk rist med karm.



Riste med udskæring

Hængslet rist

Fig. 13.8. Gulvafløbsriste, runde.

Riste kan være fremstillet i asfalteret støbejern, nylon, messing (ofte forkromet) eller rustfrit stål, og de kan forsynes med en udskæring, således at afløbsrør fra håndvaske mv. kan tilsluttes skålen gennem risten. Gulvafløb med sidetilløb er yderligere ofte forsynet med en fastskruet underderrist under tilløbshullerne.

Kvadratiske riste fås i mål fra ca. 13 · 13 cm op til ca. 30 · 30 cm, og runde riste med diametre fra ca. 14 til 25 cm.

I rum, hvor gulvbelægningen består af beton, klinker el. lign., kan gulvafløbsskålen for at give større tæthed, være forsynet med betonkant, dog ikke nødvendigvis i gulve på jord.

I rum, hvor gulvbelægningen er udført af PVC el. lign., skal der anvendes en specielt udformet rist på en metalring el. lign., se fig. 13.9.

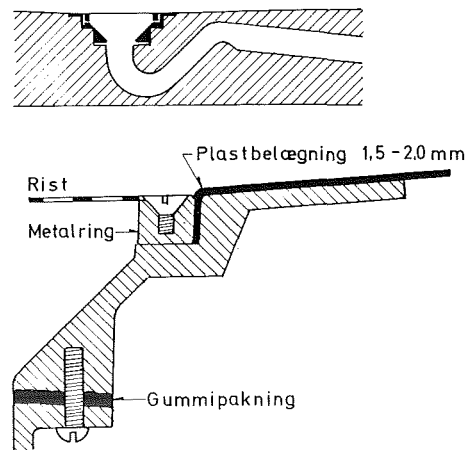


Fig. 13.9. Gulvafløbsskål til gulve med plastbelægning.

#### Skåle uden side-tilløb

I rum, hvor der ikke føres afløb fra andre installationsgenstande til gulvafløbet, kan anvendes en flad skål.

#### Skåle med side-tilløb

I gulvafløb, hvor der skal tilsluttes håndvaske mv., anvendes skåle med afsatte huller i sidefladerne, fig. 13.10. Der er normalt tale om enten 32 mm<sup>ø</sup> gevindhuller eller 50 mm<sup>ø</sup> glatte huller, og der kan være afsat op til 3 huller i en skål. For at hindre opsprøjtning er disse afløbsskåle ofte forsynet med en indvendig tragt eller lignende. Huller, der ikke anvendes, skal lukkes med plastprop eller tilsvarende inden installeringen.

Gulvafløb med sidetilløb bør være forsynet med under-rist.

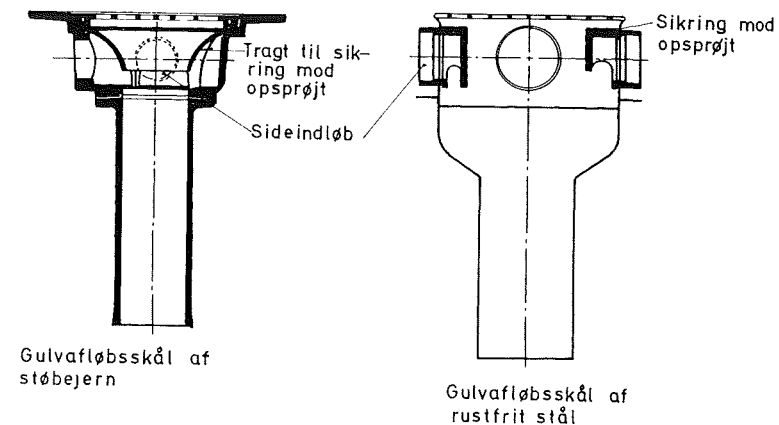


Fig. 13.10. Gulvafløbsskål med tilslutningsmuligheder for håndvaske mv.

#### Dimensionering

Gulvafløbsskålens afløbstuds dimension kan vælges efter følgende retningslinier:

50 mm bør kun anvendes i små rum eller, hvor der er tilsluttet genstande med en sum af normalstrømmen, der er mindre end 0,9 l/s.

75 og 65 mm kan anvendes i normale baderum i boliger. Summen af normalstrømmen for evt. tilsluttede installationsgenstande må ikke overstige 1,5 l/s.

100 mm skal anvendes, hvor mindre afløb ikke må anvendes samt i gulve på jord. Summen af normalstrømme for tilsluttede installationsgenstande må ikke overstige 1,8 l/s.

I store gulvflader, f.eks. i garagekældre, kan gulvafløb udføres som nedløbsbrønde, eller der kan anvendes en risttype særligt beregnet til tung trafik, se fig. 13.11.

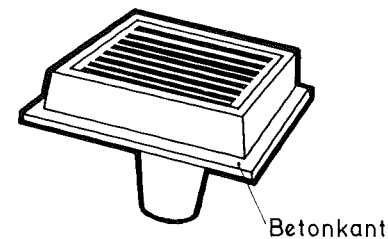


Fig. 13.11. Gulvafløbsskål til tung trafik.

### Gulvafløb sammenbygget med vandlås

At samle en gulvafløbsskål med en vandlås har altid været et problem p.g.a. den ret store byggehøjde, der skulle til for at udføre den traditionelle blysamling med den for tætheden nødvendige efterstemning. Dette har bevirket, at konstruktioner med kombinerede skåle og vandlåse er fremkommet i stort tal. På fig. 13.12, 13.13, 13.14 og 13.15 er vist nogle eksempler.

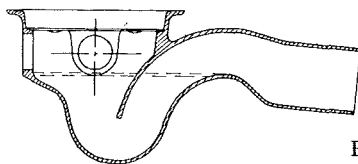


Fig. 13.12. Gulvafløb af støbejern.

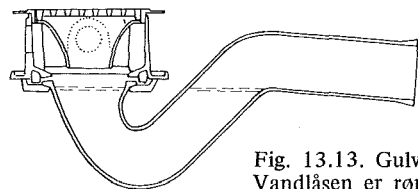


Fig. 13.13. Gulvafløb af støbejern.  
Vandlåsen er rørformet og påboltet skålen.

### Lodret rist (sidetilløb)

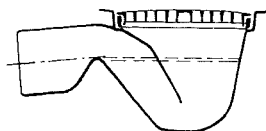
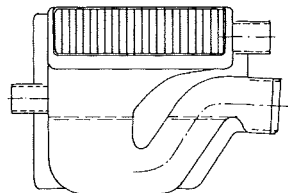


Fig. 13.14. Gulvafløb af plast.

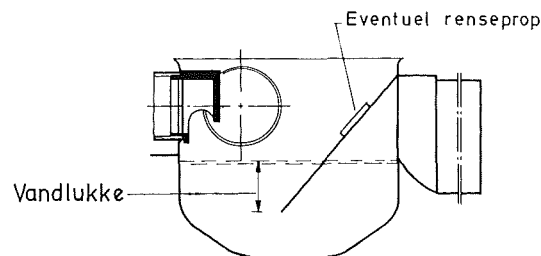


Fig. 13.15. Gulvafløb af rustfrit stål.

Ved flere af typerne er det ikke umiddelbart muligt at foretage en rensning af gulvafløbets afløbsledning gennem låsen, og disse typer bør derfor være forsynet med en særlig rensprop.

De tidligere nævnte gulvafløb er alle forsynet med vandret rist, men til anvendelse, hvor en placering af gulvafløbet ude i gulvet af forskellige årsager er uheldig, er der udviklet en type med tilløb gennem en lodret rist, der placeres i plan med væg, se fig. 13.14. Denne type findes kun til anvendelse i forbindelse med gulvbelægninger af plast.

### Håndvaske

Håndvaske udføres normalt af fire-clay eller vitreous china, men også håndvaske af emaljeret støbejern, rustfrit stål og plast forekommer.

Håndvaskes afløb har almindeligvis dimensionen 25 eller 32 mm<sup>ø</sup> og er udformet som en bundventil, der kan aflukkes med en løs prop eller en såkaldt "løft op"-ventil. Bundventilen skal være forsynet med en rist, der kan udformes som et kors eller som en hulplade. Håndvaske, der anbringes i rum uden gulvafløb, skal være forsynet med et uafspærreligt overløb.

### Afløb fra håndvask

Håndvaskens afløb skal passere en vandlås, inden tilslutningen til afløbsinstallationen, og i praksis udføres dette på en af de i det følgende anførte måder:

*Separat vandlås:* Håndvaskens bundventil forbindes direkte til en vandlås med dimensionen 25/32 eller 32/32 mm<sup>ø</sup>. Vandlåsen kan være en rørvandlås eller en pungvandlås, se fig. 13.16, der almindeligvis er udført af forkromet messing.

*Tilslutning til gulvafløb:* Fra håndvaskens bundventil føres et rør af dimensionen 25 eller 32 mm<sup>ø</sup> til et gulvafløb anbragt i samme rum som håndvasken. Indmundingen i gulvafløbsskålen kan ske gennem en udskæring i overristen eller gennem et hul i skålens side. Indmundingen bør altid ske over gulvafløbets underrist, hvis en sådan findes, se fig. 13.17. Røret mellem bundventil og gulvafløb gøres så kort som muligt, så lugtgener undgås.

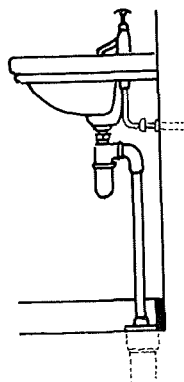


Fig. 13.16. Håndvask, afløb gennem pungvandlås.

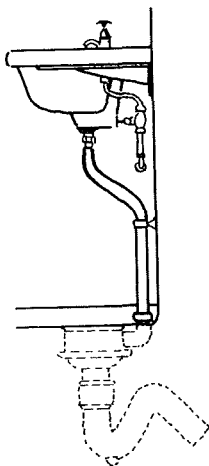


Fig. 13.17. Håndvask, afløb til gulv afløb.

#### Afløb fra flere håndvaske

Flere håndvaske i samme rum kan gives afløb gennem en fælles vandlås. Som en retningslinje for antal af håndvaske, der kan tilsluttes en vandlås, kan anføres:

Vandlås	Antal håndvaske
32/40 mm <sup>ø</sup>	2
40/50 –	3
50/70 – x)	4
70/70 – x)	5
100/100 – x)	6

x) gulv afløb

#### Specielle håndvaske

En håndvaskeinstallation udført på traditionel vis med vandtilslutninger og vandlås placeret under vasken er en lidet rengøringsvenlig og hygiejnisk installation, og der er specielt til anvendelse på hospitaler i de senere år fremkommet håndvaske typer med indbygget vandlås og skjult afløb, se fig. 13.18.

#### Bæring

Håndvaske ophænges på væg med særligt udformede bæring, og de vigtigste bæringstyper er:

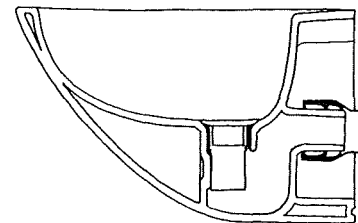


Fig. 13.18. Håndvask med skjult, indbygget vandlås.

alm. bæring af støbejern, stål eller aluminium, indstiksbæring for skjult ophængning og hangers, specialbæring for skjult ophængning.

Bæringstyperne er vist på fig. 13.19, og det skal bemærkes, at det normalt er sådan, at til en bestemt håndvask hører en bestemt bæringstype.

Håndvaske anbringes oftest med en højde til forkanten på 75-80 cm, dog anbringes de f.eks. i børneinstitutioner i en noget lavere højde.

Af hensyn til rengøring anbringes håndvaske enten med bagkanten 5 cm fra væg eller tæt på væg med en fuge, der enten udspartles eller dækkes med en egnet liste.

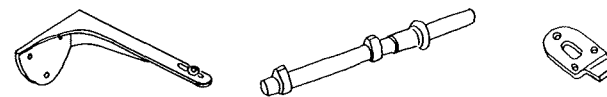


Fig. 13.19. Håndvaskebæring.

#### Kar

Kar omfatter i dette afsnit følgende:

liggebadekar, fig. 13.20, siddebadekar, fig. 13.21 og brusebadekar, (fodbadekar), fig. 13.3.

og de tre typer adskiller sig kun fra hinanden ved varierende ydre dimensioner.

#### Materiale

Kar udføres i dag oftest af emaljeret stålplade, men også kar af emaljeret støbejern og plast (akryl) forekommer.

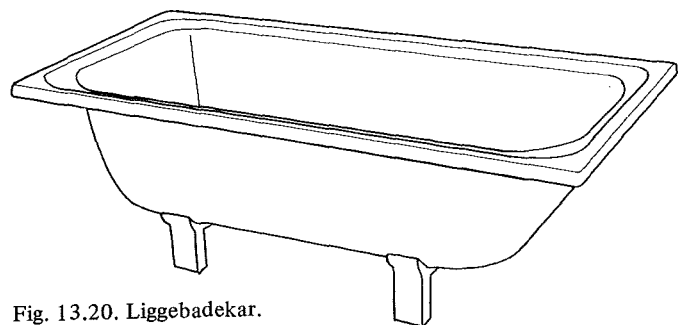


Fig. 13.20. Liggebadekar.

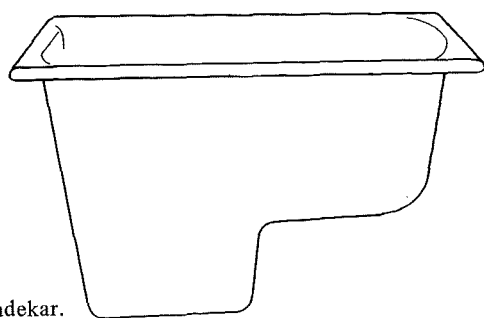


Fig. 13.21. Siddebadekar.

Hertil kommer, at flere fabrikanter af vådrumskabiner udfører indbyggede badekar med en overflade af gelcoat på glasfiberarmeret polyester.

#### Ligge- og siddebadekar

Ligge- og siddebadekar har normalt en bredde på 700 mm, medens længderne efter fabrikat kan variere fra 1050 mm til 1800 mm med 1700 mm som en slags standardlængde. Dybden af et liggebadekar er ca. 500 mm.

#### Brusebadekar

Brusebadekar leveres i mange formater, f.eks. 700 x 700 mm, 800 · 800 mm, 900 · 900 mm, og dybden er 150-300 mm.

#### Opstilling

Opstilling af kar kan ske ved indmuring, i hvilket tilfælde det er mest hensigtsmæssigt at anvende kar af støbejern, der er mere holdbare end kar af stålplade. I de senere år er det blevet almindeligt, at stålplade- og plastkar opstilles på

særlige stålstativer eller -vugger, hvorefter de frie sider af karret indklædes med paneler, f.eks. af emaljeret stålplade.

#### Afløb

Afløbet fra badekar sker gennem en 32 eller 40 mm<sup>ø</sup> bundventil, der kan aflukkes med prop. Afløbet kan føres til gulvafløb som anført for håndvaske, eller karret kan forsynes med selvstændig vandlås med en mindstedimension på 32 · 40 mm<sup>ø</sup>, se fig. 13.22.

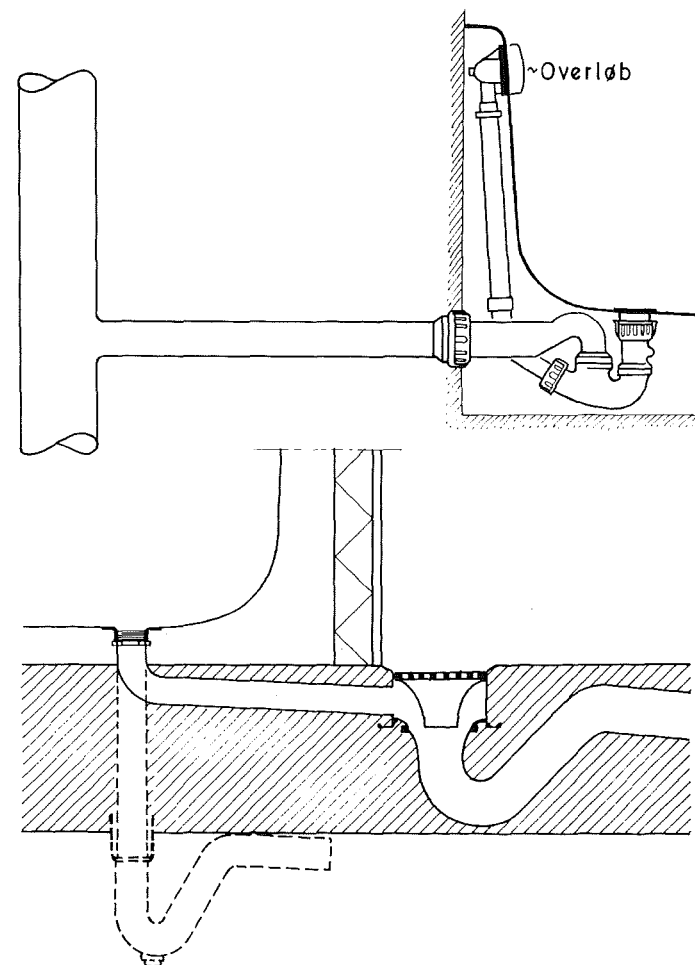


Fig. 13.22. Afløb fra badekar. Øverst: afløb med selvstændig vandlås og overløb. Nederst: afløb til gulvafløb og til selvstændig vandlås (punkteret).

**Overløb**

Såfremt et kar installeres i et rum uden gulv afløb, skal karet forsynes med overløb.

**Køkkenkværn**

Køkkenkværne (affaldskværne) til findeling af næsten alle former for køkkenaffald er visse steder i udlandet en meget anvendt installation. Den er beregnet til placering mellem køkkenvasken og den tilhørende vandlås.

Køkkenkværne har den afløbstekniske ulempe, at forureningsgraden af køkken afløbet stiger meget væsentligt. Danske rensningsanlæg er normalt ikke dimensioneret for denne forøgede forureningsgrad, og dette medfører, at selv om køkkenkværne er principielt godkendt, skal installationen tillades specielt af den lokale myndighed. De køkkenkværne, der i øjeblikket er på markedet, er særdeles støjende.

**Køkkenvaske**

Køkkenvaske udføres så godt som altid af rustfrit stål, og der findes mange forskellige udformninger af disse.

**Enkelt køkkenvask**

Den mest almindelige køkkenvask er af rektangulær form i målintervallet 25 · 30 til 40 · 50 cm med en dybde på 13-16 cm. Vasken er forsynet med afskrubelig rist og kan aflukkes med prop eller vasken er forsynet med sektorlås.

**Udslagningsvask**

En variant af den enkelte køkkenvask er den såkaldte udslagningsvask, hvis afløb er dækket med en større hulrist end køkkenvasken og ikke kan afspærres.

**Dobbelte køkkenvaske**

Ved nyanlæg er det efterhånden blevet almindeligt, at køkkeninstallationen udføres med en dobbeltvask udført i ét stykke. Vasken består i dette tilfælde af 2 enkelte køkkenvaske eller en enkelt køkkenvask kombineret med udslagningsvask. Varianternes antal er legio, og i praksis kan man få den kombination af vaskenes art, størrelse og indbyrdes placering, der måtte ønskes i hvert enkelt tilfælde.

I fig. 13.23 og 13.24 er vist en række køkkenvaske, der alle normalt er lagervarer.

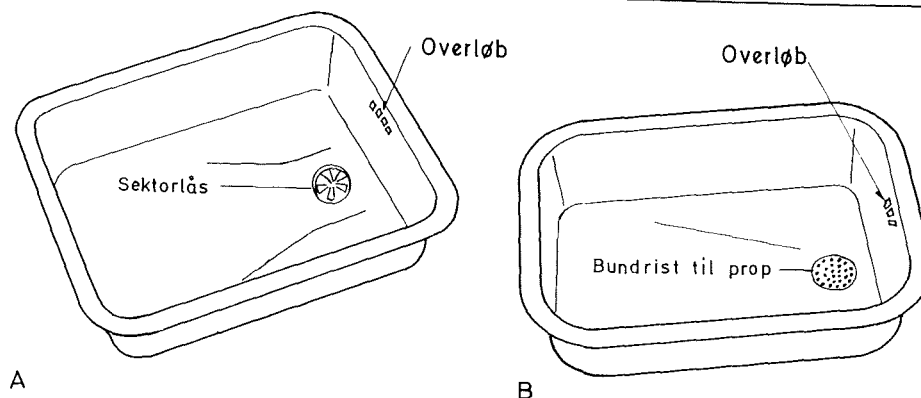


Fig. 13.23. Forskellige typer af køkkenvaske. A: almindelig enkeltvask med sektorlås, B: almindelig enkeltvask med rist, aflukkes med prop.

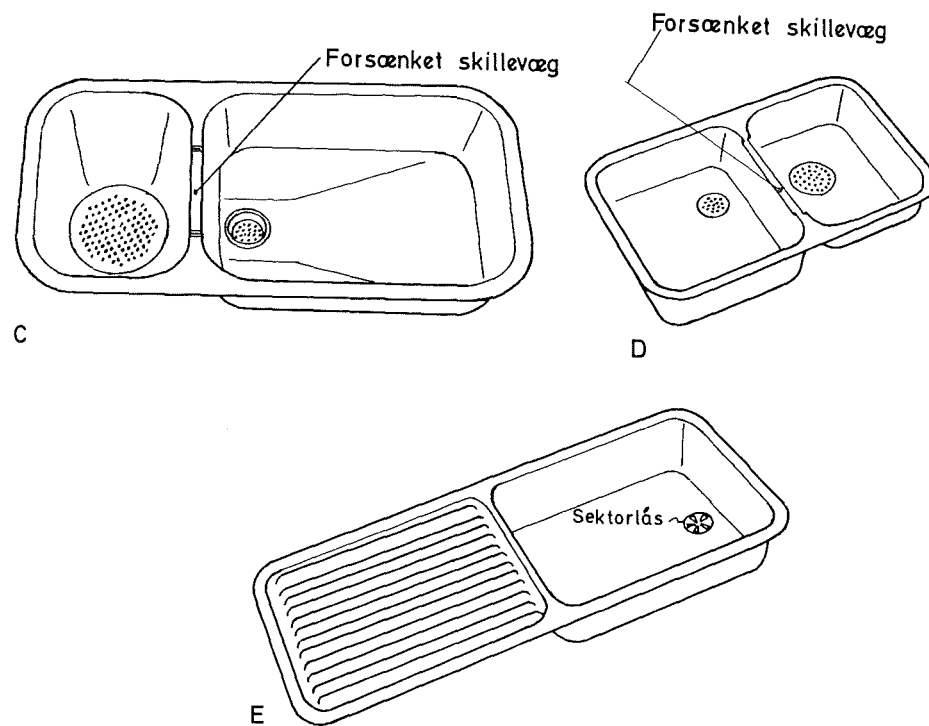


Fig. 13.24. Forskellige typer af køkkenvaske. C: dobbeltvask med udslagningsvask, D: dobbeltvask med udslagningsvask (stor), E: enkeltvask med rillet bakke.



*Køkkenborde*

Hele køkkenborde af rustfrit stål med indbyggede enkelt- eller dobbeltvaske er yderligere en variant af køkkeninstallationen, og også i dette tilfælde er et stort udvalg i handelen, og særlige dimensioner kan fremstilles efter ønske.

Køkkenborde kan leveres med træunderlagsplade, se fig. 13.25 eller med indbyggede støtteprofiler. Af lydæssige grunde må det første foretrækkes, subsidiært kan dog stål-bordets underside være beklædt med dæmpende materiale.

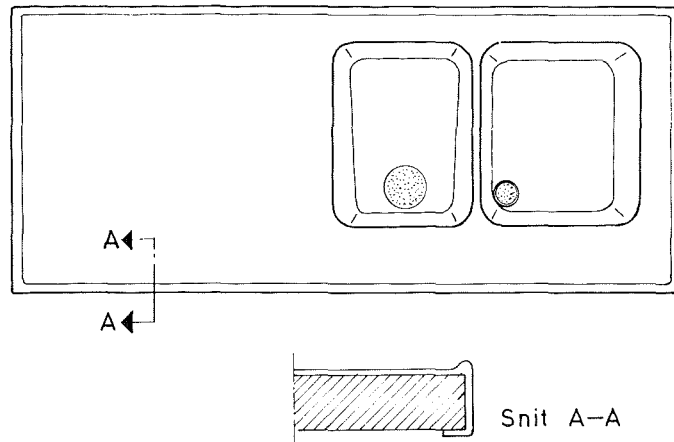


Fig. 13.25. Køkkenbord af rustfrit stål med indbygget dobbeltvask.

*Overløb*

Enkelte køkkenvaske skal normalt være forsynet med overløb. Ved dobbeltvaske, hvor den ene vask er en udslagningsvask, kan overløbet undværes, såfremt skillevæggen mellem de to vaske er lavere end vaskens kant, se fig. 13.24.

*Afløb fra køkkenvaske*

Køkkenvaske er normalt forsynet med påloddede afløbstude af rustfrit stål. Afløbstuden kan være glat eller være forsynet med 40 mm udv. rørgvind, eller den kan være 50 mm<sup>ø</sup> med krave passende til muffen i et 50 mm<sup>ø</sup> støbejernsrør, en slags fast ferule. Tuden kan forbindes direkte med vandlåsen, eller – specielt ved dobbeltvaske – der kan indskydes et specielt overgangsstykke (Y-rør), se fig. 13.26.

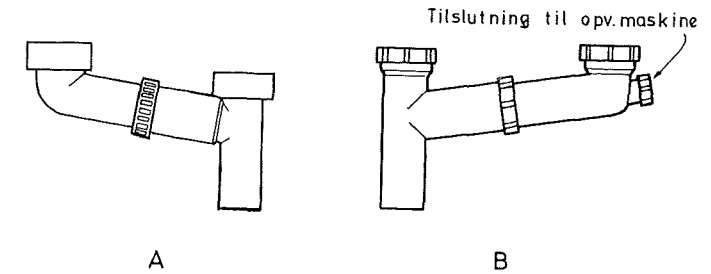


Fig. 13.26. Y-rør til dobbelte køkkenvaske. A: til anvendelse ved afløbstude med krave (kittet samling), B: til anvendelse ved glatte afløbstude med udv. gevind.

Tude med rørgvind kan forbindes direkte med plastrør, der er forsynet med omløber, eller der kan monteres en ferule med omløber.

Tude med krave kan samles med mufferrør efter centring med værk eller O-ring og kitning med godkendt plastisk materiale. Tuden kan også forbindes til plastrør med omløber og gummiringstætning.

*Vandlås*

Køkkenvaske skal ifølge normen forbindes til en vandlås med en dimension på mindst 32 · 40 mm<sup>ø</sup>. I praksis er vandlåsdimensionen normalt større, idet de førnævnte tud-dimensioner medfører, at vandlåsen er 40 · 50 mm<sup>ø</sup>, evt. 50 · 50 mm<sup>ø</sup>. I fig. 13.27 er vist nogle normalt anvendte vandlåstyper.

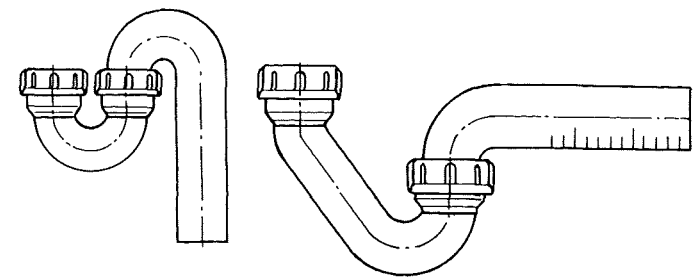


Fig. 13.27. Køkkenvandlåse.

Vandlåsens materiale

I køkkenvaske er der tale om udslagning af vand med høje temperaturer, specielt når der er tilsluttet en opvaskemaskine, og det skal derfor påpeges, at PVC-afløb ikke bør anvendes, og at materialer som PEH, PP og støbejern er at foretrække. Køkkenvandlås af støbejern anvendes nu kun meget sjældent.

Montering af køkkenvask

En køkkenvask monteres normalt i en udskæring i et køkkenbord af træ, og køkkenvaske er derfor forsynet med en krave. Vasken kan fastgøres ved hjælp af undersænkede skruer gennem denne krave, eller den er forsynet med særlige beslag, således at den fastspændes imod bordpladens underside.

Ved montering af afløbet fra en køkkenvask er det vigtigt, at samlingerne er bevægelige, og at det samlede afløb er spændingsfrit udført. En køkkenvask monteret i et træbord arbejder, idet såvel træpladen som køkkenvasken under indflydelse af hhv. varierende fugtigheds- og temperaturforhold bevæger sig så meget, at stive samlinger bliver utætte eller i værste tilfælde, at tuden går løs i lodningen.

Opvaskemaskiner

Opvaskemaskiner kan være af mange forskellige konstruktioner, og montageformen kan variere fra fabrikat til fabrikat. Der henvises derfor til de pågældende maskiners vago-godkendelse, specielt med henblik på, om eventuelle særlige forhold gør sig gældende.

Opvaskemaskine i bolig

Opvaskemaskine beregnet for almindelige boliger er alle forsynet med indbygget afløbspumpe og evt. også en tilbageløbssikring i form af en kontraventil eller en automatisk lukkende magnetventil.

Forbindelsen fra opvaskemaskinens afløbsstuds til afløbsinstallationen udføres almindeligvis med en slange, der fastgøres med slangebindinger på forskruninger. Slangen skal være af et materiale, der kan tåle de høje temperaturer, afløbsvandet kan have (60-85°C), og PVC er således uegnet.

Tilslutningen til afløbsinstallationen skal ske på tilløbssiden af en vandlås og over dennes vandspejl. Ved installationen skal man sikre sig mod, at andet afløbsvand ved tilba-

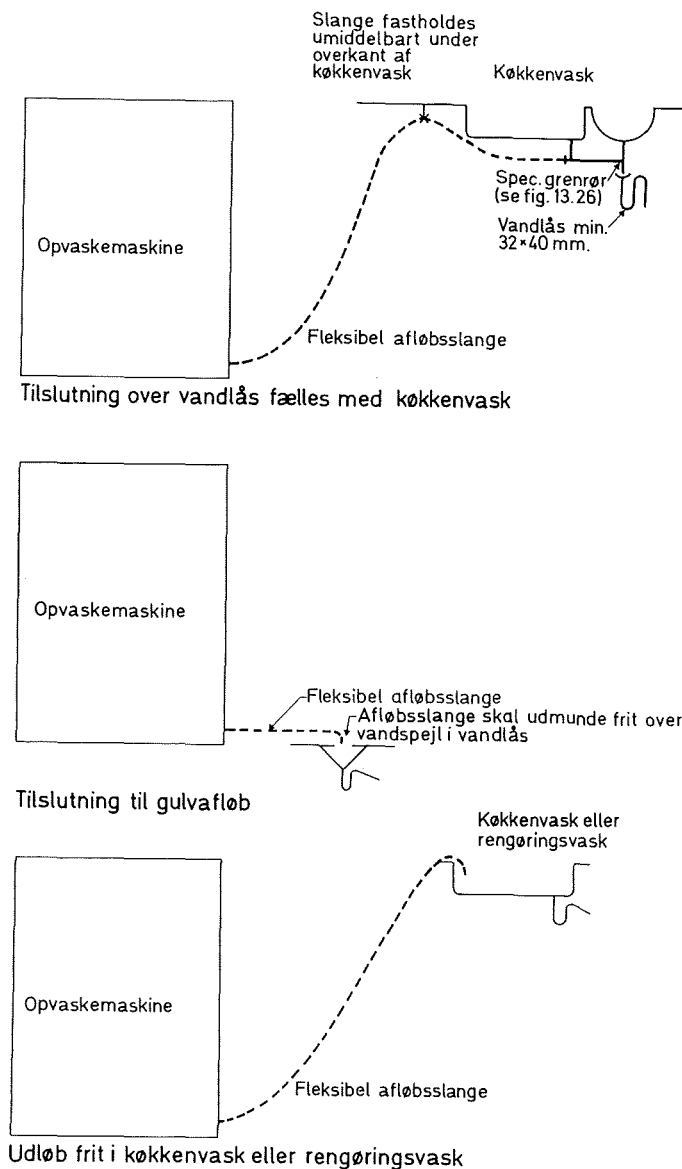


Fig. 13.28. Eksempler på afløb fra opvaskemaskiner i boliger. Den fleksible slange arrangeres, så den ikke danner vandlås. Tilsvarende arrangementer kan anvendes for vaskemaskiner. De respektive vago-godkendelser angiver godkendte tilslutningsmåder for de forskellige fabrikater.

gestemning løber til opvaskemaskinen, og dette skal normalt ske ved, at afløbsslangen føres som vist på fig. 13.28. Det bemærkes, at afløbsslangen skal fastholdes i den viste stilling.

En opvaskemaskine placeres næsten altid i forbindelse med en køkkenvask-installation, og der findes specielle formstykker med studs til slangeforbindelse til montering under køkkenvaske, se fig. 13.28. Afløbsinstallationens ledninger og samlinger skal kunne tåle afløbsvandets høje temperaturer. Anvendelse af PVC i umiddelbar nærhed af opvaskemaskinen bør ikke forekomme.

Afløbet kan også føres til en selvstændig vandlås, der i.h.t. normen skal være mindst 32 · 40 mm<sup>ø</sup>.

#### Udslagningsvaske

Udslagningsvaske er normalt fremstillet af fire-clay, vitreous china eller rustfrit stål, se fig. 13.29. Da rengøringsvaske benyttes til udslagning af spande o. lign., er de oftest forsynet med støttelister på forkanten, evt. også på sidekanterne.

#### Afløb

Udslagningsvaske er forsynet med rist og har derfor normalt ikke overløb.

Vaske af fire-clay og vitreous china har normalt et afløbshul til montering af en 40 eller 50 mm<sup>ø</sup> bundventil, medens vaske af rustfrit stål har en afløbstud som beskrevet under køkkenvaske.

#### Vandlås

Udslagningsvaske bør normalt forsynes med en selvstændig vandlås med en mindstedimension på 32 · 50 mm<sup>ø</sup>, men kan i rum, hvor der ikke foregår tilberedning af mad, eller hvor der ikke stilles store hygiejniske krav, føres til gulv afløb.

Da vandlåse ved udslagningsvaske er udsat for tilstopning med uldtrævler, sand mv. bør pungvandlåse kun anvendes i rum, hvor hyppig rensning ikke er til gene.

#### Opsætning

Udslagningsvaske monteres på indmurede bæringer, f.eks. af T-jern 50 · 50 · 5 mm, se fig. 13.30, eller på kraftige bæringer af type som angivet for håndvask. Ved vaske med bagplade fastholdes vasken med skruer gennem bagpladen.

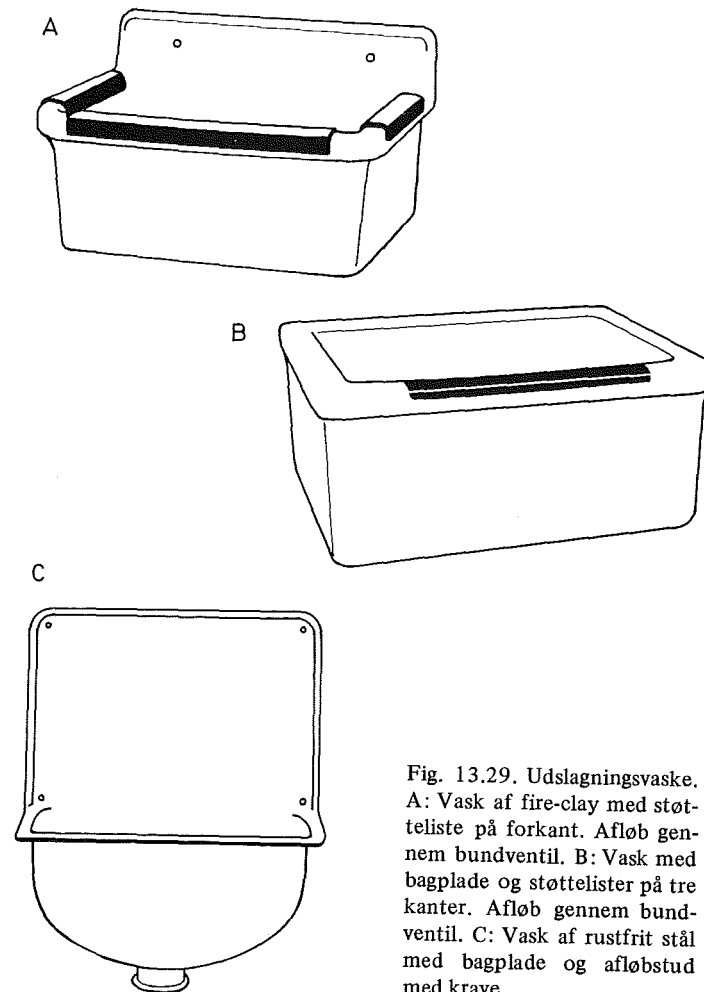


Fig. 13.29. Udslagningsvaske. A: Vask af fire-clay med støtteliste på forkant. Afløb gennem bundventil. B: Vask med bagplade og støttelister på tre kanter. Afløb gennem bundventil. C: Vask af rustfrit stål med bagplade og afløbstud med krave.

#### Vandklosetter (wc)

Vandklosettet er den installationsgenstand, der stiller de største krav til den øvrige afløbsinstallation både hvad angår ledningsdimension og -fald, og installationens udformning i almindelighed. Der er derfor grund til at erindre om, at ethvert vandkloset skal være va-godkendt.

#### Materiale

Vandklosetter er normalt fremstillet af fajance eller vitreous china, men også klosetter af emaljeret støbejern og glasfiberarmeret polyester forekommer.

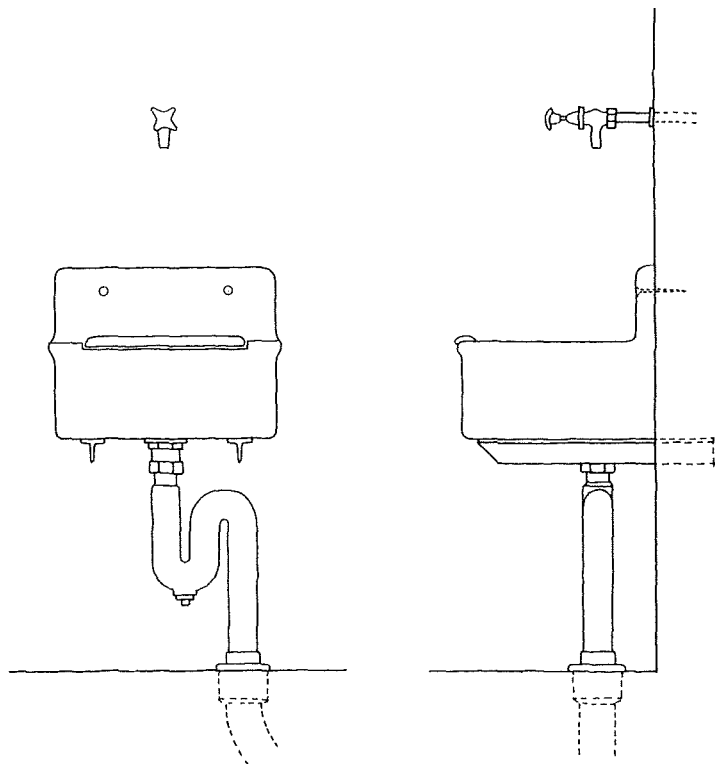


Fig. 13.30. Installation af udslagningsvask.

### Skylning Cisterne

Skylningen af et vandkloset sker normalt ved, at der tilføres en vandmængde på 6-9 l fra en cisterne, der er fast forbundet med klosettet.

Cisternen kan være forbundet til skålen med et kortere eller længere skyllerør, se fig. 13.31, eller kan være direkte koblet til skålen (sammenstøbt eller fastboltet), de såkaldte kombinationsklosetter, se fig. 13.32.

### Skylleventil

Skylning af et kloset kan også foretages ved, at der tilledes vand direkte fra vandinstallationen gennem en skylleventil. Dette system anvendes stort set kun ved installationer i tog og skibe mv., hvor der anvendes klosetter uden indbygget vandlås.

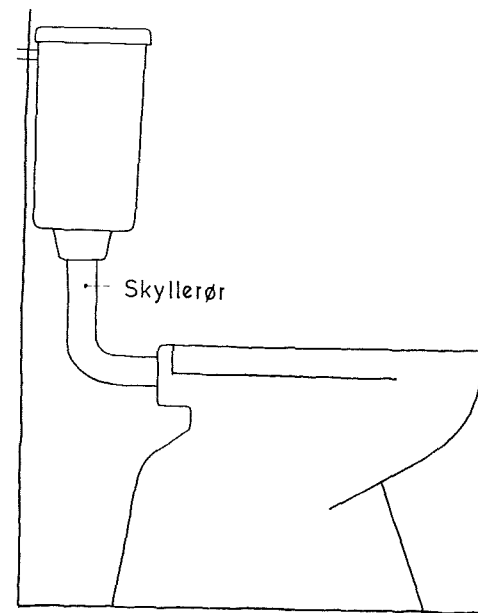


Fig. 13.31. Vandkloset med lavtsiddende cisterne.

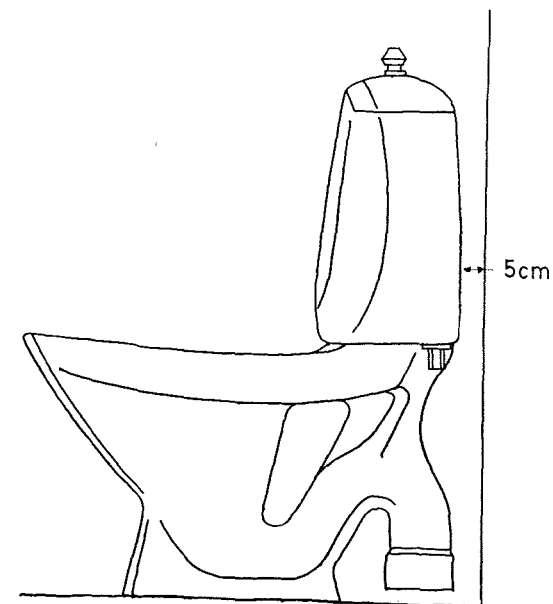


Fig. 13.32. Kombinationskloset.

Til anvendelse i sommerhuse er der i de senere år fremkommet særlige wc-typer, der skyller med en meget lille vandmængde (mindre end 1 l). Disse typer kan kun anvendes, hvor de forbindes direkte eller gennem korte ledninger med stort fald til en opsamlingstank. Vedrørende installation af wc'er af denne type henvises der til boligministeriets godkendelsesskrivelser i forbindelse med fabrikanternes anvisninger.

### Afløb

Vandklosetter har normalt indbygget vandlås med et vandlukke på mindst 5 cm, og klosettets afløbsstuds skal være mindst 75 mm<sup>ø</sup> (indv. diameter). Normalt anvendes dog 100 mm studs. Alt efter afløbsstudsens hældning og retning kan vandklosetter inddeles i følgende kategorier:

wc'er med S-lås, hvor afløbsstudsens er rettet lodret ned, se fig. 13.33,

wc'er med P-lås, hvor afløbsstudsens er rettet lige bagud, men med en hældning, der i forhold til vandret afhængigt af fabrikat, kan være fra 0-45°, se fig. 13.34,

wc'er med drejet S- eller P-lås, der er varianter af S- og P-låsen, idet afløbsstudsens i forhold til wc'ets længderetning afhængigt af fabrikat kan være drejet, normalt 45 eller 90°, se fig. 13.35.

Afløbsstudsens var tidligere altid holdt frit tilgængelig og så efter monteringen, men stigende hygiejniske krav ved rengøring mv. har udvirket fremkomsten af klosetter med skjult afløb, se fig. 13.38.

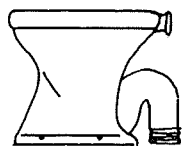


Fig. 13.33.  
Vandkloset med S-lås.

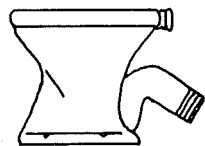


Fig. 13.34.  
Vandkloset med P-lås.

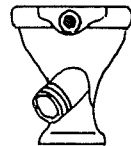


Fig. 13.35.  
Vandkloset med drejet P-lås.

### Samlinger

Afløbsstudsens forbindelse med afløbsinstallationen skal foretages med skyldig hensyntagen til de rørmaterialer, der skal samles, og blystøbte samlinger må ikke anvendes.

### Støbejernsmuffe

Ved forbindelse til støbejernsmuffe kan samlingen udføres med anvendelse af metalferule, der pakkes og tættes med asfaltstøbning eller kitning med va-godkendt kitmasse (gummikit, asfaltkit eller tilsvarende), se fig. 13.36. Samling med læberinge af gummi eller plast kan også udføres.

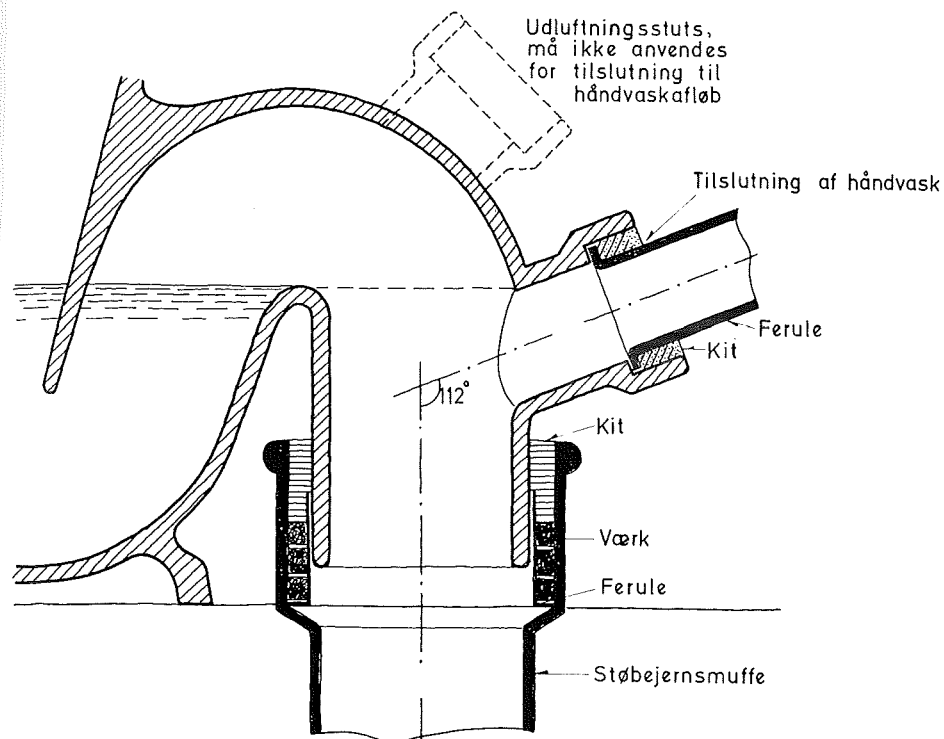


Fig. 13.36. Forbindelse til støbejernsmuffe.

### Plastrør

Ved forbindelse til plastrør skal anvendes gummiringe eller tilsvarende. Det bemærkes, at samlingsmetoden afhænger af rørfabrikat, og at der skal anvendes den til dette svarende samlingsmetode. Almindeligvis skal der anvendes et særligt overgangsstykke med udvidet muffe, se fig. 13.37.

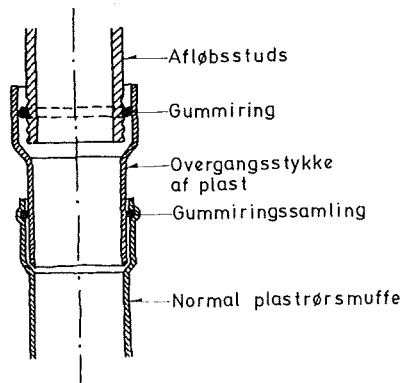


Fig. 13.37. Vandkloset. Forbindelse til plastrørsmuffe.

**Skjult afløb**

Ved tilslutning af klosetter med skjult afløb, herunder vægklosetter, skal der anvendes specielt godkendte materialer og metoder, og det er særdeles vigtigt, at den til det pågældende wc godkendte metode følges, idet inspektion af samlingen ikke er mulig.

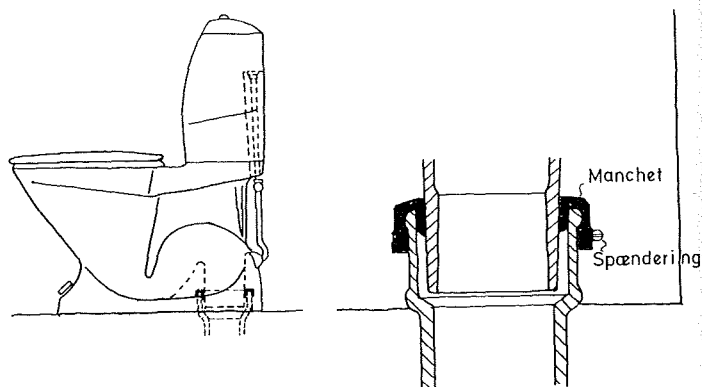


Fig. 13.38. Vandkloset med skjult afløbsstuds, samling til støbejernsmuffe.

**Montering**

WC'er kan være beregnet for opstilling direkte på gulv eller for ophængning på væg.

Ved opstilling på gulv skal man sikre sig, at wc-skålen er

understøttet langs hele omkredsen. Dette kan ske ved en opklodsning med efterfølgende underløbning med cementmørtel, eller ved at skålen anbringes på en speciel liste af plast eller tilsvarende. Fastgørelsen foretages ved skruer gennem huller i skålens bund.

Til ophængning af de såkaldte vægklosetter kan ikke angives en normal metode, idet ophængningen varierer fra fabrikat til fabrikat, og det er vigtigt, at fabrikanternes anvisning nøje følges. I fig. 13.39 er vist et eksempel på montering med specielle knægte.

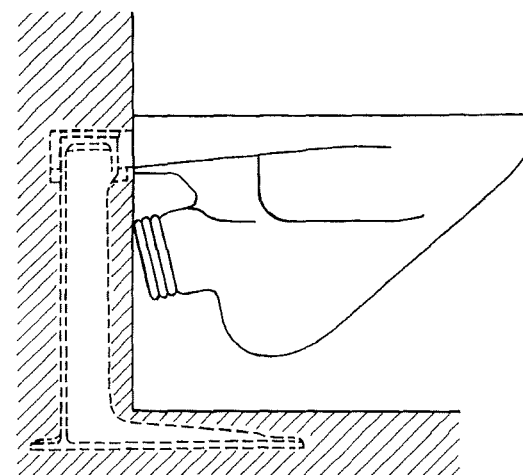


Fig. 13.39. Væghængt vandkloset.

**Betjening**

Skylning af klosettet foregår ved aktivering af cisternen gennem et "træk og slip" (ved højtsiddende cisterner) eller ved et greb anbragt direkte på cisternen (ved lavtsiddende cisterner). Kombinationsklosetter fås med fodbetjening.

**Sæde**

WC-skåle skal forsynes med et sæde, og dette kan i sin enkleste udformning bestå af plast- eller trælister, der er fastskruet på skålens overkant. Denne løsning anvendes undertiden ved offentligt tilgængelige toiletter og lignende steder. Almindeligst anvendes dog opklappelige sæder af plast, evt. med låg. Sædet skal kunne stå i oplukket stilling.

- Særlige wc-typer* Til anvendelse ved moderniseringer af gamle bygninger og lignende findes wc'er med en ekstra studs på afløbssiden af vandlåsen. Denne studs, der bør være placeret lavere end vandspejlet i låsen, kan anvendes ved tilslutning af en håndvask, således at større rørarbejder kan undgås, se fig. 13.36.  
En wc-skål har normalt en højde på ca. 40 cm, men på markedet findes f.eks. skåle med en højde på ca. 30 til anvendelse i børnehaver o. lign. steder, og skåle med en højde på ca. 45-50 til anvendelse på plejehjem for ældre og lignende institutioner.
- Gårdklosetter* Normalt har wc'er en indbygget vandlås, og det er klart, at normale wc'er kun må opstilles i rum, hvor vandlåsen er sikret mod frysning. I gårdtoiletter og lignende lokaliteter skal man derfor anvende en skål uden vandlås og så anbringe en vandlås i frostfri dybde. Af hensyn til rensning bør afløbet føres direkte til nærliggende nedgangsbrønd.
- Automatiske vandklosetter* I handelen findes desuden specielle klosetter, hvoraf kan nævnes klosetter med indbygget bundbruser og varmlufttørring.
- Vandlåse* En af en afløbsinstallations vigtigste dele er vandlåsen, der har til opgave at tilbageholde kloakluften.  
Vandlukket kan brydes ved enten  
selvudsugning eller  
gensidig udsugning.
- Selvudsugning* Selvudsugning kaldes det fænomen, at en vandlås ved hævertvirkning tømmer sig selv. Selvudsugning forekommer praktisk taget udelukkende ved vandlåse, hvis afgangsdimension er mindre end 70 mm<sup>ø</sup>.  
Selvudsugning modvirkes ved enten  
at udforme vandlåsen således, at selvudsugning ikke kan forekomme. Pungvandlåse har gode egenskaber, hvad dette angår, ligesom det er hensigtsmæssigt, at vandlåsen har større afgang- end tilgangsdimension, eller

- at sørge for, at vandlåsen efterfyldes ved, at den sidste del af afløbsvandet løber langsomt til vandlåsen. Denne efterfyldningsevne er en egenskab hos den sanitetsgenstand, der er forbundet med vandlåsen, og ved installation af selvstændige vandlåse kan man derfor ikke påregne, at der vil ske efterfyldning.
- Gensidig udsugning* Normen stiller krav om, at en afløbsinstallation skal udføres således, at trykvariationer i ledningerne holdes inden for  $\pm 40$  mmH<sub>2</sub>O, og dette krav er baseret på ønsket om at holde installationernes vandlukker intakte.  
Nyere undersøgelser synes at vise, at ikke alene vandlukkets højde har betydning for vandlukkets stabilitet, men at også forhold som de to vandoverfladers arealer og vandmængderne i vandlåsens to sider samt hele låsens geometriske udformning har stor betydning. Indtil resultaterne af disse undersøgelser foreligger, må man ved installation af vandlåse basere sig på hævdvundne principper.
- Vandlukkets højde* Vandlukkerne højde skal i henhold til normen være mindst 5 cm for vandlåse til anvendelse i bygning og mindst 7 cm for vandlåse i jord.
- Vandlåstyper* Vandlåse kan opdeles i følgende:  
selvstændige vandlåse,  
vandlåse sammenbygget med afløbsskåle og  
vandlåse sammenbygget med andre installationsgenstande.  
I dette afsnit skal kun omtales de selvstændige vandlåse, idet der for vandlåse, som er sammenbygget med skåle, henvises til omtalen af disse.  
Selvstændige vandlåse kan være af følgende typer:  
rørformede vandlåse (fig. 13.27, 13.42 og 13.44)  
pungvandlåse (fig. 13.40 og 13.41)  
andre typer (fig. 13.43).
- Rørformede vandlåse Materialer* De almindeligst forekommende materialer til rørformede vandlåse er støbejern, plast (PP, PEH) og i nogen grad bly, men iøvrigt findes de til næsten alle godkendte afløbssy-

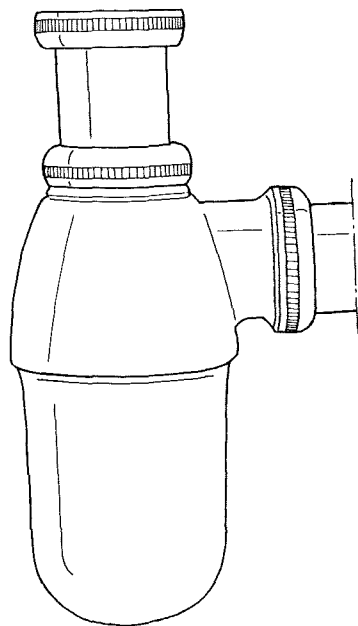


Fig. 13.40. Pungvandlås. Vandlås af messing med forskydeligt tilgangsrør.

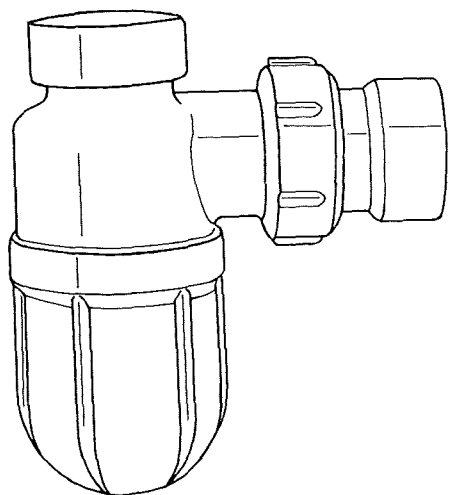


Fig. 13.41. Pungvandlås af plast.

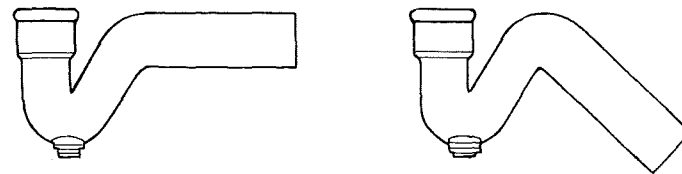


Fig. 13.42. Støbejernsvandlåse.

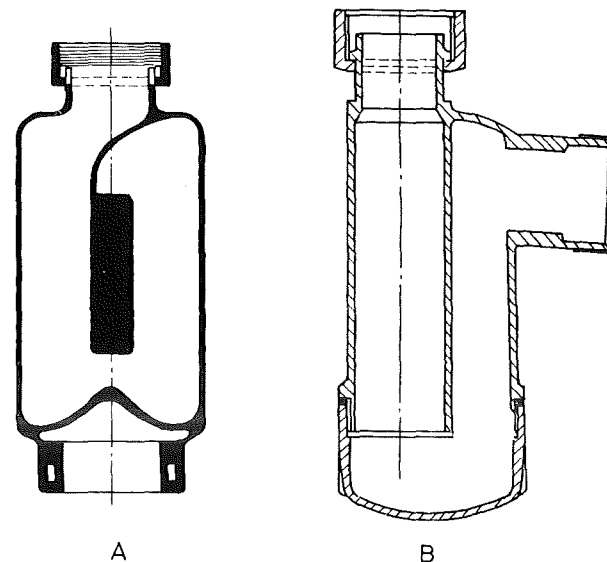


Fig. 13.43. Særlige vandlåsetyper.

A: Vandlås med lodret gennemløb

B: Pungvandlås med excentrisk placeret tilløb.

stemer, i flæng kan nævnes PEL, PVC, Pitch-fibre, beton og glaseret ler.

Vandlåsens dimension

Vandlåsene benævnes ved  $d \cdot D$  mm $^\circ$ , evt.  $d/D$  mm $^\circ$ , hvor  $d$  er tilgangens og  $D$  afgangens dimension.

Rensemogigheder

Af hensyn til resemogigheden bør vandlåse i små dimensioner (op til 50 · 70 mm $^\circ$ ) være forsynet med resemoprop, medens dette er knap så nødvendigt, hvor remsning kan fo-



regå fra tilløbssiden. Alternativt kan det være muligt at adskille låsen (specielt ved låse af plast).

Alt efter afløbsrørets hældning kaldes en vandlås for en S-lås eller en P-lås.

Ved valg af vandlåsdimensionen gælder det specielt for P-låse, at det er en fordel, såfremt afgangens dimension større end tilgangen. Man opnår herved en større sikkerhed mod selvudsugning af vandlåsen (se foran).

#### Rørformede vandlås af støbejern

De traditionelle vandlås af støbejern findes i følgende dimensioner:

65 · 65 og 100 · 100 mm<sup>ø</sup>

og i begge dimensioner som såvel S- som P-låse, se fig. 13.42.

Til anvendelse i jord leveres 100 · 100 mm<sup>ø</sup> uden rensprop, medens alle øvrige støbejernslåse har rensprop.

#### Rørformede vandlås af bly

Tidligere anvendtes næsten altid vandlås af bly, når der skulle anvendes vandlås, der var mindre end 50 · 70 mm<sup>ø</sup>. Blyvandlås har normalt et ret stort vandlukke, idet dette er op til 120 mm for vandlås op til 32 · 40 mm<sup>ø</sup> og 70 mm for større låse.

Blyvandlås fremstillet ved presning eller støbning findes i dimensionerne:

25 · 32, 32 · 32, 32 · 40 og 40 · 50 mm<sup>ø</sup>

alle som P- eller S-låse, se fig. 13.44. Blyvandlås leveres normalt med rensprop i bunden, men kan fås med rensprop i siden. Ved nyanlæg anvendes kun sjældent blyvandlås.

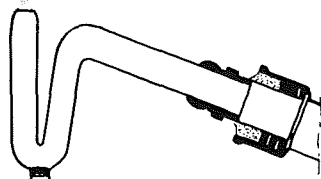


Fig. 13.44. Blyvandlås.

#### Rørformede vandlås af plast

Det er karakteristisk for rørformede vandlås af plast (PEH og PP), at disse ofte er sammensat af enkeltstykker samlet med omløbere og gummiringe. Dette bevirker en ret stor installationsfrihed i rørføringen, men er vel også en svaghed, idet en samling altid indebærer mulighed for utætheder.

Plastvandlåsene leveres i følgende dimensioner:

40 · 40, 40 · 50, 50 · 70, 70 · 70 og 100 · 100 mm<sup>ø</sup>

alle som såvel P- som S-låse, se fig. 13.27.

#### Pungvandlås

Pungvandlås fremstilles normalt af messing (støbt eller presset), men også låse af PP, ABS og PEL forekommer. En pungvandlås kan adskilles for rensning, enkelte typer er dog forsynet med renseskruer i bunden.

Nogle fabrikater af pungvandlås er forsynet med forskydeligt tilgangsrør, således at en nøjagtig placering i højden er mulig.

Pungvandlås findes bl.a. i følgende dimensioner:

25 · 32, 25 · 40, 32 · 40 og 40 · 50 mm<sup>ø</sup>

se fig. 13.40 og 13.41.

#### Andre typer af vandlås

Af andre vandlåsetyper kan nævnes låse med lodret gennemløb og varianter af pungvandlås, se fig. 13.43.

#### Vaskemaskiner

For vaskemaskiner gælder, hvad der er anført for opvaske-maskiner. Det skal dog bemærkes, at afløbsvandets temperatur kan være op til 90°, og at ledningsmaterialerne skal vælges i overensstemmelse hermed. Der kan således ikke anvendes PVC og PEL i umiddelbar nærhed af maskinen.

#### Vaskerender

På erhvervsvirksomheder, badeanstalter og lignende steder indrettes vaskesteder ofte således, at flere samtidigt kan vaske sig ved samme installation, og denne udføres da ofte som en vaskerende, en vaskefontæne eller tilsvarende, se fig. 13.45. Vaskerender udføres normalt af enten fire-clay, vitreous china (for korte render) eller rustfrit stål.

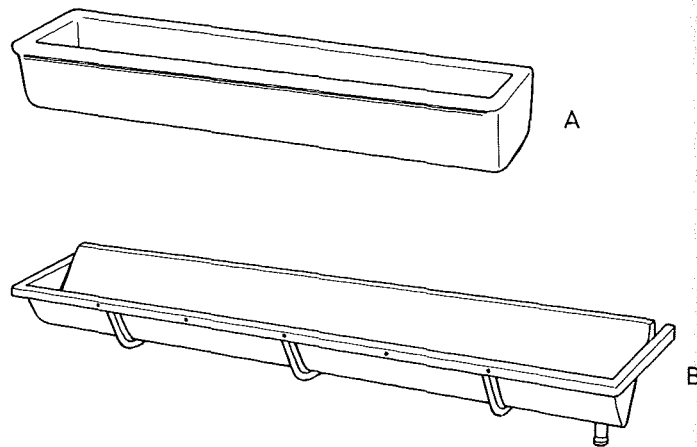


Fig. 13.45. Vaskerender. A: Vaskerende af fireclay. B: Vaskerende af rustfrit stål.

Vaskerender af fire-clay har maksimalt en længde på ca. 180 cm svarende til tre vaskesteder, medens render af rustfrit stål ofte fremstilles efter ordre og kan således gives de mål, der ønskes. Som lagervare føres render med en længde på op til 360 cm svarende til 6 vaskesteder.

#### Afløb

Vaskerenders bundventil må af hygiejniske grunde ikke kunne afspærres, og afløbet bør iøvrigt forsynes med en kuppelrist. Vaskerender af fire-clay forsynes med bundventil som håndvaske, medens afløbet fra render af rustfrit stål er udført som angivet for køkkenvaske, idet afløbstuden normalt er forsynet med 50 mm udv. rørgvind.

#### Vandlås

Afløbet fra vaskerender kan forsynes med selvstændig vandlås, eller afløbet kan føres til gulvafløb. Vedrørende dimensionering af vandlåsen, kan de for håndvaske anførte dimensioner anvendes, idet man sætter 1 vaskested lig med 1 håndvask.

**Udslagningskummer** Til udslagning af bækkener og lignende anvendes på hospitaler og plejehjem samt lignende steder de såkaldte udslagningskummer, se fig. 13.46 og 13.47.



Fig. 13.46. Almindelig udslagningskumme.

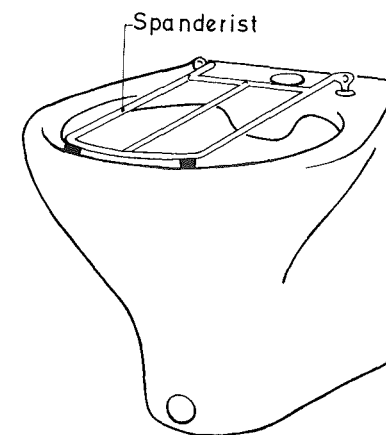


Fig. 13.47. Væghængt udslagningskumme.

Udslagningskummer er fremstillet af fire-clay eller vitreous china og har indbygget vandlås. De har skyllerand og er beregnet til skylning fra separat cisterne.

Kummerne kan forsynes med støtteliste og spanderist, der tilbageholder børster, klude og lignende.

Afløbsteknisk er udslagskummer at betragte som vandklosetter.

## Urinaler

Afløbsteknisk set er der principielt tre forskellige urinaltyper:

standurinaler

fig. 13.48,

vægurinaler og

fig. 13.49,

fritstående urinaler

fig. 13.50.

Fælles for disse er, at de skyller med vand, og det skal nævnes, at der findes såkaldte tørurinaler, der er "selvrensende", og som er forsynet med klokkevandlås med oliefyldning.

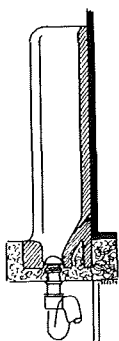


Fig. 13.48. Installation af standurinal.

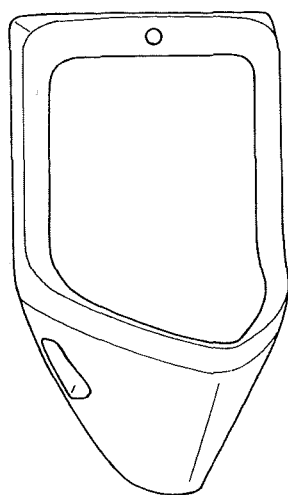


Fig. 13.49. Vægurinal.

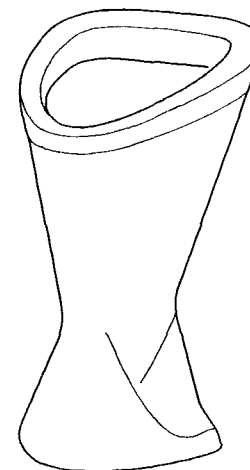


Fig. 13.50. Fritstående urinal.

Urinaler udføres i vitreous china, fire-clay, rustfrit stål og emaljeret støbejern, hvortil kommer at på stedet udførte standurinaler udføres i glaserede keramiske klinker eller fliser.

*Standurinaler*

Afløb fra standurinaler er karakteristisk ved, at afløbet fra flere urinaler føres til en fælles rende med et eller flere specielt udformede gulv afløb med kuppelrist.

Vandlåsen bør aldrig udføres mindre end 100 · 100 mm<sup>ø</sup>, da der erfaringsmæssigt sker ret store stenafsætninger i vandlåse, der modtager afløb fra urinaler.

*Vægurinaler*

Afløb fra vægurinaler sker gennem en bundventil oftest med kuppelrist, til en for hver vægurinal separat vandlås. Vandlåsen kan udføres som en rørvandlås (evt. blyvandlås) eller en pungvandlås. Teoretisk er en vandlåsdimension på 25 · 32 mm<sup>ø</sup> tilstrækkelig, men som anført for standurinaler bør der vælges en ret stor vandlås, f.eks. 40 · 50 mm<sup>ø</sup>. Afløbet fra vægurinaler må ikke føres til gulv afløb.

Flere typer af vægurinaler har indbyggede vandlåse og skjulte afløb, og her gælder om ophængningen, at fabrikanternes monteringsanvisninger nøje skal følges.

*Fritstående urinaler*

Afløb fra fritstående urinaler, der normalt har indbygget vandlås, udføres som anført for vandklosetter.

## Kapitel 14

### Afløb fra særlige rum og arealer

#### Affaldsrum

Bygningsreglementet af 1972 stiller krav om, at der i eller ved enhver bebyggelse skal forefindes tilstrækkelig plads til opbevaring af affald i særlige beholdere eller sække, og ved bebyggelser med 2 eller flere selvstændige beboelseslag eller med mere end 4 lejligheder skal der indrettes en særlig lokalitet til dette formål.

I affaldsrum skal der udføres installation af vand (spulehane) og afløb.

Da afløbsvandet fra et affaldsrum oftest vil indeholde faste stoffer, er det nødvendigt at føre afløbet til ejendommens afløbsinstallation gennem en mindst 30 cm nedløbsbrønd. Denne kan anbringes i selve affaldsrummet og forsynes med rist.

Anbringes nedløbsbrønden udenfor affaldsrummet, skal afløbet i selve rummet udføres som et 100 mm gulvafløb, der af hensyn til frost- og tilstopningsfaren ikke bør have vandlås. I separatsystemer skal afløbet fra affaldsrum ledes til spildevandsledningerne.

#### Affaldspladser

Opbevaringssteder for affald, der indrettes i det fri, skal forsynes med afløb gennem en mindst 30 cm nedløbsbrønd med rist. Afløbet fra affaldspladser skal i separatsystemet i almindelighed føres til spildevandsledningerne, men ved store ikke overdækkede affaldspladser, hvor afløbet tilføres regnvand, kan myndighederne stille krav om, at afløbet føres til regnvandsledningerne.

#### Bassiner

Vand fra have-, svømmebassiner o. lign., der lejlighedsvis ønskes tømt for vand, kan tilledes afløbsinstallationen. Ud-

tømningen bør altid ske gennem en nedløbsbrønd, og selve tømningen kan ske ved oppumpning evt. gennem en permanent installation. Såfremt højdeforholdene tillader det, kan tømningen ske gennem et bundafløb, der ved et rør er forbundet til en nedløbs- eller nedgangsbrønd, hvori røret er forsynet med afspærringsmulighed.

Man bør være opmærksom på, at tømning af bassiner kan bevirke overbelastning af afløbsinstallationen og evt. også af hovedafløbsledningerne. Tømmeledninger bør derfor ikke udføres i for stor dimension. Bygningsmyndigheden vil ofte angive en bestemt maksimal afløbsstrøm, der ikke må overskrides ved tømning af bassinet.

#### Fryse- og kølerum

I køle- og fryserum, hvor temperaturen er under 0°C, skal afløbsinstallationen udføres således, at vandlås sikres mod frysning.

Såfremt afløbet anbringes i selve rummet, kan det føres til en uden for rummet anbragt vandlås, f.eks. en nedløbsbrønd eller et gulvafløb. Selve afløbet kan udføres som et gulvafløb uden vandlås, eller som et med afspærringsmulighed forsynet afløbsrør gennem væg, der udmunder frit over et gulvafløb.

I store køle- og fryserum kan vandlåsen anbringes direkte i forbindelse med gulvafløbet, men det skal i så fald beskyttes mod frysning.

#### Garager

Afløb fra garager skal altid føres til den øvrige installation gennem sandfang og benzinudskillere, og vedrørende dimensionering af disse henvises til kap. 12 "Brønde og udskillere".

Afløbet fra garager kan eksempelvis udføres som:

mindst 100 mm GA,  
30 cm sandfang, eller som  
lange render, se fig. 14.1.

Det bemærkes, at der ikke må indføres vandlukker på den ovenfor benzinudskilleren liggende del af afløbsinstallationen.

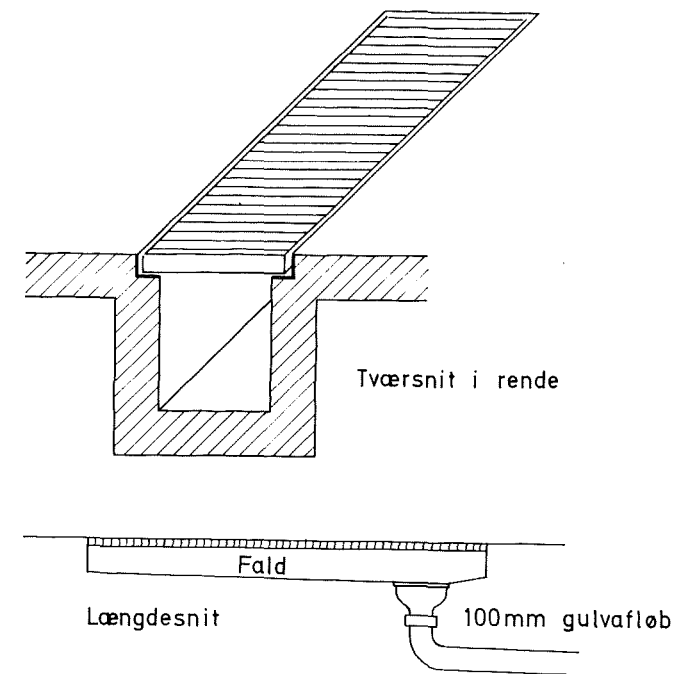


Fig. 14.1. Afløbsrende i garage.

Som en retlingslinie kan det angives, at der bør være et afløb (gulvafløb eller sandfang) pr. ca. 200 m<sup>2</sup> gulvareal.

Såfremt der er installeret sprinkleranlæg i garagen, skal afløbsinstallationen, herunder pumpeanlæg, dimensioneres for sprinkleranlæggets ydeevne, normalt ca. 20-30 l/s.

I garager, der er beregnet for een eller to biler, er det ikke nødvendigt at afvande til benzinudskiller, og normalt gives garagegulvet fald mod porten til en nedløbsbrønd placeret ca. 1 m udenfor denne.

#### Kedelrum

I kedelrum, hvor lufttemperaturen er høj, er det nødvendigt at sikre gulvafløbsvandlås mod udtørring. Sikringen kan foretages som anført under kælderrum.

#### Kældernedgange og lyskasser

Udvendige kældernedgange skal, hvad enten de er helt eller delvist overdækkede, have afløb, der føres til ejendommens

afløbsinstallation. De vandmængder, der skal skaffes afløb for, er normalt meget små, og det afløbstekniske problem er derfor oftest, at risikoen for udtørring af vandlås er stor. Kældernedgange og lyskasser skal derfor altid sikres med et 70 mm vandlukke i form af en nedløbsbrønd, helst anbragt udenfor kældernedgangen eller lyskassen, og nedløbsbrønden bør have rigelig anden regnvandstilgang fra f.eks. en tagflade.

Det er almindeligt at sikre nedgange mv. med et dobbelt vandlukke, dvs. den ovennævnte nedløbsbrønd anbringes udenfor selve kældernedgangen, medens der i selve nedgangen anbringes et almindeligt gulvafløb med tragten anbragt direkte i en 100 mm støbejernsvandlås. Denne løsning har dog to væsentlige ulemper:

tilstopning af vandlåsen p.g.a. de store snavsmængder, der ofte forekommer, og

frysning af vandlåsen, da vandspejlet i låsen ligger for højt.

Den frostfrie dybde for vandlås i kældernedgange er ca. 40 cm.

På basis af ovenstående kan afløbet fra kældernedgange, lysgange og lyskasser for at opfylde normernes funktionskrav vedrørende udtørring af vandlås, tilsmudsning og frostfare, bedst udføres som enten

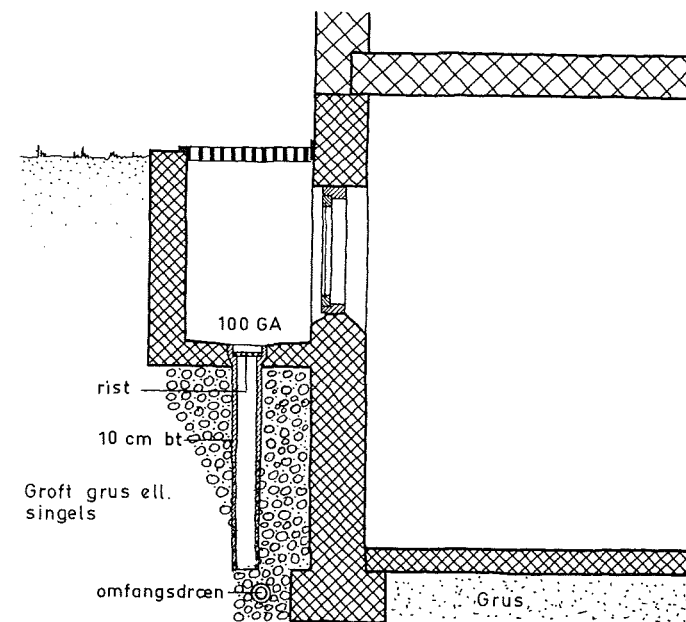
en i kældernedgangen eller lyskassen anbragt mindst 20 cm nedløbsbrønd med rist og vandspejl mindst 40 cm under rist, eller

en 100 mm gulvafløbsskål med rist anbragt i en bøjning (uden vandlås), der sættes i forbindelse med en udenfor kældernedgangen eller lyskassen anbragt 25 cm nedløbsbrønd med rigelig anden regnvandstilgang.

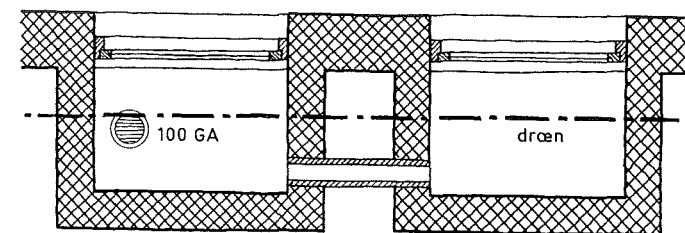
Angående pumpning henvises til afsnittet om dette. Iøvrigt kan afløbet føres til faskine efter de regler, der gælder for tagnedløb, se kap. 5.

#### Små lyskasser

Afløbet fra små lyskasser (lysåbning mindre end ca. 60 · 130 cm) kan p.g.a. de yderst små regnvandsmængder tilsluttes tilsluttet omfangsdræn som vist på fig. 14.2.



lodret snit



plan snit

Fig. 14.2. Afløb fra lille lyskasse til dræn.

Tætliggende små lyskasser kan sættes i forbindelse med hinanden ved et rør fra den ene lyskasseside til den anden, se fig. 14.2. Der skal dog gøres opmærksom på, at disse rør lægges i en zone, hvor der normalt har været foretaget opfyldning, og at risikoen for, at rørene knækker p.g.a. sætninger er stor.

- Kælderrum** I sjældent benyttede kælderrum og i fyrrum er det ofte nødvendigt at sikre vandlåse, specielt i forbindelse med gulv afløb, mod udtørring. Dette kan gøres på flere måder, f.eks.
- udførelse af dobbelt vandlukke, idet kælderafløbet kan tilsluttes en udenfor kælderen anbragt nedløbsbrønd, der har tilløb af regnvand,
- udførelse af vandinstallation således, at let efterfyldningsmulighed er til stede eller
- efterfyldning af vandlås med tungt fordampelig væske (glycerin el. lign.).
- Såfremt afløbsinstallationen er udført som et separatsystem, skal afløb fra kældre i almindelighed føres til spildevandssystemet, men der kan dog i visse tilfælde dispenseres for dette krav. Se kap. 7 "Separatsystemet".
- Skarnbokse** Bygningsreglementet stiller krav om, at der skal være spulehane og afløb enten i eller umiddelbart uden for en skarnboks. Afløbet kan udføres som angivet for affaldsrum. Ved boksrum for en enkelt pose, kan vand- og afløbsinstallation dog udelades.
- Vaskepladser** Afløb fra automobilvaskepladser og -haller skal ske til sandfang og benzinudskiller som angivet for garageanlæg.

## Kapitel 15

### Sikring mod opstemning og oversvømmelse

#### Generelt

Hvor beliggenheden af en afløbsinstallation eller en del heraf er sådan, at en opstemning kan give anledning til oversvømmelse, skal de aktuelle tilledningssteder for afløbsvand enten forsynes med højvandlukker eller have forbindelse til en opsamlingsbrønd eller -tank med anordning for oppumpning.

Normalt er det at foretrække, at der foretages en pumpning af afløbsvandet, men da dette er en ret kostbar foranstaltning, kan det, når der kun er tale om et enkelt eller nogle få tilslutningssteder, være rimeligt at forsyne disse med højvandlukker.

Der må ikke anbringes højvandlukker på ledninger, som fører fækalie- eller urinholdigt spildevand. På sådanne ledninger kan oversvømmelse imødegås ved enten at anbringe overkanten af samtlige tilsluttede installationsgenstande højere end opstemningskoten på stedet, eller ved at lade spildevandet føre til opsamlingsbrønd eller -tank.

#### Højvandlukker

Alt efter deres virkemåde kan højvandlukker deles i:

manuelt betjente lukker og  
 automatisk virkende lukker.

#### *Manuelt betjente højvandlukker*

Manuelt betjente højvandlukker skal være lukket, når der ikke er behov for afløbet. Dette betyder, at der ikke må tilledes regnvand, og at højvandlukker af denne kategori skal anbringes i samme rum som de pågældende tilløbssteder. De hyppigst anvendte typer er:

skydeventiler (fig. 15.1) og  
 Harboelåse (fig. 15.2).

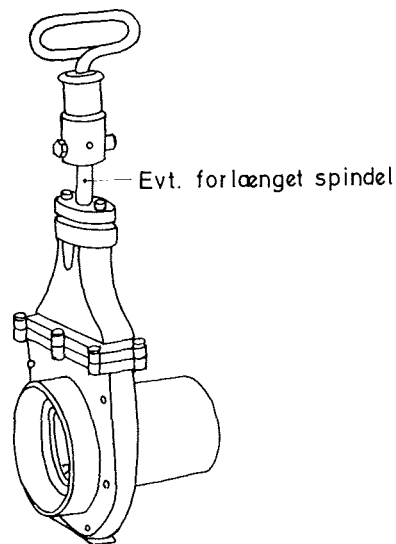


Fig. 15.1. Højvandslukker. – Skydeventil.

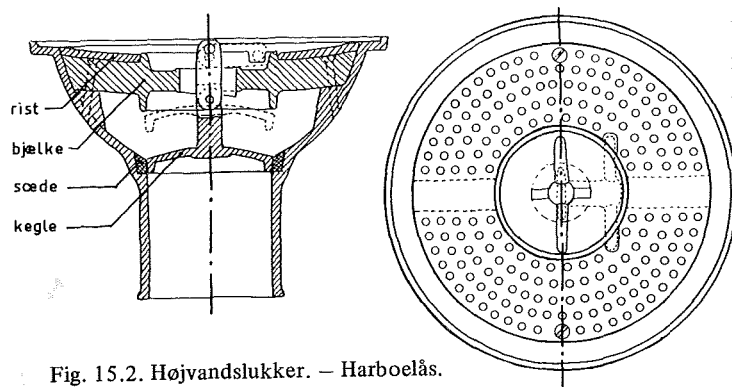


Fig. 15.2. Højvandslukker. – Harboelås.

## Skydeventiler

Skydeventilerne er ventiler beregnet til anbringelse på en lige rørstrækning, og de er evt. forsynet med en forlænget spindel, således at de kan anbringes under kældergulv. De er som andre formstykker forsynet med muffe- og spidsende. Med en skydeventil kan en større del af en afløbsinstallation afspærres.

## Harboelåse

Harboelåsen er kun beregnet til anvendelse i forbindelse med gulvafløb, og er i princippet en sædeventil. Lukket opnås ved, at en kegle spændes mod et sæde ved hjælp af et håndtag.

I handelen findes Harboelåse monteret i afløbstragte enten med eller uden vandlås. Ved montering af en lås i en tragt uden vandlås skal man gøre sig klart, at vandtrykket fra opstemningen bliver overført til tragten, og at faststøbning af denne i vandlåsens muffe skal ske meget omhyggeligt.

## Automatiske højvandslukker

Automatiske højvandslukker er normalt åbne, og de lukker først, når opstemningen indtræder. De automatiske højvandslukker er således principielt egnede på steder, hvor der forekommer tilløb af regnvand, f.eks. i kælder nedgange. I praksis er værdien af lukket dog betinget af en jævnlig vedligeholdelse (rensning), idet funktionen forstyrres af snavs og lignende, der kan lejres på ventsædet. Tildelsen til anvendelsen er derfor fra myndighedernes side oftest betinget af, at de kan forlange afløbet ført til pumpebrønd, såfremt ulemperne viser sig for store.

## T-H kloakventil

Der findes i dag kun en enkelt type på markedet, nemlig den såkaldte T-H kloakventil, der er beregnet til montering i en gulvafløbstragt, (se fig. 15.3).

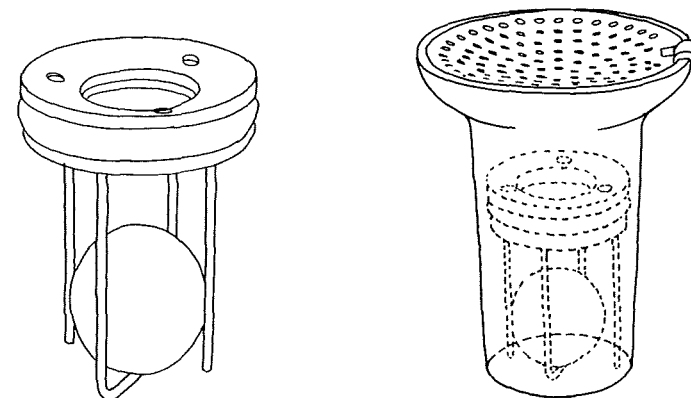


Fig. 15.3. Højvandslukker. – Automatisk virkende T-H-lås.



T-H-låsen er principielt opbygget som en kuglekontra-ventil, idet stigende vandstand på låsens afløbsside ”løfter” en gummikugle, der presses mod et ventilsæde.

### Pumpeanlæg

Såfremt en ejendoms afløbsinstallation helt eller delvis er således beliggende i forhold til hovedafløbsledningen eller dennes opstemningskote, at der ikke kan skaffes fald nok til at gøre ledningerne selvrensende, er det nødvendigt at pumpe i hvert fald en del af ejendommens afløbsvand ud i hovedafløbsledningen.

Ved projektering af et pumpeanlæg bør man gøre sig klart, at der er en risiko for pumpeavgigt, således at man på forhånd kan tage højde for følgerne i et vist rimeligt omfang.

### Forholdsregler mod pumpeavgigt

Muligheden for pumpeavgigt kan ikke elimineres med sikkerhed. Der er dog en række forholdsregler, man kan tage for dels at nedsætte sandsynligheden for pumpeavgigt, og dels for at begrænse skaderne fra en oversvømmelse mest muligt:

De tilsluttede installationer begrænses, dvs. kun installationsdele, der absolut ikke kan få direkte afløb, tilsluttes.

Stærkt vandforbrugende installationer bør ikke placeres således, at pumpning bliver nødvendig.

Pumpebrønden gøres så stor, som kravet til opholdstid tillader (se nedenfor).

Pumpers start og stop skal styres automatisk.

Et dobbelt pumpeanlæg, hvor pumperne over den automatiske styring står i reserve for hinanden, bør fortrinsvis anvendes.

Der bør installeres niveaustyret alarm for pumpeavgigt. Afstanden fra alarmniveau til ”oversvømmelses”-niveau skal være så stor som muligt. Strømforsyningen til alarm bør være uafhængig af pumpernes strømforsyning.

Afløbsvand fra henholdsvis spildevands-, regnvands- og drænvandsinstallationer bør ikke føres til samme pumpebrønd.

Afgangsledning fra pumper (trykledning) skal sikres mod tilbageløb ved, at trykledningen enten i en sløjfe føres op til terrænhøjde, eller ved at den forsynes med sikkert virkende kontra-ventil.

### Pumpeanlægstyper

Et pumpeanlægs udformning er stærkt afhængig af arten af afløbsvand, der skal pumpes. Der skelnes i det følgende mellem

spildevand med wc-afløb,  
spildevand uden wc-afløb,  
regnvand og  
drænvand.

### Anlæg for spildevand med wc-afløb

Ved pumpning af spildevand, der indeholder wc-afløb, er der ud over det tidligere anførte to forhold, der har bevirket en vis tilbageholdenhed ved installation af et pumpeanlæg:

størrelsen af urenhederne og  
bundfældning (og forrådnelse) ved lange opholdstider i pumpebrønd,

og hertil kommer, at oversvømmelse kan være en særdeles uæstetisk foreteelse.

### Anlægstyper

Det er især størrelsen af urenhederne, der i tidens løb har spillet en rolle ved udformningen af pumpeanlæg, idet de centrifugalpumper, der tidligere var almindelige, ikke var selvrensende i tilstrækkeligt omfang. Det er først i de senere år, at der er udviklet mindre spildevandspumper med så store gennemløb, at urenheder som papirbleer, gulvskrubber o. lign. kan passere uden at sætte sig fast i pumpen. Den sene fremkomst af sådanne pumpetyper har bevirket, at i hvert fald to af de ældre anlægstyper – nemlig sipumpeanlæg (fig. 15.4) og trykluftanlæg (fig. 15.5) – er udviklet i en sådan grad, at de er fuldt på højde med den moderne kloakpumpe. De to anlæg er begge helt lukkede anlæg, og oversvømmelsesfaren er således også næsten elimineret.

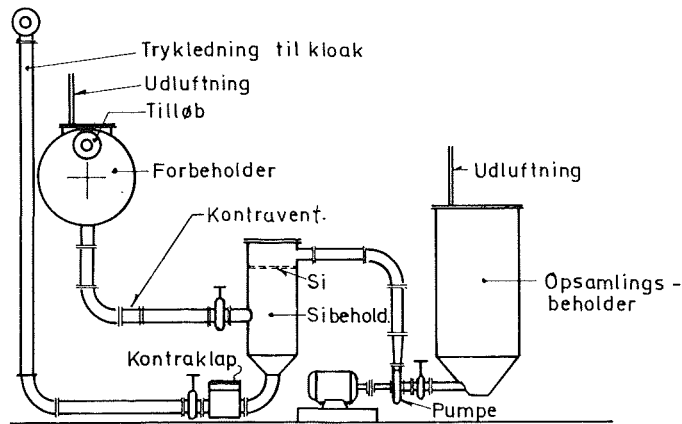


Fig. 15.4. Sipumpeanlæg.

## Sipumpeanlæg

Sipumpeanlæggets fordel er, at det vand, pumpen arbejder med, er befriet for alle større urenheder; man kan derfor vælge en pumpetype af små dimensioner, og forstoppelse i pumpen er et sjældent fænomen.

## Trykluftanlæg

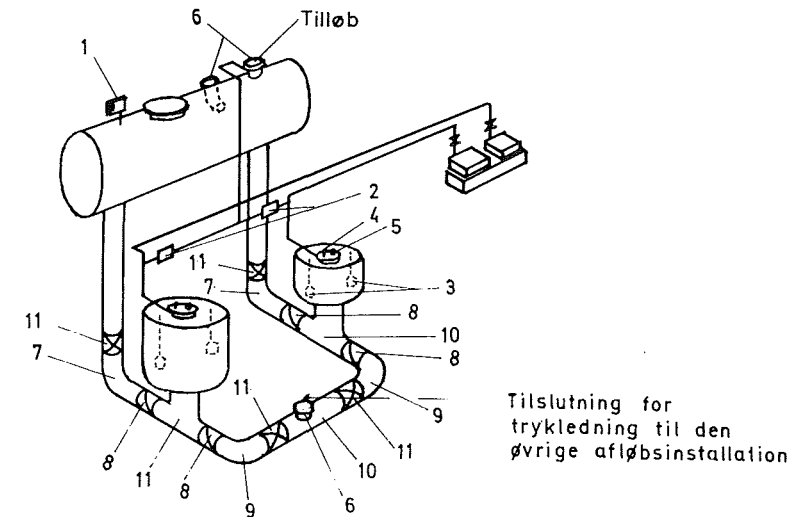
Trykluftanlæggets store fordel er, at man så at sige ikke har bevægelige dele i kontakt med afløbsvandet, hvilket medfører stor driftssikkerhed. En sekundær fordel er, at kompressoranlægget også kan anvendes til andre formål.

## Centrifugal-pumpeanlæg

De to førnævnte anlæg er ret dyre i anlægsudgifter, og dette har bevirket, at de nyere anlægstyper med centrifugalpumper med de såkaldte enkanalhjul har vundet indpas overalt. Disse pumper er i stand til uden særlige foranstaltninger at pumpe spildevandet direkte, idet store urenheder passerer pumpen under normal drift.

Centrifugalpumpeanlæg virker alle principielt ens og adskiller sig kun fra hinanden ved omfanget af de bygningsmæssige foranstaltninger, der er nødvendige. Der skelnes mellem:

lukkede beholderanlæg og  
anlæg installeret i forbindelse med pumpebrønd.



Tilslutning for trykledning til den øvrige afløbsinstallation

Pos.	Benævnelse
1	Pressostat (Alarm)
2	Omvendtvirkende magnetventil
3	Level-Pilot, niveauregulator
4	Sikkerhedsventil
5	Manometer
6	Flangemuffe
7	Flangefodsbojning
8	Klapkontraventil
9	Flangebojning
10	Dobbelt strømtee
11	Skydeventil

Fig. 15.5. Trykluftanlæg.

Alt efter opstilling af pumpehus og motor kan der foretages en yderligere underopdeling, se fig. 15.6:

tørt opstillet motor og neddykket pumpehus,  
tørt opstillet motor og tørt opstillet pumpehus og  
neddykket motor og neddykket pumpehus (dykpumpe).

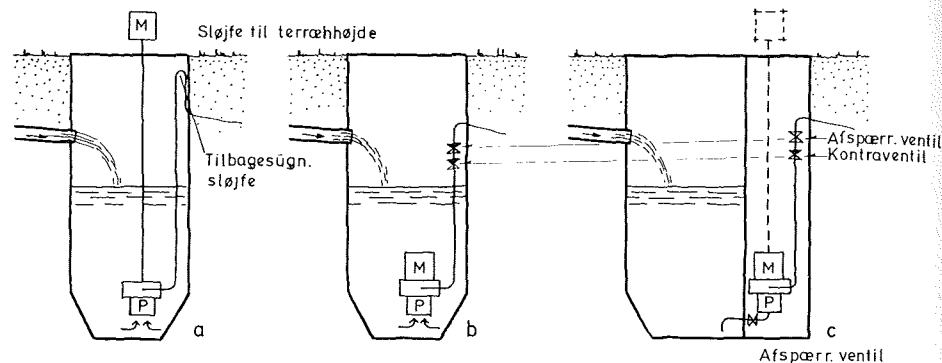


Fig. 15.6. Pumpeanlæg. a. Tørt opstillet motor og neddykket pumpeanlæg, b. Neddykket motor og pumpehus, c. Tørt opstillet motor og pumpehus. De viste udformninger af afgangsledning kan anvendes ved alle tre anlægstyper.

### Beholderanlæg

Beholderanlægs fordel er primært, at der er tale om et lukket anlæg; hertil kommer, at anlægget er servicevenligt, idet alle kontrolorganer mv. kan anbringes let tilgængelige. Montagetid på pladsen kan endvidere begrænses, idet der i dag leveres færdige anlæg (fig. 15.7), hvor der kun skal foretages el-tilslutning og forbindelse til tilløbsstuds og afgangsstuds. Beholderanlæg leveres ofte med tør opstilling af både motor og pumpe, men der er stort set valgfrihed ved placeringen af disse.

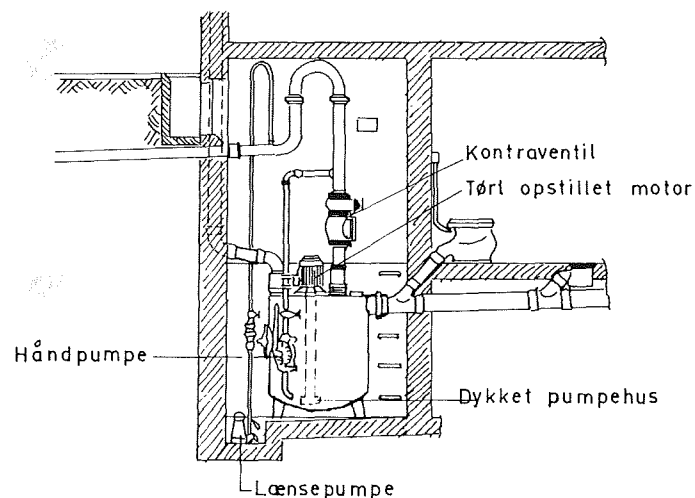


Fig. 15.7. Beholderanlæg.

**Pumpeanlæg i brønd** Det i dag mest almindelige anlæg består af en eller flere centrifugalpumper anbragt i en cirkulær eller rektangulær brønd. Brønden anbringes bedst udenfor bygningen, men kan udføres i kælder eller tilsvarende. Pumperne anbringes normalt med et vådt pumpehus, medens motor kan anbringes enten vådt eller tørt. Se fig. 15.6.

I anlæg af den størrelse, normen omfatter, anvendes oftest dykpumper, dvs. at pumpehus og motor er sammenbyggede og beregnet til hel neddykning. Pumpens trykstuds er ofte udformet således, at forbindelsen til trykrøret sker ved en såkaldt koblingsflange, og tætheden opretholdes udelukkende ved pumpens vægt. Demontering af pumpen for eftersyn og reparation sker således ved, at pumpen hejses op, se fig. 15.8.

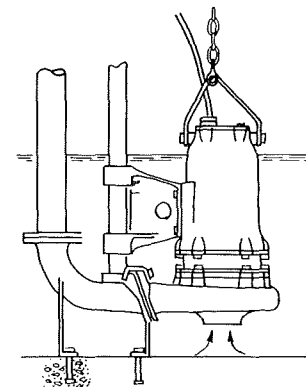


Fig. 15.8. Centrifugalpumpe med koblingsflange.

### Dimensionering af spildevandspumpeanlæg

En korrekt dimensionering af et spildevandspumpeanlæg vil teoretisk set have til formål at bestemme den kombination af pumpestørrelse og opsamlingskapacitet, der giver det mest økonomiske anlæg, samtidigt med at kravene om opholdstid og begrænsning af risiko for oversvømmelse tilgodeses.

**Spildevandsmængder** Den korrekte dimensionering kræver et nøje kendskab til de vandmængder, der skal pumpes, og her tænkes ikke alene på den største sandsynlige spildevandsstrøm, men også

på, hvorledes spildevandsstrømmen varierer gennem døgnet og året. Variationens karakter afhænger meget af, hvilken form for installation der er tale om, og det er klart, at der vil være store forskelle mellem f.eks. et rent beboelsesområde og et fabriksanlæg eller en skole.

I det følgende anføres nogle betragtninger, der kan anvendes som vejledning ved fastsættelse af spildevandsstrømmen.

**Spildevandsmængder for beboelsesområder** For beboelsesområdernes vedkommende gælder de følgende betragtninger kun for bebyggelser med et lejlighedsantal, der er større end ca. 100.

En dansk gennemsnitsfamilie har et årligt vandforbrug på ca. 200 m<sup>3</sup>, dvs. et gennemsnitligt døgnforbrug på  $200 \cdot 1000 : 365 = \text{ca. } 550 \text{ l}$ . Erfaringerne viser, at i det døgn på året, hvor det største forbrug finder sted, udgør dette det dobbelte af gennemsnitsforbruget, altså er det maksimale døgnforbrug for en familie ca. 1100 l/døgn pr. familie. Vandforbruget varierer også gennem døgnet, og med tilnærmelse kan man regne med, at det største timeforbrug er ca. 10-12 % af døgnforbruget, således at det maksimale timeforbrug kan anslås til ca. 120 l/h pr. familie.

For en boligbebyggelse med 400 lejligheder vil det maksimale timeforbrug være ca.  $400 \cdot 120 = 48.000 \text{ l/h} = \text{ca. } 13 \text{ l/s}$ , hvilket erfaringsmæssigt vil være et passende dimensioneringsgrundlag for en pumpe. Til sammenligning vil den største sandsynlige spildevandsstrøm beregnet efter reglerne i kap. 4 afhængigt af installationens omfang være mellem 16 og 22 l/s. Sidstnævnte størrelse angiver det maksimale sekundafløb i den time, hvor forbruget er maksimalt, mens de 13 l/s angiver gennemsnitsafløbet i den samme time. Med henvisning til ovenstående kan man for større boligbebyggelser vælge pumpeydelsen (l/s) som det gennemsnitlige sekundafløb i årets maksimaltime, eller med tal ca. 0,03 l/s pr. bolig.

Da det gennemsnitlige døgnforbrug kun er det halve af det maksimale, vil der sjældent være grund til som reserve at indrette pumpeanlægget for en større ydelse. Det vil være mere økonomisk, og formentligt tilstrækkeligt, at dele

den maksimale pumpeydelse på to pumper, hver med en ydelse på det halve af det maksimale timeafløb, idet man så har 100 % reserve i gennemsnitsdøgnet.

Ved små bebyggelser kan der ikke gives eksakte retningslinier, men den største sandsynlige spildevandsstrøm beregnet som angivet i kap. 4, vil være et fornuftigt skøn over den vandmængde, der maksimalt kan tilføres pumpearrangementet.

**Spildevandsmængder for erhvervsbebyggelser** Ved beregning af de pumpedimensionerende vandmængder er det normalt lettere at komme til et korrekt resultat, når det drejer sig om en erhvervsvirksomhed med en kendt funktion.

Ved virksomheder, der anvender vand i fabrikationen, kan vandforbrugets størrelse normalt oplyses, og bade forhold ved arbejdstids ophør mv. kan give et ret sikkert grundlag for en pumpedimensionering.

I en bebyggelse med udelukkende kontorvirksomhed kan det påregnes, at det samlede vandforbrug er ca. 50 l/døgn pr. ansat inkl. kantineforbrug.

**Spildevandsmængder for institutioner** Ved skoler kan regnes med et forbrug på ca. 25 l/døgn pr. elev, og størrelsen af tilløbet kan med rimelig nøjagtighed beregnes ved at forudsætte forbruget fordelt over korte perioder omkring hvert frikvarter.

Ved andre institutioner som sygehuse o. lign. vil der normalt kunne indhentes oplysninger fra lignende institutioner. Det skal dog nævnes, at ved hospitaler kan forbruget blive meget stort, ca. 500-1000 l/døgn pr. patient.

**Opsamlingskapacitet** Ved dimensionering af et pumpeanlægs opsamlingskapacitet arbejder man med følgende tre begreber, se fig. 15.9:

Den fluktuerende vandmængde,  
Opholdstiden og  
Reservevandmængden.

**Fluktuerende vandmængde** Den fluktuerende vandmængde, dvs. den vandmængde, der bortpumpes pr. pumpeperiode, når der ses bort fra tilløb i pumpetiden, bør være så stor, at pumpen får en driftstid

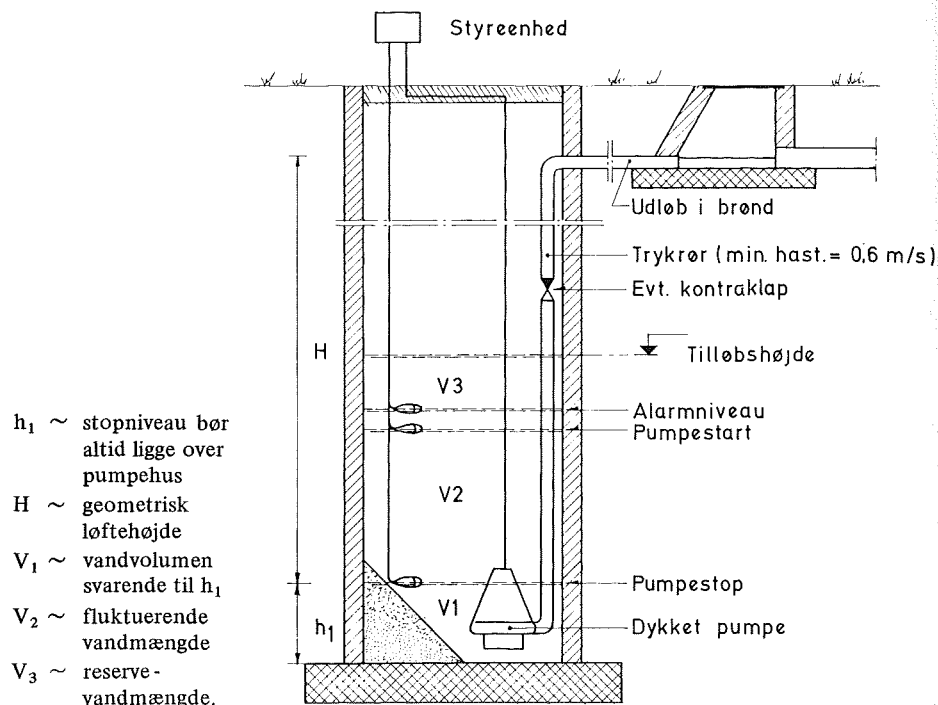


Fig. 15.9. Indretning af pumpebrønd.

på mindst 5-10 min. Dette krav er næsten umuligt at opfylde ved små pumpeanlæg, og i praksis er det ofte således, at pumpetiden bliver ca. 1 min.

#### Opholdstid

Spildevandets opholdstid i pumpeanlægget, inden det bortpumpes, bør ved store pumpeanlæg ikke overstige 1/2 time, medens man ved små anlæg (for enfamiliehuse) kommer op på opholdstider på 1 døgn.

#### Reservevandmængde

Reservevandmængden, dvs. den vandmængde der i tilfælde af pumpe svigt kan indeholdes i pumpebrønden udover den fluktuerende vandmængde, uden at oversvømmelsesgener opstår, bør være så stor, at man fra det tidspunkt, hvor alarm indtræffer, til reparation eller installation af reservepumpe kan foretages, får en rimelig tidsfrist. Ved bebyggelser, hvor der til stadighed opholder sig teknisk personale,

kan dette tidsrum passende ansættes til 1/2-1 time, medens den i andre tilfælde bør øges til 12-24 timer.

#### Styring af pumper

For en pumpebrønd af givne dimensioner kan de i det foregående omtalte opsamlingskapaciteter ændres indenfor visse grænser afhængigt af, hvorledes den automatiske styring af pumpen indrettes. Ifølge normen bør et pumpeanlæg styres automatisk, og styringen kan udføres på mange forskellige måder. På fig. 15.9 er vist en styring med vippekontakter (niveauvipper).

#### Start af pumpe

Pumpens start bør anordnes efter det i det foregående anførte om pumpe- og opholdstider.

#### Stop af pumpe

Pumpens stop bør placeres således, at der altid er så meget vand tilbage, at ansugning af pumpen kan ske. Højden er afhængig af den valgte pumpe, men bør aldrig være mindre end 20 cm.

#### Alarm

Den vandstand i pumpebrønden, der aktiverer alarmen, bør ligge umiddelbart over startniveau.

#### Styring af flere pumper

Hvis et pumpeanlæg udføres med 2 eller flere pumper, forsynes hver pumpe normalt med sin egen start- og stopkontakt, medens alarmen normalt er fælles. Over styreenheden indrettes styringen af flerpumpeanlæg ofte således, at pumperne står i reserve for hinanden, og ofte yderligere således at alle pumper får samme driftstid (vekseldrift).

#### Valg af pumpe-størrelse

Ved valg af pumpe størrelse skal man foruden vandmængden også kende det modtryk, ved hvilket vandmængden skal kunne ydes.

#### Modtryk

Modtrykket består af:

geometrisk løftehøjde og  
hydraulisk tab.

#### Geometrisk løftehøjde

Den geometriske løftehøjde er et udtryk for det antal meter, afløbsvandet skal løftes, regnet fra stopniveau i pumpebrønd til udløb i udluftet ledning eller i brønd.

Teoretisk er den geometriske løftehøjde summen af

pumpens suge- og trykhøjde, men da en spildevandspumpes pumpehus altid er dykket, skal den geometriske løftehøjde beregnes som vist på fig. 15.9.

#### Hydraulisk tab

Det hydrauliske tab er det energitab (eller den modstand), der er i trykrør, bøjninger og diverse armaturer såsom sugekurv, kontraventiler o. lign.

Tabets størrelse er afhængigt af rørdiameter og -længder, materialets ruhed, bøjningens skarphed, ventilers udformning og meget andet, og om beregningen af det hydrauliske tab skal her blot henvises til hydrauliske lærebøger og pumpekataloger, der ofte indeholder de nødvendige anvisninger.

#### Trykrør

Af hensyn til trykrørets selvrensningsevne må vandhastigheden i dette aldrig vælges lavere end 0,6-1,0 m/s.

#### Anlæg for spildevand uden wc-afløb

Pumpning af spildevand uden wc-afløb – dvs. uden større urenheder – rummer stort set samme dimensioneringsproblemer som anført i det foregående. Der kan dog anvendes pumper med mindre dimensioner (ned til 50 mm), og de relativt dyre anlæg: trykluft- og sipumpeanlæg, er i dette tilfælde uaktuelle.

#### Anlæg for regnvand

Pumpning af regnvand bør i almindelighed undgås, da der kan blive tale om meget store og dyre anlæg. Anlæggene skal beregnes for den største regnvandsstrøm bestemt efter reglerne i kap. 5.

En mulighed for at nedsætte pumpekapaciteten kan opnås ved indretning af et sparebassin, men behandlingen af et sådant falder uden for denne anvisnings rammer.

#### Anlæg for drænvand

De hyppigst installerede pumpeanlæg er nok drænpumpeanlæg placeret i en pumpebrønd uden for bygningen.

Der er her tale om ret små og billige anlæg, der normalt udføres uden reservekapacitet og alarmfunktion. Anlæggene udføres oftest med dykkede pumper.

Til pumpeanlæg for drænvand må aldrig tilsluttes spildevandsafløb – dog kan afløb fra kældernedgange o. lign. tilsluttes.

## Kapitel 16

### Sikring mod brand

#### Bygningsreglementet

Bestemmelser vedrørende brandforhold er ikke nævnt i afløbsnormen, idet dette område henhører under bygningsreglementet. Der er, hvad afløbsinstallationers brandforhold angår, ikke meget at hente i bygningsreglementet. Det forlyder imidlertid, at man i boligministeriet arbejder med dette område, og da der således i nær fremtid kan forventes nye retningslinier, vil brandproblemerne kun blive kort berørt i denne anvisning. En bred behandling af emnet er givet i SBI-anvisning 66 (Brandtekniske krav til VVS-installationer ved boligbyggeri).

#### Bygningsreglementets brandbestemmelser

Bygningsreglementets kap. 6 om brandforhold er i 1972-udgaven blevet stærkt udvidet – men det rummer intet om afløbsinstallationer. Udover selve reglementet findes der dog et såkaldt orienteringskort (se fig. 16.1) omhandlende plastrør og brand – dette beskrives i et senere afsnit. Bygningsreglementet har imidlertid alligevel betydning for installationsområdet, da der her er beskrevet de principper, der ligger til grund for brandbeskyttelse. Nogle af disse skal kort beskrives.

#### Brandcelle

Et af de vigtigste begreber er brandcellen. Ved en brandcelle forstås i bygningsreglementets forstand "et eller flere rum, som er adskilt fra tilstødende rum eller bygninger ved bygningsdele og -konstruktioner, som ved en brandprøve

efter DS 1051 i mindst 60 minutter forhindrer en brand i at brede sig til tilstødende rum eller bygninger". Meningen med dette er, at en bygning deles op i en række brandceller, og i mellem hver af disse brandceller skal der være en ganske bestemt brandmodstand. Herved opnås, dels at en brand ikke kan brede sig uhæmmet, og dels at personer, der opholder sig i andre brandceller end den, hvor branden udbryder, kan være i nogenlunde sikkerhed, til brandvæsenet når frem. Dette, at man søger at opnå en frist på 1 time, hvori man kan sikre personer og hindre en brandudbredelse, er et gennemgående træk i alle brandsikringsmæssige foranstaltninger.

#### Brandcellen og installationerne

Brandcellebegrebet har stor betydning for afløbsinstallationerne, fordi mange af problemerne opstår, hvor man er nødt til at føre installationer gennem en brandcelles begrænsning og ind i en anden brandcelle.

Da der findes nøje specificerede krav til den brandmodstand, som brandcellen skal yde, er det klart, at man principielt må kræve, at gennemføring af installationer ikke må svække brandmodstandsevnen. Dette er et funktionelt krav, der – som det ofte er tilfældet – er svært at håndtere i praksis. Man kan ikke umiddelbart beregne eller tænke sig til den virkning, det har, når man lader et rør passere en brandcelles begrænsning. Der må derfor normalt arbejdes ud fra regler om, hvilke rørdimensioner og rørmaterialer, der kan tillades anvendt i en given situation, se afsnittet om orienteringskort vedr. plastrør.

#### Brandcellens størrelse

En brandcelle har ingen fast størrelse, men afhænger af bygningens art. For fritliggende enfamiliehuse gælder det, at man i langt de fleste tilfælde kan opfatte hele bygningen som en brandcelle. For bygninger, der rummer flere boliger, vil én bolig normalt kunne udgøre én brandcelle. Regler for denne opdeling i brandceller er nøje fastlagt i bygningsreglementet.

#### Klassifikation af bygningsdele

Den brandmodstandsevne, som en bygningsdel har, bedømmes ved prøvning. På grundlag af prøvninger kan en bygningsdel henregnes til en af følgende brandtekniske klasser:

BS-bygningsdel: brandsikker bygningsdel

BD-bygningsdel: branddrøj bygningsdel

F-bygningsdel: flammestoppende bygningsdel.

Til hver af disse betegnelser knyttes et tal (som f.eks. BS-bygningsdel 60), der angiver antallet af minutter, hvori bygningsdelen kan opfylde de krav, der svarer til den pågældende brandtekniske klasse. Krav og definitioner er nedfældet i DS 1052 (Brandteknisk klassifikation af bygningsdele).

#### Godkendte konstruktioner

For hver bygningskategori angiver bygningsreglementet kravene til bygningsdelene ud fra deres placering i relation til brandcellerne, og der angives tillige en lang liste over eksempler på forskellige normalt anvendte konstruktioners placering i klasserne.

#### Bygningsreglementet vedr. installationer og brand

Der er i selve bygningsreglementet i det væsentlige kun anført følgende, der vedrører afløbsinstallationers brandforhold:

Installationer skal udføres således, at de ikke medfører brandfare, og der skal ved rørgennemføringer, kanaler og lignende træffes foranstaltninger til at hindre gennemgang af fugt, ild, røg og lugt (BR 72, kap. 12.1, stk. 5).

Denne bestemmelse er ingen umiddelbar vejledning for praksis – når lige undtages, at den antyder, at rørgennemføringer skal være tætte. Der har imidlertid tidligere – da der kun anvendtes ubrændbare rør – ikke været de store problemer på afløbsområdet. Fremkomsten af plastrør og installationsgenstande af plast har imidlertid gjort brandproblemet særdeles aktuelt.



BYGNINGSREGLEMENT FOR KØBSTÆDERNE OG LANDET.  
2. udgave af 1. august 1966.

Kap. 12.1 stk. 4 og 12.2.

Afløbsrør af plastmaterialer

#### Til bygningsmyndighederne.

Ved orienteringskort nr. 44 bemyndigede boligministeriet på nærmere angivne vilkår bygningsmyndighederne til indtil videre forsøgsvis at tillade, at der i énfamiliehuse anvendes afløbsrør og formstykker af uplastificeret polyvinylchlorid, såkaldt stift PVC.

I orienteringskortet er anført, at bemyndigelsen bortfalder, når boligministeriet har godkendt Dansk Ingeniørforenings normer for anvendelse af PVC-rør i bygninger, der i så fald skal træde i stedet for bemyndigelsen.

Dansk Ingeniørforening har nu udarbejdet "Norm for afløbsledninger af stift PVC i bygninger" og "Norm for afløbsledninger af PEL (polyethylen med lav massefylde) i bygninger". Normerne træder i kraft den 1. februar 1969 og supplerer Dansk Ingeniørforenings Forskrifter vedrørende afløb fra ejendomme (DIF's norm nr. 64), der er optaget som en del af bygningsreglementets tekniske forskrifter, jfr. reglementets kap. 12.2., stk. 1.

Boligministeriet har godkendt de nye normer, hvorfor den i orienteringskort nr. 44 indeholdte bemyndigelser er bortfaldet.

Normerne vedrører alene afløbstekniske forhold, og det påhviler derfor bygningsmyndighederne at påse, at de i normerne omhandlede installationer udføres således, at de ikke medfører brandfare, ligesom der ved rørgennemføringer, kanaler o. lign. skal træffes foranstaltninger til at hindre gennemgang af fugt, ild, røg og ilde lugt, jfr. reglementets kap. 12.1, stk. 4.

Med hensyn til de i bestemmelsen nævnte brandmæssige hensyn, der skal varetages ved anvendelsen af afløbsrør og formstykker af stift PVC og PEL, kan man give følgende vejledende regler, idet tillige de i bygningsreglementets kap. 6 omhandlede bestemmelser forudsættes overholdt. Uanset at der endnu ikke er udarbejdet afløbstekniske normer for afløbsrør og formstykker af PEH (polyethylen med høj massefylde) kan de vejledende regler også betragtes som gældende for sådanne rør og formstykker.

#### I. Beboelsesbygninger.

##### A. Anvendelse af rør inden for den enkelte brandcelle.

Inden for den enkelte brandcelle kan de nævnte afløbsrør og formstykker frit anvendes. Dette indebærer, at disse rør og formstykker normalt kan tillades anvendt i énfamiliehuse og inden for hver enkelt bolig i andre beboelsesbygninger uanset bygningernes højde.

##### B. Anvendelse af rør, der gennembryder en brandcelleafgrænsende bygningsdel.

###### 1. Beboelsesbygninger på indtil 8 etager.

Hvor en brandcelleafgrænsende bygningsdel i beboelsesbygninger på indtil 8 etager, jfr. reglementets kap. 6.1.3., stk. 1, 6.1.4., stk. 1 og 6.1.5, stk. 1, ønskes gennem-

brudt af de nævnte afløbsrør, gælder normalt nedenstående regler.

Hvert enkelt afløbsrør eller hver enkelt gruppe, bestående af højst 3 afløbsrør, skal have en afskærmning svarende mindst til BS-bygningsdel 30 eller anden af boligministeriet godkendt afskærmning. Dette krav gælder også eventuelle inspektionslemme i afskærmningen. Forbindelsesledninger til lodrette afløbsstammer kan frit føres gennem sådanne afskærmninger. I følgende særlige tilfælde, hvor en brandcelleafgrænsende bygningsdel ønskes gennembrudt af de nævnte afløbsrør, gælder dog nedennævnte lempeligere regler:

- a. Vægge kan gennembrydes af uafskærmede rør, der højst er  $\varnothing$  75 mm.
  - b. Etageadskillelser, der er mindst 150 mm tykke og udført mindst som BS-bygningsdel 60, kan gennembrydes af uafskærmede rør, der højst er  $\varnothing$  75 mm, når gennembrydningerne udføres tætte, og når rørene ved placering af muffe eller på anden måde sikres mod forskydninger ved brand.
  - c. Brandcelleafgrænsninger, der er mindst 150 mm tykke og udført mindst som BS-bygningsdel 60, kan gennembrydes af uafskærmede PVC-rør, der højst er  $\varnothing$  110 mm. Det er en forudsætning, at gennemføringerne forbinder rum med meget lille brandbelastning, f. eks. w. c. - eller baderum, der er omgivet af konstruktioner, udført mindst som BS-bygningsdel 30. Konstruktionerne må ikke være forsynet med brændbare beklædninger - bortset fra gulve og gulvbelægninger - og rummene må ikke være udstyret med andre brændbare faste installationsgenstande. Bestemmelserne under punkt B.1.c. kan ikke bringes i anvendelse for PEL- og PEH-rørs vedkommende.
2. Beboelsesbygninger på 8 etager og derover.  
Hvor en brandcelleafgrænsende bygningsdel i beboelsesbygninger på 8 etager og derover ønskes gennembrudt af de nævnte afløbsrør, kan der ikke gives generelle regler om den tilfældige anvendelse af rørene, men de stedlige bygningsmyndigheder må i hvert enkelt tilfælde overveje, hvorvidt de brandmæssige hensyn vil kunne blive tilfredsstillende tilgodeset.

#### II. Andre bygninger end beboelsesbygninger.

Den i afsnit I givne vejledning om anvendelse af de omhandlede rør i beboelsesbygninger vil også kunne anvendes for så vidt angår andre bygninger, i det omfang de i brandmæssig henseende kan sidestilles med beboelsesbygninger, og når vejledningen efter bygningsmyndighedernes skøn stemmer med de krav, som må opfyldes under hensyn til bygningernes anvendelse. I øvrigt har bygningsmyndigheder uanset denne vejledning adgang til i henhold til bygningsreglementets kap. 1.2. at stille særlige krav ud fra bl. a. brandmæssige hensyn for så vidt angår de i bestemmelsen nævnte bygninger.

7. kt. j. nr. 720-14-05.

Fig. 16.1. Boligministeriets orienteringskort nr. 74 vedrørende afløbsrør af plastmaterialer.



*Plastrør*

Alle de plastrør, der er på markedet, må betegnes som brændbare. Der sker til stadighed en udvikling i retning af mere varmemodstandsdygtige rør, men en løsning, der medfører, at plastrør kan betragtes som ”brandsikre”, er ikke i sigte. En meget væsentlig ulempe ved plastrør er, at mange plasttyper under brand afgiver en meget generende og undertiden giftig røg.

Problemet er ikke alene, at plast er brændbart, men også at det mister den mekaniske styrke under påvirkningen. Træ kan som bekendt også brænde, men det gør alligevel god fyldest i mange konstruktioner, fordi det i ret lang tid bevarer styrken under brandpåvirkning. Et plastrør vil ofte klappe sammen under brandpåvirkning, og derved får røgen adgang fra den ene brandcelle til den anden.

Orienteringskort  
vedr. plastrør

De brandmæssige forhold har i mange år været hindrende for plastrørs udbredelse. Først i 1969 var situationen så afklaret, at der kunne udsendes normer for nogle af plastrørstyperne (DIF-normer nr. 79 og 80 for hhv. afløbsledninger af stift PVC og PEL i bygninger), og sideløbende hermed udsendte boligministeriet orienteringskort nr. 74, se fig. 16.1, der angiver på hvilke betingelser, plastrør må bruges. Dette orienteringskort er stadig det bærende grundlag for anvendelse af afløbsrør af plast, men det er erkendt, at det ikke er fyldestgørende som arbejdsgrundlag. De nye retningslinier, der er under udarbejdelse i boligministeriet, er derfor hårdt tiltrængt.

Hovedindhold af  
orienteringskort

Inden for en brandcelle kan plastrørene anvendes frit, dvs. inden for den enkelte bolig – herunder normalt også en-familiehuse – er der ingen restriktioner.

I bygninger på indtil 8 etager kan man føre plastrør gennem en brandcelleafgrænsning, hvis rørene får en afskærmning fra rummene svarende til mindst BS 30 – der må dog højst være 3 rør i samme afskærmning.

Som særlige lempelser må rør på højst 75 mm<sup>ø</sup> føres uafskærmet gennem brandcelleafgrænsende vægge og til-

lige gennem etageadskillelser, hvis disse mindst er BS 60 og 150 mm tykke. I sidstnævnte tilfælde skal rørene dog sikres mod sammenklapning ved f.eks. en ubrændbar muffe, der går et stykke op over og neden for etageadskillelsen. Endelig må sådanne etageadskillelser gennembrydes med uafskærmede PVC-rør (ikke de andre plasttyper), der maksimalt er 110 mm<sup>ø</sup>, forudsat at rummet har en meget lille brandbelastning. Ved rum med lille brandbelastning forstås, at der er et minimum af brændbare bygningsdele og øvrige genstande i rummet. Af sådanne rum vil man normalt forlange ubrændbare vægge (BS-bygningsdel 30), ubrændbare vægbeklædninger (ikke plast), ubrændbare installationsgenstande (ikke håndvaske, wc'er eller badekar af plast) og ingen brændbare nedhængte lofter. Sådanne rum forefindes hyppigt i moderne etagebyggeri, men man er dér normalt ikke interesseret i fritstående afløbsledninger.

I andre bygninger end beboelsesbygninger og i bygninger på 8 etager og derover må plastrør kun anvendes efter aftale med myndighederne i hvert enkelt tilfælde.

## Lempelser i Københavns kommune

Orienteringskortets bestemmelser har vist sig at være vanskelige at administrere, da en række af de i praksis forekommende tilfælde ikke er dækket. I nogle kommuner har man derfor udarbejdet mere eller mindre faste dispensationsregler og retningslinier for udførelse. I Københavns kommune (som ikke er omfattet af bygningsreglementet) har man et sæt fortolkningsregler og dispensationsregler, der dog kun tages i brug efter ansøgning i hvert enkelt tilfælde. Blandt disse regler kan nævnes, at også etageadskillelser, der ikke er BS 60 (f.eks. træetageadskillelser) kan tillades gennembrudt af plastrør på visse betingelser. Endvidere fastslås, at den BS 30 afskærmning, som orienteringskortet nævner, kan udgøres af

en direkte isolering omkring røret (f.eks. 4 cm beton eller 50 mm brandbatts solidt fastgjort), eller

en skaktafskærmning, f.eks. bestående af 50 mm brandbatts med en jernplade på den ene side og trådvæv og isolationspuds på den anden side.

Evt. kan en BD 30 afskærmning tillades efter aftale med bygningsmyndighederne og i overensstemmelse med Københavns brandvæsen.

## Kapitel 17

### Støj fra afløbsinstallationer

Siden 1961 har der i bygningsreglementet været bestemmelser om støj fra installationer; men den viden, man har om støjen fra afløbsinstallationer, og den omhu, der anvendes på bekæmpelse af deres støjgener, er endnu meget begrænset.

Problemerne er, at der i de senere år er sket så mange ændringer i måden at bygge huse på, at det har været vanskeligt at opsamle erfaringer. Ikke alene anvendes der mange lette bygningskonstruktioner – hvilket i sig selv kan give lydproblemer – men tillige er der sket en øget udbredelse af lette afløbsrør, og samtidigt har man øget kravene til komforten, herunder lyd klimaet.

Problemerne kan naturligvis løses, men det er ikke altid, at man umiddelbart kan se på en installation, om den vil opfylde lovens eller bygherrens krav. Det er i dette kapitel forsøgt at give nogle anvisninger på anvendelige udførelsesformer samt nogle forenkede forklaringer på de lydtekniske problemer.

#### Lyd

Den ydre, fysiske årsag til et lydindtryk er tryksvingninger i luften. Disse tryksvingninger sætter ørets trommehinde i svingninger. Fra trommehinden forplantes svingningerne gennem ørets komplicerede mekanisme, hvor de omsættes til elektriske svingninger, der sendes til hjernen.

#### Lydtryk

Tryksvingningerne, dvs. skiftevis over- og undertryk i forhold til atmosfæretrykket, kaldes for lydtrykket. Tryksvingningerne er meget små i forhold til atmosfæretrykket. Normalt under en tusindedel af dette. Der skal derfor anvendes fintmærkende instrumenter til at måle lydtryk.

**Lydtrykmåling** Hvis man vil måle lydtrykket, som man almindeligvis måler et tryk, så ville viseren blot stå og svinge frem og tilbage omkring nul-stillingen (atmosfæretryk). Derfor indretter man lydtrykmålere, så de måler det, der kaldes lydtrykkets effektivværdi – det er noget i retning af middelværdien af viserens udslag, uden hensyn til om udslaget går mod over- eller undertryk.

**Lydtrykkets variation** Størrelsen af lydtrykket for de lyde, vi udsættes for, kan variere meget. Forholdet mellem et lydtryk svarende til en lyd, man lige akkurat kan høre, og tilsvarende for en lyd, der kan give smertefornemmelser, kan være som 1 til ca. 1.000.000. Dette gør, at lydtrykket er en lidt upraktisk størrelse at regne med. I stedet for lydtrykket bruger man ofte størrelsen lydtrykniveau.

**Niveau og decibel** Niveaubegrebet er ikke knyttet til lyd eller lydtryk alene. Har man en vilkårlig størrelse  $A$ , til hvilken man vil finde det tilhørende niveau, dividerer man det først med en vedtaget referencestørrelse  $A_0$

$$\frac{A}{A_0}$$

Til dette forhold tager man logaritmen

$$\log \frac{A}{A_0}$$

Denne størrelse, som er et bestemt logaritmisk forhold, kaldes det til  $A$  hørende niveau angivet i bel – bel er ikke en enhed men en betegnelse, der skal minde om, hvordan niveauet hørende til  $A$  er regnet ud. Normalt angiver man ikke et niveau i *bel*, men i *decibel*, som er 10 gange større

$$10 \log \frac{A}{A_0}$$

Man opnår på denne måde at kunne operere med meget store tal uden at have besvær med mange cifre. Hvis f.eks.  $A_0$  er vedtaget til at være 1, og man har en værdi af  $A$  på 1.000.000, så bliver det til  $A$  hørende niveau

$$N_A = 10 \log \frac{A}{A_0} = 10 \log \frac{1.000.000}{1} = 60 \text{ dB}$$

hvor dB er forkortelsen for decibel. Denne form for angivelse af størrelser bruges på mange måder.

**Brugen af dB**

Hvis man har en størrelse med benævnelsen dB bagefter, så behøver det ikke at være et lydtrykniveau – det kan være lydeffektniveau, lydintensitetsniveau, og meget andet. Også de størrelser, der har med lydisolering at gøre, f.eks. en vægs reduktionstal, benævnes med dB. Derfor må man kende mere til størrelsen, end hvor mange dB, den er.

Ofte møder man betegnelsen dB(A), som vil blive forklaret i det følgende.

**Svingninger**

Grunden til, at man får tryksvingninger i luften, er, at en lyd giver har sat luften i bevægelse, således at luftpartiklerne svinger frem og tilbage omkring en ligevægtsstilling. Afgørende for karakteren af lyden er, om svingningerne er hurtige eller langsomme. Hurtige svingninger giver høje toner. Man kan måle hvor mange svingninger, der udføres i et sekund, og denne størrelse kaldes frekvensen.

**dB(A) – et mål for ørets opfattelse**

Det menneskelige øre opfatter ikke lyde af forskellige frekvenser på samme måde som et måleinstrument. Lyde med høje frekvenser opfattes kraftigere end lyde med lave frekvenser. Derfor har man i måleinstrumenter indbygget nogle filtre, der kan svække de lave frekvensers betydning for måleresultatet. Det hyppigst anvendte filter kaldes A-filtret, og et lydtrykniveau, der er målt på denne måde, angives i dB(A). Man kalder også dette specielle lydtrykniveau for: støjniveau, hvilket er gjort i det følgende.

En måling af støjniveauet i dB(A) tilsigter altså at give et mål for ørets opfattelse af den pågældende støj. Det er imidlertid meget kompliceret at efterligne høresansen, så et målt støjniveau kan ikke præcist fortælle, hvilken virkning støjen har. Man kan anvende mange forskellige måle- og beregningsmetoder til bedømmelse af støjens virkning, men ingen af dem er perfekte. I de fleste tilfælde, hvor det er af

betydning at kunne foretage en hurtig og enkel måling – som f.eks. på installationsområdet – bruges derfor dB(A). Også bygningsreglementets krav er angivet i dB(A).

<b>Lovmæssige bestemmelser</b>	Reglerne for de støjniveauer, som en afløbsinstallation må give anledning til, findes i bygningsreglementet (BR) kap. 9. Lydforhold. Der vil i det følgende blive refereret til den udgave af BR, der er udsendt i 1972. BR underkastes revision med ca. 5 års mellemrum.
<i>Gyldighedsområde</i>	BR omfatter hele landet med undtagelse af Københavns kommune, Færøerne og Grønland. Det må dog påregnes, at man også i Københavns kommune vil følge retningslinier svarende til de i BR angivne. Bestemmelserne gælder for følgende bygningskategorier:
Beboelsesbygninger	Beboelsesbygninger er omfattet af BR, også i de tilfælde, hvor en del af bygningen anvendes til erhvervmæssige formål. Bygningsmyndighederne kan om fornødent stille strengere krav til støjniveau fra erhvervsvirksomheder end gældende for almindelige boliger. Undtaget fra reglerne er – i følge den almindelige fortolkning – fritliggende parcelhuse med én bolig, hvorimod kædehuse, rækkehuse o. lign. er omfattet. Undtaget, hvad angår de lydæssige bestemmelser, er endvidere alle boliger hørende til landbrug, skovbrug og fiskeri.
Hoteller, kollegier, plejehjem mv.	Omfattet af bestemmelserne er hoteller (herunder moteller), hotelpensioner, kollegier, plejehjem, klublejligheder og tilsvarende boligformer.
Skoler	Skoler og andre bygninger til undervisningsformål er omfattet af bestemmelserne.
Erhvervsbygninger	Erhvervsbyggeri er ikke omfattet, men her kan krav fra Arbejdstilsynet komme ind i billedet. Kontorbygninger har tidligere (BR-66) været nævnt, men er udgået i BR-72. Sygehuse er heller ikke omfattet. Dette, at disse kategorier ikke er nævnt i BR's støjbestemmelser, er ikke tegn på, at

støjgener her er uden betydning, men snarere at det må formodes, at bygherren i de enkelte tilfælde vil formulere kravene i overensstemmelse med rummenes særlige anvendelse. Hvad angår sygehuse vil kravene ofte være strengere, end de i BR nævnte.

<i>Bestemmelsernes indhold</i>	De væsentligste krav vedrørende støjniveauet findes i BR 9.2.7, som er gengivet i fig. 17.1. Det fremgår heraf, at der som hovedregel gælder følgende maksimale værdier for støjniveauet:  <table border="0"> <tr> <td>Beboelsesrum:</td> <td>30 dB(A)</td> </tr> <tr> <td>Køkkener:</td> <td>35 dB(A)</td> </tr> </table> Disse regler gælder for, hvad BR benævner "Fælles tekniske installationer", hvortil afløbsinstallationer og så at sige alle andre installationer hører. Der findes enkelte lempelser fra disse krav, bl.a. gælder de ikke for støjniveauet i en bolig frembragt ved brug af den del af brugsvandsanlægget, der ligger i selve boligen. For afløbsinstallationer gælder <i>ikke</i> tilsvarende lempelser. En oversigt over støjkravene er givet i fig. 17.2.	Beboelsesrum:	30 dB(A)	Køkkener:	35 dB(A)
Beboelsesrum:	30 dB(A)				
Køkkener:	35 dB(A)				
Udendørs opholdsarealer	Udover de anførte støjkrav til rummene gælder, at installationerne skal udføres og opsættes således, at støjniveauet umiddelbart uden for en beboelsesbygning vinduer og på bebyggelsens opholdsarealer, herunder altaner, terrasser, uderum o. lign., ikke må overstige 35 dB(A).				
<i>Kontrol af bestemmelsernes overholdelse</i>	Myndighederne udøver ikke regelmæssig kontrol med, om støjbestemmelserne er overholdt, idet de normalt ikke er udstyret med det fornødne måleapparat. Myndighederne har dog hjemmel til at lade foretage en undersøgelse for bygherrens regning, såfremt man har mistanke om overskridelse. Denne hjemmel udnyttes i et vist omfang, men det vil normalt være bygningens lydisolering, der er i søgelyset. Det kan dog forventes, at også installationerne pådrager sig opmærksomheden, idet der er et stigende antal tilfælde af gener fra installationsstøj.				

**9.2.7. Støjniveau.**

*Stk. 1.* Fælles tekniske installationer – afløbsinstallationer, opvarmningsanlæg, brugsvandsinstallationer, elevatorer, ventilationsanlæg m. m. – skal udføres således, at det i beboelsesrum frembragte støjniveau ikke overstiger 30 dB(A), i køkkener dog 35 dB(A). Støjniveauet frembragt af centralvarmeanlæg må dog ikke overstige 25 dB(A).

*Stk. 2.* Det tillades at støjniveauet i beboelsesrum stiger indtil 35 dB(A) i tidsrummet kl. 7–20, når maskiner og udstyr i fælles vaske- og strygerum er i drift.

*Stk. 3.* Støjniveauet i en bolig frembragt ved brug af den del af brugsvandsanlægget, som ligger i selve boligen, omfattes ikke af de i stk. 1 nævnte krav.

*Stk. 4.* Hvor udsugningsanlæg over kogesteder har en variabel kapacitet, må det i køkkenet frembragte støjniveau overstige de i stk. 1 angivne krav med 5 dB(A) ved luftmængder større end svarende til minimumskravene, jvf. 11.1. stk. 2.

*Stk. 5.* Hvor beboelsesrum udføres med åben forbindelse til rum med andre funktioner, er kravene til beboelsesrum gældende.

*Stk. 6.* Opvarmningsanlæg og ventilationsanlæg, udført som individuelle anlæg, samt vaskemaskiner, opvaskemaskiner og lign. individuelle installationer skal være således udført og opsat, at støjniveauet i omliggende boliger ikke overstiger de i stk. 1 angivne krav.

*Stk. 7.* Køleskabe, dybfrysere og lign. individuelle installationer, skal være således udført og opsat, at støjniveauet i boligens beboelsesrum ikke overstiger de i stk. 1 angivne krav.

*Stk. 8.* Ventilationsmaskineri, varmecentraler, renovationsanlæg og lign. fælles tekniske installationer skal udføres og opsættes således, at støjniveauet umiddelbart uden for beboelsesbygningens vinduer og på bebyggelsens opholdsarealer, herunder altaner, terrasser, uderum og lign., ikke overstiger 35 dB(A).

*Stk. 9.* Installationer i erhvervslejemål i beboelsesbygninger skal opfylde de i stk. 1 angivne krav, men bygningsmyndigheden kan i henhold til 9.1., stk. 5, stille strengere krav.

*Stk. 10.* De i stk. 1 nævnte krav omfatter ikke momentane lyde, f. eks. støj fra start og stop af motorer, kompressorer m. m., men bygningsmyndigheden kan stille krav om særlige foranstaltninger til reduktion af sådan støj.

Fig. 17.1. Uddrag af bygningsreglementets kap. 9. Lydisolering. Det viste uddrag rummer de væsentligste bestemmelser for støj fra installationer.

BAM – byggeriets akustiske målestation

Myndighederne kan pålægge en bygherre at lade foretage målinger (for bygherrens regning) på et færdigt byggeri. Det sker også, at projekterende eller bygherrer på eget ini-

STØJ FRA AFLØBSINSTALLATIONER Maximalt tilladelige støjniveauer i dB(A)			
Beboelsesbygninger		Hoteller, plejehjem, kollegier mv.	Bygninger til undervisningsbrug
Beboelsesrum	Køkkener	Beboelsesrum og fælles opholdsrum	Undervisningslokaler
30	35	30	30

Fig. 17.2. Bygningsreglementets bestemmelser for støj fra afløbsinstallationer for forskellige bygningskategorier og rumtyper. Udover krav til støjniveau i rummene gælder det, at installationer ikke må give anledning til et højere støjniveau end 35 dB(A) umiddelbart uden for en beboelsesbygningens vinduer og på bygningens opholdsarealer, herunder altaner, terrasser, uderum o. lign. Hvad angår afløbsinstallationer kan denne bestemmelse blive relevant i forbindelse med f.eks. pumpebrønde.

tiativ lader foretage målinger for at sikre sig, at bygningens lydæssige egenskaber er i overensstemmelse med myndigheds- eller bygherrekrav. Sådanne målinger kan udføres af "Byggeriets akustiske målestation" – kaldet BAM – som hører under SBI. Målinger af installationsstøj kan også udføres af andre – bl.a. har flere rådgivende ingeniører anskaffet måleudstyr.

Vanskeligheder med overholdelse af støjbestemmelserne

Afløbsinstallationer hører ikke til de vanskeligste, hvad støj angår, men der noteres dog et stigende antal problemer. De forekommer oftest, hvor man har fritliggende eller dårligt afskærmede afløbsrør.

De problemer, der knytter sig til brug af de forskellige installationsgenstande – badekar, wc'er, håndvaske mv. – vil ofte ligge på brugsvandssiden. Dog kan afløbet fra disse installationsgenstande give støjgener, hvis afløbsrøret har forkert dimension eller hældning, eller hvis de er fastgjort til lette bygningsdele, som kan sættes i svingninger.

Et særligt problem udgør affaldskværne. De undersøgel-

ser, der hidtil er foretaget, viser at brugen af disse medfører særdeles høje støjniveauer. Hvis ikke mere støjsvage typer dukker op, bør man nok betænke sig på at installere dem – selv hvor ingen støjkrav gælder. Der kan i øvrigt også gøres afløbstekniske indvendinger mod disse, så i visse kommuner må de ikke anvendes.

### Støjens opståen

Støj opstår i forbindelse med omsætning eller udløsning af energi. Hvis noget er i bevægelse – det være sig en kørende bil eller en strømmende væske – så ved man, at en del af bevægelsesenergien vil omdannes til varme. På tilsvarende måde vil en del af bevægelsesenergien omdannes til lydenergi, dvs. svingninger i luften eller i faste legemer. Lydenergien ender i øvrigt også som varme – men først efter at den har gjort sin virkning i form af generende støj.

### Omsætning af energi

Den energi, der omsættes i et afløbssystem, hidrører fra vandets bevægelse. Hvis der sker pludselige ændringer i vandets hastighed – f.eks. ved opbremsning af vandet ved den bøjning, der afslutter en faldstamme – så vil der som regel dannes en kraftig støj. Også uden en sådan opbremsning kan vandets bevægelse give anledning til støj, dog mindre kraftig.

### Energi i et afløbssystem

Jo større energiomsætningen er, og jo mere koncentreret (på et lille område) den sker, desto kraftigere vil tendensen til støj være. I et afløbssystem er der normalt ikke store energikilder, idet systemet alene fungerer ved hjælp af tyngdekraften, så i sammenligning med andre installationer, hvor f.eks. pumper tilfører systemet energi, skulle støjproblemerne være mindre. Som det senere skal vises har afløbssystemet imidlertid særdeles gode muligheder for at udstråle støjen, så problemerne er ikke så små endda.

Et særligt problem i afløbssystemet er, at vand og luft skal passere hinanden i samme rør. Det kan give anledning til gurglelyde, der imidlertid kan undgås, hvis systemet udformes rigtigt.

Den luftlyd i form af plaskelyde, der kan opstå i wc-kummer og badekar, vil normalt ikke volde de store pro-

blemer, idet disse lyde som regel ikke trænger videre til andre rum, hvis da ikke lydisoleringen af dæk og vægge er dårlig. Lyden kan imidlertid også transmitteres gennem den pågældende installationsgenstand og over i dæk og vægge og derved nå andre rum. Dette kan f.eks. for badekar undgås ved at opstille dem på gummidæmpere og holde dem fri af væggene (ikke indmuring).

### Støjens udbredelse

Det lydindtryk, som øret registrerer, er luftlydsvingninger, dvs. små men meget hurtige variationer i lufttrykket.

Det man hører, når et afløbssystem støjer, er ikke direkte vandets bevægelse i rørene, men de luftlydsvingninger, som vandbevægelsen har fremkaldt. Der kan imidlertid godt være en lang og kompliceret transmissionsvej fra svingningerne i vandbevægelsen til øret.

### Svingninger i afløbssystemet

Vandets bevægelse vil i første omgang sætte afløbssystemets rørdele i svingninger. Det er ikke ligegyldigt hvilket rørmateriale, der er anvendt. De tunge rør er vanskeligere at sætte i svingninger end de lette. Det er også af betydning, hvordan røret er fastgjort. Et indstøbt rør er vanskeligt at sætte i svingninger – da den masse, som det er indstøbt i, må svinge med – mens et frit rør let kommer i sving.

### Lydudstråling fra rørene

Rørets svingninger kan for et fritliggende rør overføres til luften, og derved nå øret. Hvis røret har små dimensioner, kan det ikke udstråle ret meget lydenergi til luften. Et fritliggende rør til et brugsvandsanlæg på f.eks. 15-25 mm kan godt være i kraftige svingninger, uden at det lyder af ret meget. Kun hvis man holder øret tæt til røret, høres lyden tydeligt. Afløbsrør har normalt meget større dimensioner, så deres svingninger vil forårsage en kraftigere lyd.

### Svingninger i bygningsdele

Rørets svingninger vil også – gennem fastgøringerne – forplantes til de bygningsdele (normalt dæk og vægge), hvortil røret er fastgjort. Betydningen af dette afhænger af disse bygningsdeles egenskaber. De lette bygningsdele er lette til

at komme i sving og vice versa. Hvis man fastgør et rør i en let væg, så aktiverer man en bygningsdel, der dels er let at sætte i svingninger og dels har en stor flade, der kan udstråle en masse lydenergi. Det er ikke uden grund, at der advares imod fastgøring af installationer på lette vægge.

#### *Støjudbredelse i rørsystemet*

Det er klart, at røret svinger kraftigere, der hvor de mest voldsomme vandbevægelser forekommer, f.eks. umiddelbart ved en skarp bøjning, hvor vandet opbremses; men svingningerne forplantes også langs med røret, idet der dog er forskel på de forskellige rørmaterialers evne til at forplante svingningerne. De stive rør – såsom stål- og støbejernsrør – er ”bedst” i denne henseende, hvorimod de mindre stive plastrør forplanter lyden dårligere. I et brugsvandsanlæg af stålrør er lydforplantningen så god, at en støjkilde – f.eks. en ventil – er næsten umulig at finde frem til ved at lytte forskellige steder.

Lydens ofte lange og komplicerede transmissionsvej gør det vanskeligt at arbejde med installationernes støjproblemer. Det vil altid være bedst at angribe støjen ved kilden, dvs. udforme systemet, så svingningerne ikke opstår. Hvis det ikke kan lade sig gøre, bør man sætte ind så tæt på kilden som muligt. Jo længere fra kilden, man kommer, desto mere omfattende bliver arbejdet med at bekæmpe støjen.

#### **Rørmaterialer**

De hyppigst anvendte rørmaterialer til afløbssystemer i bygninger er støbejern og plast. Disse materialer har i lyd-mæssige henseende vidt forskellige egenskaber, hvilket naturligt fører til spørgsmålet: Hvilket materiale er i støj-mæssig henseende bedst?

#### *Problemer med plastrør*

Som praksis er i øjeblikket, vil plastrørene formentlig volde de fleste problemer, hvilket er naturligt, da det er et nyt materiale, for hvis anvendelse der endnu ikke er faste og gode traditioner. Hvis man udarbejder et afløbsprojekt og først efter fuldendelse af projekteringen beslutter, om der skal stå støbejern eller plast på rørene, så vil det give pro-

blemer, når det er to så forskelligartede materialer, det drejer sig om.

#### *Egenskaber for plast- og støbejernsrør*

De to rørmaterialers egenskaber er i korthed følgende. Støbejernsrør er tunge og stive. De er vanskelige at sætte i svingninger, og i kraft af deres store vægt vil de isolere godt for lyden, der opstår inde i røret. De vil til gengæld på grund af deres stivhed forplante støjen godt langs røret. Plastrør har de stik modsatte egenskaber. De vil modvirke, at støjen trænger frem langs rørvejen. Til gengæld er de lette at sætte i svingninger, så de udstråler lyd, og rørvæggen isolerer dårligt.

Det er klart, at de to materialetyper skal anvendes på forskellige måder. Plastrør er ikke umiddelbart velegnede til fritliggende faldstammer, med mindre systemet udformes, så vandets bevægelse kan ske uden støj.

#### **Fritliggende afløbsledninger**

Den væsentligste støjkilde i en stående afløbsledning er bøjningen, der i bunden af ledningen fører den stående ledning over i den liggende. Her opbremses vandet kraftigt, og partiet omkring bøjningen sættes i kraftige svingninger. Dette vil dels resultere i et højt støjniveau i det rum, hvor bøjningen sidder, og dels kan støjen forplante sig langs den liggende ledning eller opad langs den stående ledning til andre rum.

Hvor kraftig støjen bliver, afhænger af mange forskellige forhold, og den hele sandhed herom kendes langt fra. Der kan dog bemærkes følgende tendenser i de forskellige faktorerers indflydelse.

#### *Faldhøjde*

Man kunne forvente, at støjen ville vokse med proportionalt med faldhøjden, men det er ikke helt tilfældet. Der kan ganske vist ved nogle forsøg påvises en forøgelse på ca. 10 dB(A) ved en øgning af faldhøjden fra 1 til 10 m, men ved andre forsøg er de højeste støjniveauer opnået ved små faldhøjder. Forklaringen på dette kan være, at vandet i nogle tilfælde følger den indvendige røroverflade, mens det i andre tilfælde falder delvis frit. Specielt ved de små fald-



højder kan der være usikkerhed i vandets strømningsform. Man bør i hvert fald ikke forlade sig på, at der ingen problemer er ved de meget små faldhøjder.

Der kan evt. komme endnu større problemer ved meget store faldhøjder (f.eks. svarende til 20 etager), da visse undersøgelser tyder på, at vandet kan forlade rørvæggen i sådanne tilfælde.

### Afløbsstrøm

Jo større afløbsstrømmen er, desto kraftigere bliver støjen. De fleste målinger er henført til en wc-skylning, og det er nok realistisk at basere sine støjberegninger på denne belastning. Dels giver en sådan skylning en støj, der svarer til en ret stor konstantstrøm, og det er ikke sandsynligt, at en wc-skylning kombineret med en mindre konstantstrøm giver ret meget mere støj end skylningen alene.

Der er i bygningsreglementet ikke præciseret, under hvilke forhold støjkravene gælder, men f.eks. en samtidig skylning af to wc'er må anses for en så sjældent forekommende belastning, at man ikke bør basere krav på en sådan.

### Rørdimension

Jo større rørdiameteren er, desto mere støj kan røret udstråle. Der foreligger meget få målinger på andet end 100 mm rør, men man kan regne med, at 75 mm plastrør giver 3-5 dB(A) mindre end 100 mm (110 mm) rør af samme type.

### Rørmateriale

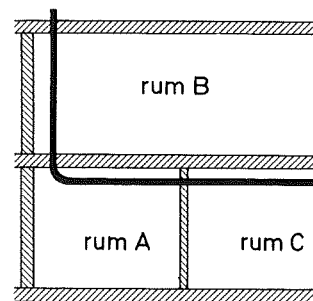
De store forskelle kommer ind i billedet, når de forskellige rørmaterialer betragtes, og dette gælder især mellem støbejern og plast. Også mellem de forskellige plasttyper kan der dog observeres mærkbare forskelle. Der er i fig. 17.3 anført nogle overslag over støjniveauer for afløbsrør af forskellige materialer.

### Støbejern

Omkring bøjningen (det farligste sted) vil støjen fra støbejernsrør være mindre end for plastrør (10-15 dB). Da støbejernsrøret forplanter støjen godt, må man regne med, at der både langs den liggende og den stående ledning kan udbredes støj. Udbredelsen hæmmes, når der anvendes gummiringssamlinger eller lignende.

STØJ FRA FRITLIGGENDE, UISOLEREDE FALDSTAMMER MED 87.5° BØJNING			
Rørmateriale	Støbejern	PVC	PEH
Støjniveau, DB(A)	50-55	60-65	70-75

Fig. 17.3a. Overslagsværdier over maksimale støjniveauer hidrørende fra faldstammer af forskellige materialer (svarende til wc-skylning og målt i rum A). Målingerne stammer fra forskellige kilder og er behæftet med stor usikkerhed. I rummene B og C kan påregnes lavere støjniveauer, for støbejern ca. 5 dB og for plastrør 10-15 dB, idet den største reduktion kan påregnes i C. For 75 mm $\varnothing$  rør kan der regnes med 3-5 dB lavere værdier. Konstantstrømme som fra bad og håndvask vil normalt medføre lavere støjniveauer end de angivne.



STØJ FRA FALDSTAMMER AF PEH STØJNIVEAUER I dB(A)		
Rørets udformning og isolering	Rum	
	A	B
Rør uisoleret, 87.5° bøjning	75	66
Bøjning isoleret, 87.5° bøjning Bøjning + 0.3 m liggende ledning isoleret med 50 mm mineraluld, 100 kg/m <sup>3</sup>	67	62
Bøjning isoleret, 87.5° bøjning Bøjning + 1,0 m liggende ledning isoleret med 50 mm mineraluld, 100 kg/m <sup>3</sup>	63	
Bøjning = 2 · 45°, se fig. 17.4	70	
Specialbøjning, se fig. 17.4	66	
Specialbøjning isoleret bøjning + 1,0 m liggende ledning isoleret med 50 mm mineraluld, 100 kg/m <sup>3</sup>	55	

Fig. 17.3b. Støjniveauer ved faldstammer af PEH med isolering og forbedret udformning af bøjning. Målingerne er stillet til rådighed af Geberit. Værdierne i dette skema ligger generelt noget højere end de i fig. 17.3a angivne, men differenserne giver en ide om virkningen af de forskellige forbedringer. For PVC må det antages, at sådanne forbedringer vil have lignende – evt. lidt lavere – reducerende virkning, hvorimod reduktionen for støbejern må påregnes at blive en hel del mindre.



**PVC** Støjniveauet omkring bøjningen vil være højere end for støbejernsrør, men da plastrøret hæmmer udbredelsen, kan man i nogen afstand fra bøjningen regne med et lavere støjniveau, især hvis røret passerer dæk eller væg gennem en indstøbning eller tilsvarende fastgøring. Til gengæld kan rørene let sættes i svingninger af den almindelige strømning i røret og ved tilløb fra sidegrene, så der er grænser for, hvor langt støjniveauet kommer ned.

**PEH** Også for dette materiale foreligger der en del målinger, der viser, at dets opførsel i princippet er som for PVC, men de målte støjniveauer for samme belastning ligger 5-10 dB(A) højere end for PVC.

#### *Forbedret udformning af faldrørsbøjning*

Da bøjningen for foden af en stående ledning har en væsentlig indflydelse på støjniveauet, ville det være nærliggende at finde en bedre udformning. Generelt kan det siges, at jo blødere overgangen fra stående til liggende ledning er, desto mindre støj dannes der. Anvendelse af en bøjning med stor krumningsradius eller brug af to 45° bøjninger i stedet for en 90° bøjning vil hjælpe mærkbart. Sådanne muligheder er undersøgt for PEH-rør, som vist i fig. 17.3 og 17.4. Forbedringen er kun undersøgt for PEH-rør, men der kan sandsynligvis påregnes en lignende forbedring for de andre rørtyper.

#### **Isolering af afløbsledninger**

En isolering af afløbsledninger – f.eks. med måtter eller skåle af mineraluld – har ofte en lydæssig gunstig virkning.

#### *Isolering af plastrør*

En isolering af partiet omkring en bøjning giver den største virkning, som det fremgår af fig. 17.3. Hvad angår den liggende ledning giver en isolering af ledningen udover ca. 1 m efter bøjningen kun en begrænset virkning.

Isolering af bøjningen har også virkning på støjstrålingen fra den stående del af ledningen, selv om denne ikke er isoleret.

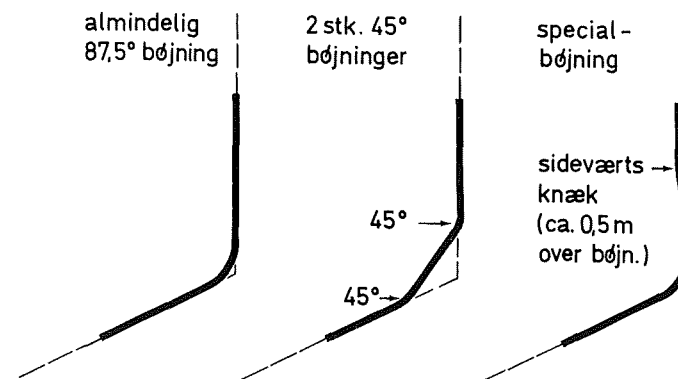


Fig. 17.4. Forskellige former for bøjninger til faldstammer. Jo større bøjningsradius er, desto mindre støj frembringes. Anvendelse af 2 stk. 45° bøjninger i stedet for en almindelig 87,5° bøjning kan medføre en reduktion af støjen på ca. 5 dB. Med specielle udformninger som f.eks. den bøjning, der er vist til højre i billedet, kan endnu større reduktion opnås. Det gælder om at opnå en rolig opbremsning af vandstrømmen. Fordelene ved anvendelse af specielle udformninger er formentlig større ved plastrør end ved støbejernsrør.

#### **Isoleringsformer for plastrør**

Det gælder generelt, at jo tungere isoleringen er, desto bedre virker den. Mineraluld er således bedre, jo større lagtykkelse og jo større rumvægt, det har. Hvis mineraluld omgives af en tung kappe, som f.eks. et gipslag, forøges isoleringsevnen. Størst virkning opnås, hvis bøjningen omstøbes med beton. En formindskelse af støjen kan også opnås, hvis plastbøjningen erstattes med en støbejernsbøjning.

#### *Isolering af støbejernsrør*

Isolering af støbejernsrør kan have en god virkning, men fordelene er ikke så mærkbare som ved plastrør, da støbejernsrørets masse i forvejen er ret stor. Ved støbejernsrør vil det være mere nærliggende at isolere hele røret – og ikke kun partiet omkring bøjningen som ved plastrør – da lyden forplantes godt i dette materiale.

#### **Afskærmning af afløbsledninger**

Hvis en afløbsledning skal passere et rum, hvortil der stilles støjkrav på linie med bygningsreglementet, vil en isolering sjældent være tilstrækkelig. Da må der i reglen suppleres

med en eller anden form for afskærmning, f.eks. i form af et nedhængt loft eller en afskærmet skakt.

Som for isoleringen gælder det, at jo tungere materialer, der vælges til afskærmningen, desto bedre er virkningen. En anden meget væsentlig faktor er imidlertid afskærmningens tæthed. Ser man alene på afskærmningsmaterialets lydisoleringsevne, så kan man med små midler opnå en stor reduktion af støjniveauet. I praksis er virkningen imidlertid ofte langt mere beskeden, da tæthed er svær at opnå.

Nedhængte kassetlofter vil ofte være af tvivlsom værdi, da de sjældent er tætte. I vanskelige tilfælde vil en god konstruktion være 2 x 13 mm gipsplader med forskudte samlinger og med 20-50 mm mineraluld oven på pladerne. Der er i fig. 17.5 angivet nogle overslagsværdier for forskellige konstruktioner.

### Gennemføring og fastgøring

En gennemføring bør ved alle rørtyper udføres tæt. For støbejernsrør vil det være en fordel at forhindre rørets svingninger i at forplante sig til konstruktionen, f.eks. ved stopning eller omvikling af røret med 20 mm mineraluld. For plastrør derimod vil en fast forbindelse med en tung konstruktion virke dæmpende på rørets lydudstråling. Da plastrøret har så lille masse, vil det ikke formå at sætte en tung konstruktion i svingninger i nævneværdig grad. Hvis det drejer sig om indstøbning af dele af systemet, hvor der

Fig. 17.5. Overslagsværdier over lydreduktionstal for forskellige konstruktioner. Skemaets værdier må tages med al mulig forbehold, da der både for beregnede og – især – for målte værdier kan påregnes stor usikkerhed. Værdier i parentes er skønnede, og de øvrige værdier under "praksis" hidrører fra enkelte måleresultater. Værdien af en konstruktion afhænger i meget høj grad af udførelsens kvalitet, primært af tætheden.

Reduktionstallene bruges på følgende måde. Reduktionstallet for den valgte konstruktion trækkes fra det støjniveau, der kan aflæses af fig. 17.3, og resultatet giver et skøn over støjniveauet i rummet. I tilfælde, hvor overholdelse af et støjkraav er af meget stor betydning, bør man enten vælge konstruktioner med en rigelig isoleringsevne eller lade foretage målinger på den aktuelle konstellation af rør og afskærmning.

REDUKTIONSTAL FOR SKAKTAFSKÆRMNINGER OG UNDERLOFTER		
KONSTRUKTION	Reduktionstal, dB	
<i>Vægkonstruktioner:</i>	Beregnet	Praksis
Gipsplade 13 mm gipsplade	24	14-16
Gipsplade 2 · 13 mm gipsplade	27	(20)
Gipsplade + mineraluld 13 mm gipsplade + 50 mm mineraluld, 75 kg/m <sup>3</sup>	26	(20)
Gipsplade + mineraluld 2 · 13 mm gipsplade + 50 mm mineraluld	35	(30)
Letbeton 70 mm letbeton + udvendig puds	30	20
Teglstensvæg 1/2-stensvæg + udvendig puds	40	(35)
Betonvæg 100 mm beton + udvendig spartling	45	(40)
<i>Loftskonstruktioner:</i>		
Kassetloft Perforeret metalplade	0	0
Kassetloft Tæt metalplade	5	(0)
Kassetloft Perforeret metalplade + 20 mm mineraluld	10	(5)
Gipsplade 13 mm gipsplade	24	14-16
Gipsplade 2 · 13 mm gipsplade	27	(20)
Gipsplade + Mineraluld 2 · 13 mm gipsplade + 50 mm mineraluld	35	(30)

er kraftige vandbevægelser (overgang fra stående til liggende ledning), må en isolering af røret før indstøbningen anbefales.

Hverken støbejernsrør eller plastrør bør sættes i fast forbindelse med en let konstruktion. I dette tilfælde skal en gennemføring være tæt og elastisk (f.eks. en elastisk fugemasse).

## Kapitel 18

### Afløbssystemets arrangement og tilrettelæggelse

#### Generelt

Som det fremgår af denne anvisnings øvrige afsnit, er der mangfoldige hensyn at tage, når et afløbssystem skal tilrettelægges. Der kan derfor heller ikke her gives en anvisning på, hvorledes det i hvert enkelt tilfælde helt rigtige system skal udformes. En form for opskrift på tilrettelæggelsen skal dog blive forsøgt givet.

Tilrettelæggelsen kan opdeles i trin, der omfatter:

Forundersøgelse  
 Programmering  
 Projektering.

#### Forundersøgelse

For at skabe klarhed over de ydre betingelser, der er afgørende for afløbssystemets udformning, er en forundersøgelse nødvendig. Denne bør primært omfatte undersøgelse af afløbsmulighederne (til et hoved afløbssystem) og sekundært de øvrige ydre betingelser (jordbundens beskaffenhed mv.).

#### Afløbsmuligheder

I det følgende behandles det tilfælde, hvor der foreligger tilslutningsmulighed til et hoved afløbssystem. Det skal dog nævnes, at man i mange tilfælde er nødt til at udføre et primitivt afløbssystem. Angående udformningen af et sådant henvises til kapitel 9.

Ved en undersøgelse af afløbsmulighederne bør følgende søges oplyst:

placering af hoved afløbsledning(er) i forhold til grunden  
 afløbssystemets princip, dvs. er der tale om et blandings- eller et separatsystem

dybde af hovedafløbsledning(er)  
 eventuelle opstemningskoter  
 eventuelle grænser for afløbsstrømmens størrelse  
 eksisterer der tilslutningsmuligheder på selve grunden (eksisterende evt. ubenyttede stikledninger)  
 er der særlige krav til placering af stikledning (f.eks. ved hjørnegrunde)  
 er der særlige krav til ledningsmaterialer (f.eks. syrebestandige rør i industrikvarterer)  
 er der eksisterende afløbsinstallation på grunden.

De fleste af disse oplysninger kan oftest gives af den lokale bygningsmyndighed, men det sker, at den projekterende er henvist til selv at skaffe sig disse oplysninger, f.eks. ved opgravninger og nivellementer på stedet.

#### Ydre betingelser

Foruden undersøgelsen af afløbsmulighederne har det stor betydning, at man har kendskab til det område, i hvilket ledningsanlægget skal udføres. De forhold, der spiller ind ved planlægningen af afløbsinstallationen, er mangfoldige, og her skal i flæng nævnes nogle.

#### Grund

*Grundens højdeforhold:* Et nivellement er oftest nødvendigt, for at afløbsmulighederne kan fastlægges.

#### Jordbund

*Jordbundens beskaffenhed:* En ikke bæredygtig jord kan ofte bevirke store udgifter til fundering af ledninger, og aggressive jordarter kan betinge særlige materialekrav (glaserede lerrør mv.).

#### Grundvand

*Grundvandsstand:* En høj grundvandsstand kan betyde særlige foranstaltninger ved udførelsen af jordledninger, og yderligere bevirke særlige krav til samlingens tæthed.

Afhængig af jordarternes permeabilitet har grundvandsstanden også afgørende betydning for omfang og art af drænforanstaltninger, se kap. 6.

#### Forhindringer i terræn

*Forhindringer i terrænet:* Af forhindringer i terræn kan nævnes:

Bevaringsværdige træer og bevoksninger iøvrigt, søer eller blot vandhuller, store sten, ledningsmaster og antenne-master mv., områder med svære eller kostbare belægninger, gamle fundamenter, eksisterende ledningsanlæg (vand, gas, afløb, el, telefon, telegraf, fjernvarme mv.) og olietanke.

#### Eksisterende bebyggelse

*Eksisterende bebyggelse:* Passage af eksisterende bygninger er i praksis så besværligt, at det bør undgås helt, men også hensynet til fundamenter har stor betydning. Normens krav om ledningers placering i forhold til fundamenter skal ubetinget overholdes, og det skal anføres, at nedføring af eksisterende fundamenter er en meget dyr foranstaltning. Også på anden måde kan eksisterende bebyggelse have indflydelse på ledningsføringen. Der bør være god plads på begge sider af en ledning, idet oplæg af opgravet jord, materialer og færdselsbehov på langs af en udgravning stiller store krav til fri plads.

#### Programmering

Ved programmering af en afløbsinstallation forstås i denne forbindelse, at man gør sig klart, hvad der skal skaffes afløb fra. Der kan skelnes mellem:  
 eksisterende afløb,  
 planlagte afløb og  
 fremtidige afløb.

#### Eksisterende afløb

Det kan være praktisk, at man ved udførelsen af et nyanlæg optager eksisterende afløbsinstallationer på dette. Det skal dog nævnes, at såfremt den eksisterende afløbsinstallation ikke er regulativmæssigt udført, kan bygningsmyndigheden ved udførelsen af nyanlægget kræve det eksisterende omlagt.

#### Planlagte afløb

Det er selvfølgeligt, at man før planlægningen af installationen er helt klar over, hvad den skal omfatte. De fleste afløbsinstallationer indeholder de tre hovedformer for afløb:  
 spildevand,  
 regnvand og  
 drænvand.

Omfanget af hver af disse bør være kendt. For hver af formerne kan der være særlige krav, der skal tages stilling til, og særlige anlæg, der skal indbygges. Blandt sådanne kan nævnes:

**Spildevand**

Kræves der udførelse af

benzinudskillere,  
fedtudskillere eller  
sandfang

eller andre særlige anlæg, der skal sikre hovedafledninger mod uønskede stoffer?

**Regnvand**

Der skal normalt skaffes afløb fra:

tage  
facader  
befæstede arealer  
ubefæstede arealer.

**Drænvand**

Skal der udføres dræn af en eller flere af typerne:

omfangsdræn,  
stendræn,  
indskudsdræn eller  
markdræn,

der hver for sig kræver særlige forholdsregler ved tilrettelæggelsen af den samlede installation.

**Fremtidige afløb**

Ved planlægningen af en afløbsinstallation er det meget vigtigt, at der tages hensyn til fremtidige udvidelser af installationen.

Ledningsdimensioner og -dybder bør vælges således, at fremtidige installationer kan tilsluttes uden store omlægninger. Det kan være svært at forudse det nøjagtige omfang af fremtidige installationer, men under alle omstændigheder bør stikledninger dimensioneres rigeligt og således, at den maksimale udnyttelse af grunden i.h.t. byplanvedtægten gøres mulig.

**Projektering***Generelt*

Når forundersøgelser og programmering er tilendebragt, bør man foretage en samlet vurdering af den planlagte afløbsinstallation og specielt skaffe sig et overblik over, i hvilket omfang der kræves særlige foranstaltninger, f.eks. pumpe, afløb gennem udskillere, indskudsdræn etc.

**Særlige forhold****Linieføring**

Fremføringsvejene for afløbsinstallationens hovedledninger bør fastlægges i hovedtrækkene og efter følgende retningslinier:

de mest betydende ledninger bør føres ad den kortest mulige vej til hovedafledningerne, linieføringen bør være således, at hovedledningerne føres tæt forbi de vigtigste installationsgrupper, hovedledningerne bør i almindelighed fremføres i jord udenfor bygningen, rensesmulighederne for hovedledningerne bør være rigelige, og rensesadgangen let tilgængelige, udluftningen af kloaksystemet bør omfatte alle hovedledninger.

I det følgende vil de vigtigste forhold, der har betydning ved projekteringen, blive behandlet, og der er delt op i følgende afsnit:

stikledninger,  
afløbsinstallation i jord og  
afløbsinstallation i bygning.

**Stikledninger**

Bygningsmyndighederne har oftest en række krav til udførelse af en ejendoms stikledninger, og disse bør søges oplyst på forhånd, da de ofte har en afgørende indflydelse på udformningen af den øvrige afløbsinstallation.

**Tilslutningssteder**

Hovedafledningernes kapacitet kan bestemme, hvor der skal tilsluttes. Har en ejendom (f.eks. en hjørneejendom) flere muligheder, skal bygningsmyndighedens afgørelse, om hvilke der kan udnyttes, indhentes.

Normalt er man dog frit stillet i sit valg af tilslutningssted(er), således at hensynet til afløbsinstallationer kan tilgodeses.

**Antal stikledninger**

Antallet af stikledninger bør af hensyn til de besværlige tilslutningsarbejder, se kap. 19, begrænses, og myndighederne tillader oftest kun, at der udføres én stikledning (i separatsystemet én for spildevand og én for regnvand) pr. ejendom.

**Store ejendomme**

Ved store ejendomme, og hvor der er tale om lange facader, vil der i praksis oftest kunne påregnes tilladelse til flere stikledninger. Reglen er, at ét stik pr. 50 m facadelængde tillades.

**Dimensionering**

Stikledninger kan i hvert enkelt tilfælde dimensioneres efter reglerne i kap. 4, 5 og 8.

**Enfamiliehuse**

For enfamiliehuse kan følgende dimensioner normalt anvendes:

separatsystem:

spildevandsstik: 100 mm<sup>Ø</sup> med mindst 15 ‰ fald

regnvandsstik: 100 mm<sup>Ø</sup> med mindst 10 ‰ fald.

blandingssystem:

100 mm<sup>Ø</sup> med mindst 15 ‰ fald.

**Dobbelthuse**

For dobbelthuse kan følgende dimensioner anvendes:

separatsystem:

spildevandsstik: 150 mm<sup>Ø</sup> med mindst 15 ‰ fald

regnvandsstik: 150 mm<sup>Ø</sup> med mindst 10 ‰ fald

blandingssystem:

150 mm<sup>Ø</sup> med mindst 15 ‰ fald.

**Mindre boligbebyggelser**

For mindre boligbebyggelser kan man anvende de i fig. 18.1 anførte dimensioner, såfremt der udføres et separatsystem. Stikledninger i blandingssystemet bør dimensioneres ved beregning.

**Materialer og samlinger**

Til stikledninger kan anvendes de i kap. 11 anførte materialer og samlinger. Der skal dog gøres opmærksom på, at lægningsdybden for stikledninger ofte er større end for resten af afløbsinstallationen, og at trafikbelastningen kan være stor. Man kan derfor blive nødt til at anvende forstærkede rør eller lignende.

KAPACITET AF STIKLEDNINGER I SEPARAT SYSTEM									
Ledningsdim. mm	Ledningsfald ‰	Spildevandsstik				Regnvandsstik			
		q <sub>s</sub> Største sandsynlige spildevandsstrøm l/s	Σq <sub>n,max.</sub> Sum af normalstrømme l/s	Antal installationsgrupper		q <sub>r</sub> Største sandsynlige regnvandsstrøm l/s	Max. grundareal		
				små	store		Tæt, lav bebyg. φ=0,4	Etagebebyg. φ=0,6	Bymæssig bebyg. φ=1,0
100	10	2,4	24	5	3	5,5	1000	700	400
	15	2,9	35	8	4	6,8	1300	900	500
	20	3,3	47	11	5	8,0	1500	1000	600
150	10	7,0	130	31	16	16,5	3100	2100	1300
	15	8,5	200	47	24	20	3800	2500	1500
	20	9,7	280	66	33	23	4400	3000	1800

Fig. 18.1. Stikledninger i separatsystem for mindre boligbebyggelser.

q<sub>s</sub> = største sandsynlige spildevandsstrøm

q<sub>n</sub> = sum af normalstrømme.

Installationsgrupper:

Lille = 1 wc, 1 HV, 1 KV og 1 GA 75 (q<sub>n</sub> = 4,2 l/s)

Stor = 2 wc, 2 HV, 1 KV, 2 GA 75 og 1 bidet (q<sub>n</sub> = 8,1 l/s)

q<sub>r</sub> = Største sandsynlige regnvandsstrøm for regnintensiteten 130 l/s i sum svarende til overbelastning 1 gang hvert andet år. Ved opstemning i hovedafledningsledning skal der opstilles særlig beregning.

φ = 0.4 svarer til den gennemsnitlige afløbskoefficient for en lav, tæt boligbebyggelse, rækkehus, kædehus og lign.

φ = 0.6 svarer til den gennemsnitlige afløbskoefficient i en etageboligbebyggelse med 3-5 etager (ex. eller kælder).

φ = 1.0 svarer til afløbskoefficienten i en tæt bygningsmæssig bebyggelse (udnyttelsesgrader større end 1).

Det skal bemærkes, at normen anbefaler, at der ved grundstørrelser på mindre end 1500 m<sup>2</sup> regnes med en afløbskoefficient på φ = 1,0.

**Udførelse**

Udførelse af stikledninger er beskrevet i kap. 19.

**Rensning**

På grund af stikledningernes delvise placering i offentlig gade- eller vejareal stilles der ret store krav til rensning.

hederne. Renseadgangene er normalt nedgangsbrønde, men hvor en bygning er opført i skel, kan renseadgangen være et rensestykke anbragt f.eks. i kælder umiddelbart ved stikledningens indføring.

I det sidste tilfælde kan man efter særlig ansøgning til bygningsmyndigheden opnå tilladelse til at anbringe en nedgangsbrønd i det offentlige vejareal umiddelbart ved skel.

Krav til rensesmulighederne på stikledningerne er anskueliggjort i fig. 18.2.

Rensningsarbejdet lettes ved, at stikledningernes linieføring i vejarealer normalt skal være mireret og iøvrigt uden retningsændringer.

#### Beskyttelse mod frysning

Stikledninger skal altid anbringes i frostfri dybde, der normalt kan sættes til 75 cm.

#### Udluftning

En stikledning skal altid være udluftet, og dette krav kan regnes som opfyldt, såfremt afløbsinstallationen er udluftet.

#### Retnings- og dimensionsændringer

Retnings- og dimensionsændringer på stikledninger må normalt ikke forekomme, og aldrig i vejareal.

#### Sammenslutninger

Der kan ikke foretages tilslutning af andre ledninger til en stikledning.

#### Hensyn til andre ledninger

Med henvisning til kap. 19 skal der gøres opmærksom på, at man ved udførelse af stikledninger i vejarealer skal tage hensyn til andre ledninger o. lign., der er placeret i vejarealet.

#### Afløbsinstallation i jord

Afløbsledninger i jord kan være placeret såvel under som udenfor bygninger, og der er ved projekteringen af afløbsinstallationen grund til at tage hensyn til, at ledninger under bygning er praktisk taget utilgængelige for reparation. Af denne grund bør vigtige ledninger altid ligge frit i bygning eller (bedst) i jord udenfor bygning. Hertil kommer, at renseadgange på ledninger i jord, der jo næsten altid ud-

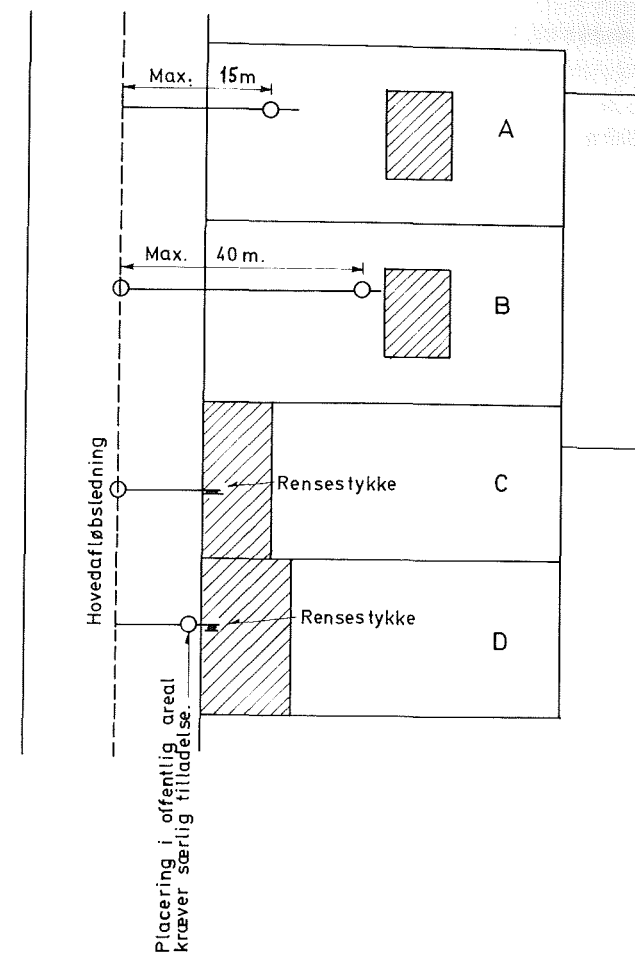


Fig. 18.2. Rensningsmuligheder for stikledninger.

A: Hvor tilslutning til hovedafløbsledning ikke sker i nedgangsbrønd, bør afstanden til første renseadgang (nedgangsbrønd) højst være 15 m.

B: Hvor tilslutning sker i nedgangsbrønd, må afstand til første renseadgang højst være 40 m.

C og D: Når bygning opføres i skel, skal der være renseadgang umiddelbart ved stikledningens indføring i bygning.

føres som nedgangsbrønde, er ubekvemme ved placering med dæksler i kældergulve mv., ligesom rensningsarbejder jo ikke udmærker sig ved renlighed.

<i>Dimensionering</i>	Dimensionering af ledninger i jord fremgår af kap. 4, 5 og 8.
<i>Udluftning</i>	Udluftning af kloaklugt bør altid omfatte en så stor del af jordledningerne som muligt, både af hensyn til lugtgener ved dæksler og til de oprensingsarbejder, der skal foregå fra nedgangsbrønde.
<i>Materialer og samlinger</i>	Til ledninger mv. i jord anvendes de i kap. 11 anførte materialer, og samlingerne skal være mindst af klasse C.
<i>Særlige krav til tæthed</i>	Som anført i normen kan kravene til samlingernes tæthed skærpes, hvor der gør sig særlige forhold gældende. F.eks. kan en høj grundvandsstand betinge anvendelse af samlinger, der er bedre end normens klasse A. (Dette kan opnås ved f.eks. at anvende brugsvandsledninger af plast og dertil svarende samlingsmetoder).
<i>Udførelse</i>	Udførelse af afløbsinstallationer i jord er beskrevet i kap. 19.
<i>Afløb fra sanitetsgenstande</i>	Afløb fra sanitetsgenstande er beskrevet i kap. 13, men der gør sig ofte særlige forhold gældende, når sanitetsgenstandene tilsluttes direkte til ledninger i jord (under gulv på jord).
<i>Gulvafløb</i>	Rensning af gulvafløb og ledninger fra dette kan kun foretages fra gulvafløbets tilløb ved at risten afmonteres og egnet renserværktøj (f.eks. en split) indføres. Man skal derfor anvende gulvafløb med god rens adgang, og såfremt der anvendes separat vandlås, skal denne være en P-lås. I visse tilfælde kan det være yderst hensigtsmæssigt at anvende et 100 mm gulvafløb, selv om det ikke er krævet.
<i>Andre sanitetsgenstande</i>	For andre sanitetsgenstande gælder, at såfremt der ikke kan renses fra selve genstanden, skal vandlåsen være adskillelig, eller der skal udføres en adskillelig samling mellem vandlås og tilslutningen til "muffe i gulv". Alternativt kan der indskydes et rensestykke.
<i>Rensestykke</i>	På grund af den ofte ret sto-

re dimensionsændring fra sanitetsgenstandens udløb til ledningen i jord vil der ofte være indskudt et ferulestykke, der er faststøbt på udløbssiden. Renseadgangen gennem dette kan være for lille, og man bør også i så tilfælde indskyde et rensestykke.

#### *Beskyttelse mod urenheder*

Ledninger i jord, særligt under bygninger, må siges at være svært tilgængelige for reparation, og beskyttelsen mod forurening skal derfor være effektiv. Der henvises til kap. 12, og det skal bemærkes, at ovenstående er medvirkende til, at særlig fedtudskillere og neutralisatorer anbringes så nær de aktuelle udledningssteder som muligt.

#### *Rensning af ledninger i jord*

Rensning af ledninger i jord foregår traditionelt fra nedgangsbrønde, rensestykker (se fig. 18.4) og gulvafløb eller andre sanitetsgenstande.

#### *Renserør*

Ligeværdig med rensestykkerne – og til dels også med nedgangsbrøndene – er de på fig. 18.3 viste renserør. Disse er meget anvendt i Sverige og lejlighedsvis også her i Danmark, især som rens adgang for ledninger under bygning.

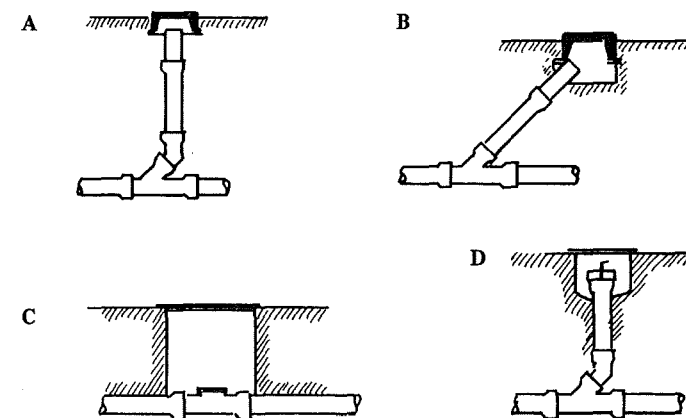


Fig. 18.3. Renserør. A og B kan med tæt dæksel anvendes i det fri, hvor der ikke forekommer trafikbelastning. C og D kan anvendes indendørs.



## Rensestykker

På fig. 18.4 er vist et par almindeligt anvendte typer af lige rensestykker.

Lige rensestykker findes stort set i alle gængse rørdimensioner. På fig. 18.5 er vist det såkaldte reduktionsrenestykke, der i støbejern findes i dimensionen 70/100.

Rensestykker skal være va-godkendte.

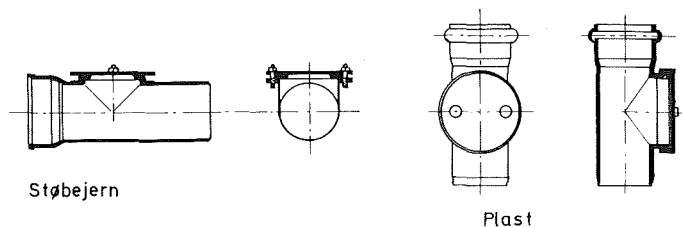


Fig. 18.4. Rensestykker af støbejern og plast.

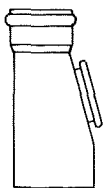


Fig. 18.5. Reduktionsrenestykke af støbejern.

## Afstand mellem rensedgange

Normen foreskriver rensedgange anbragt således, at enhver ledningsstrækning kan renses, og tillader at man ved fastlæggelse af omfanget af rensedgange tager hensyn til den rensesåde, man påregner at anvende. Da langt det almindeligste rensesværktøj til ledninger i jord er splitten, skal der her gøres rede for normens krav, når der renses med split.

Hvis rensningen væsentligst baseres på splitter indført fra gennemløbsbrønde, anbefales det at anbringe rensaanordningerne med højst

- 20 m mellem to rensaanordninger på ledning i eller underste gulv i en bygning,
- 20 m mellem sidste rensaanordning i bygning og første i jord, og
- 40 m mellem to rensaanordninger i jord.

Det anbefales endvidere at anbringe en ekstra rensaanordning på hver sådan indtil 20 eller 40 m lang strækning, hvis den indeholder retningsændringer på tilsammen mere end  $90^\circ$ . Fig. 18.6 viser eksempler på rensarrangementer efter disse retningslinier.

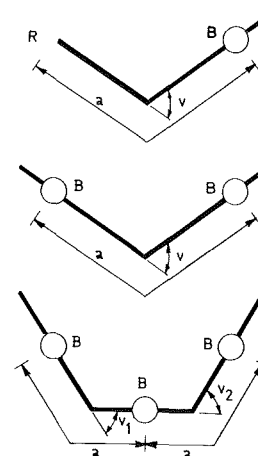


Fig. 18.6. Godtagne rensarrangementer på spildevandsledninger i jord eller under bygning, evt. indstøbt i kældergulv eller terrændæk.

R rensaanordning i bygning

B gennemløbsbrønd

$v \leq 90^\circ$

$v_1 \leq 90^\circ$

$v_2 \leq 90^\circ$

$v_1 + v_2 > 90^\circ$

$a \leq 20$  m hvis ledningen er beliggende i eller under gulv.

$a \leq 40$  m hvis ledningen er beliggende i jord.

Uanset figurens angivelser anbefales det, så vidt muligt at anbringe gennemløbsbrøndene direkte i ledningernes knæpunkter.

Ved sammenslutning af ledninger ved anvendelse af grenrør bør sideledningslængde målt fra sammenslutningspunktet til første rensedgang ikke overstige 10-15 m, og der bør ikke være større retningsændringer end  $45^\circ$ , se fig. 18.7.

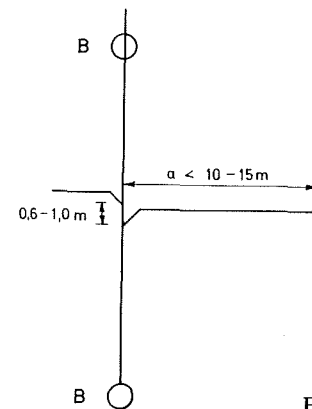


Fig. 18.7. Sammenslutning af ledninger.

<i>Beskyttelse mod frysning</i>	Ledninger i jord skal sikres mod frysning, og det sker normalt ved, at de anbringes i frostfri dybde.
Frostfri dybde	Den frostfri dybde til løb kan under normale forhold sættes til 75 cm under terræn. Ved passage af kældernedgange o. lign. kan den dog reduceres til 40-60 cm.
Isolering	Frostsikringen kan også foretages ved, at der over ledningen anbringes et isolerende lag (polystyrol el. lign.) i hele gravens bredde.
<i>Retningsændringer</i>	Retningsændringer på ledninger i jord foretages i nedgangsbrønde, hvor en næsten vilkårlig retningsændring kan foretages, se kap. 12, eller ved anvendelse af formstykker (grenrør og bøjninger).  Principielt er der yderligere to muligheder, idet man ved samlinger af klasse A kan tillade en mindre vinkeldrejning i selve samlingen, og ved anvendelse af PVC-rør kan man foretage en bøjning af rørene, se kap. 11.
<i>Dimensionsændringer</i>	På ledninger i jord kan dimensionsændringer foretages på lige ledningsstrækninger og i nedgangsbrønde. På lige ledningsstrækninger anvendes altid formstykker, men da udvalget i disse er relativt lille, foretages dimensionsændringerne næsten altid i nedgangsbrønde, hvor mulighederne for strømt teknisk rigtige udformninger er til stede, og hvor der er de bedst mulige oprensingsforhold.
<i>Sammenslutning af ledninger</i>	Sammenslutning af ledninger i jord kan ske i nedgangsbrønde, se kap. 12, eller ved anvendelse af grenrør.
Grenrør	Grenrørene skal være 45°, og traditionelle dobbelte grenrør må ikke anvendes. Hvor man altid anvendte liggende grenrør angiver normen nu som vejledning, at man bør anvende tilslutning gennem stående grenrør. Skal flere sideledninger tilsluttes en gennemgående ledning, kan det være nødvendigt at forsætte sammenslut-

	ningerne for at undgå overstrømning fra en sideledning til en anden. Afstanden mellem sammenslutningerne bør være 60-100 cm, se fig. 18.7.
Indhugning	Sammenslutning af ledninger kan også ske ved indhugning på en ledning. Dette er mest aktuelt ved tilslutning af stikledninger til hoved afløbsledninger med $d > 30 \text{ cm}^{\circ}$ , se kap. 19. Iøvrigt henvises til afsnittet om afløbsinstallationer i bygninger, hvor de strømningstekniske problemer ved dimensions- og retningsændringer samt sammenslutninger er nærmere omtalt.
<i>Anbringelse i forhold til omgivelserne</i>	Som anført under "Forundersøgelser" er der mange hensyn at tage, når ledninger skal placeres i jorden.
Forhold til fundamenter	Afløbsinstallationer i jord skal anbringes således, at bygnings fundering ikke svækkes. Reglerne for anbringelsen under normale omstændigheder er anført i Bygningsreglementets kap. 12.1, som er citeret senere i dette afsnit. Afløbsledninger må ikke faststøbes ved passage af fundamenter. I praksis er det en nærliggende mulighed at lade bygningsfundamenter anbringe efter afløbsinstallationen, men det er normalt så kostbart at nedføre fundamenter, at det må foretrækkes at lægge ledningerne i en sådan afstand fra bygningerne, at fundamentsnedføringer undgås. Bygningsreglementets kap. 12.1, stk. 2 og 3, lyder:
	<i>Stk. 2.</i> Installationer i eller i umiddelbar nærhed af bygninger skal udføres på en sådan måde, at de ikke svækker eller på anden måde udøver nogen skadelig virkning på bygningens konstruktion.
	<i>Stk. 3.</i> Under forudsætning af, at grunden har en beskaffenhed, der tillader et tryk på mindst $0,3 \text{ MN/m}^2$ ( $3 \text{ kp/cm}^2$ ), kan der udgraves for enhver form for installation, herunder afløbsinstallationer, brønde, tanke, rør, kabler mm. efter følgende retningslinier:

- a. ved enfamiliehuse (herunder dobbelthuse, rækkehuse, kædehuse, gruppehuse o. lign.) samt ved garager, udhuse, skure o. lign. mindre bygninger: underkant af installationer, der føres langs bygningen, skal ligge højere end en anlægsflade på 1:1 udgående fra fundamentets underkant. Underkant af installationer, der føres under bygningen, skal ligge højere end fundamentets underkant, og fundamentsforstærkninger skal være mindst 60 cm brede på hver side af installationerne,
- b. ved beboelsesbygninger i indtil 8 etager: underkant af installationer, der føres langs bygningen, skal ligge højere end en anlægsflade, udgående fra fundamentets underkant, som på de første 1,5 m er vandret og derefter har en hældning på 1:1. Ved installationer, der føres under bygningen, skal der udføres fundamentsforstærkninger mindst som anført for enfamiliehuse,
- c. ved andre bygninger, samt hvor grundens beskaffenhed er således, at den ikke tillader et tryk på  $0,3 \text{ MN/m}^2$  ( $3 \text{ kp/cm}^2$ ), skal der efter bygningsmyndighedens godkendelse i hvert enkelt tilfælde træffes de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger.

Se iøvrigt fig. 18.8-18.10.

For fuldstændighedens skyld skal det anføres, at reglerne også gælder for omfangsdræn, og at afstandsreglerne gælder til den brønds side, der ligger nærmest ved fundamentet og ikke til midten af brønden.

Vandledninger	Afløbsledninger og vandledninger, der forløber parallelt, må ikke anbringes i samme udgravning.
Gasledninger	Afstanden mellem afløbs- og gasledninger skal være mindst 1,0 m, i krydsningspunkter dog 0,3 m.
El-kabler mv.	For øvrige ledningsanlæg er der i diverse reglementer fastsat nærmere regler for ledningernes indbyrdes placeringer, og der bør altid forespørges hos de respektive forsynings-selskaber.

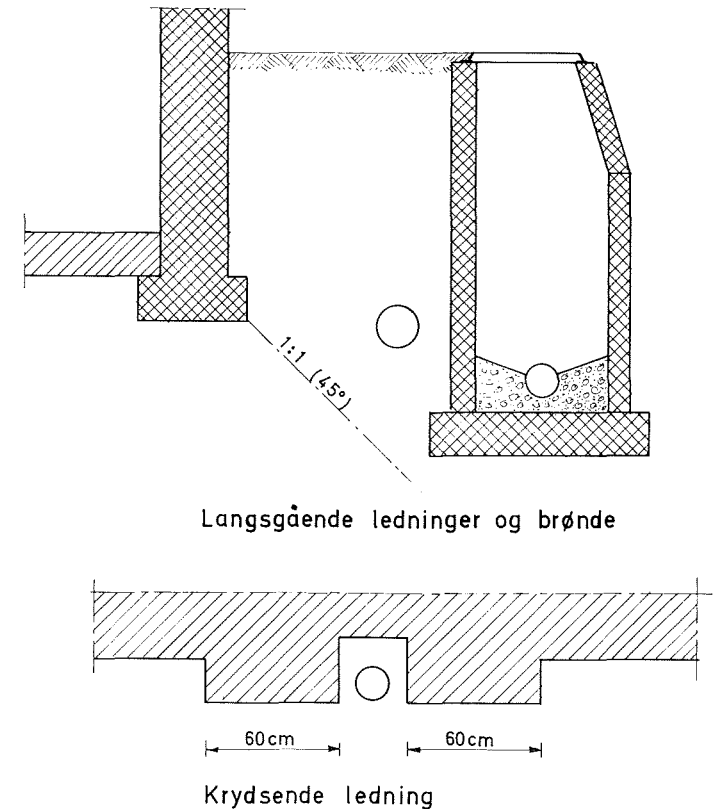


Fig. 18.8. Ledningers og brøndes placering i forhold til fundamenter for enfamiliehuse og carporte mv. (bygningsreglementets kap. 12.1.a).

**Afløbsinstallationer i bygninger**  
*Overgang til indvendige ledninger*  
 Indledningsvis skal omtales forholdene ved overgang fra ledninger i jord til ledninger i bygninger, og specielt passage af kældervægge og gulve på jord.

**Gennemføring i kældervæg**  
 Passage af en kældervæg er altid et svagt punkt i en afløbsinstallation. Umiddelbart uden for kældervæggen har der normalt været foretaget udgravning for støbning af væg og fundamenter, og i den opfyldning, der er foretaget, sker der næsten altid sætninger, der kan forårsage brud på led-

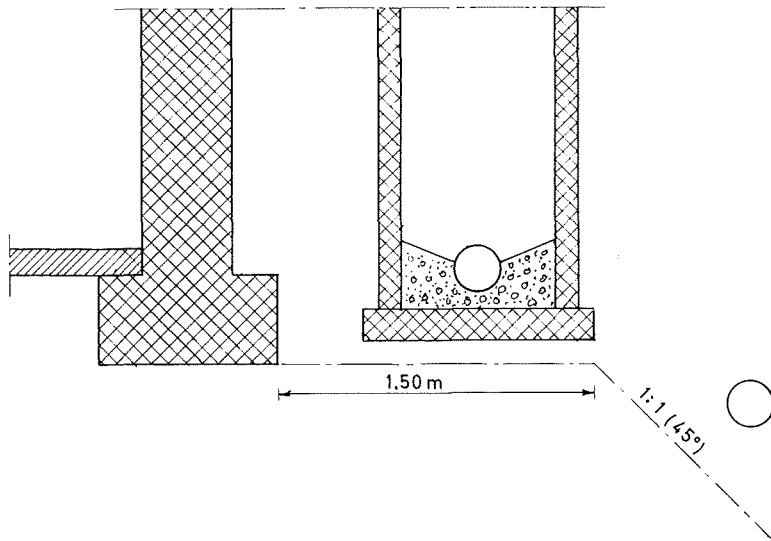


Fig. 18.9. Ledningers og brøndes placering i forhold til fundamenter for beboelsesbygninger i indtil 8 etager (bygningsreglementets kap. 12.1.1.b).

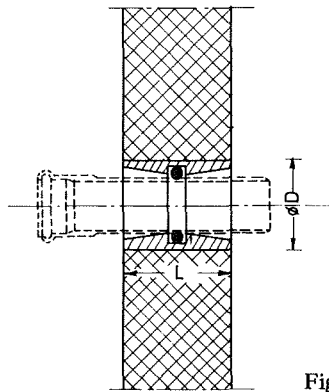


Fig. 18.10. Murgennemføring for plastrør.

ningerne, hvis man ikke garderer sig imod det. Der er to muligheder for at sikre sig mod et sådant brud, nemlig at gøre rørstrækningen i og umiddelbart udenfor væggen så stærk, at den kan tåle påvirkningerne (dvs. at udføre den i støbejern), eller at udføre passagen således, at røret kan bevæge sig og på den måde følge med sætningerne uden brud.

Til dette formål findes et særligt formstykke, en såkaldt gennemføring, beregnet til plastrør. Formstykket, der er vist på fig. 18.10, kan være udført af eternit eller glasfiberarmeret polyester med en gummiringstætning.

Gennemføring i gulve på jord

Overgangen fra ledninger under gulv på jord til en indvendig, stående afløbsledning sker ved anvendelse af en fodbøjning, der traditionelt er udført af støbejern. Ved bygninger i flere etager kan belastningen på fodbøjningen blive stor, og der bør anvendes en fodbøjning med fodplade, der anbringes på en pude af beton.

Afløbsinstallationer inde i bygningen

Ved projektering af afløbsinstallationer bør der ikke alene lægges afløbstekniske synspunkter for dagen. Afløbsinstallationer tager plads og er sjældent diskrete. De kan have uheldige egenskaber i såvel brand- som lydteknisk henseende, og uheldige rumløsninger kan frembringe meget u hensigtsmæssige afløbstekniske løsninger. Som det vil forstås, kan der være et kompliceret samspil mellem bygning og afløbsinstallation. I det følgende vil der dog i det væsentlige kun blive omtalt afløbstekniske aspekter.

Dimensionering

Dimensionering af indvendige afløbsinstallationer fremgår af kap. 4, 5 og 8.

Udluftning

Ledningsføringen i en bygning bør tilrettelægges således, at den størst mulige del af afløbsinstallationen er udluftet, og af økonomiske grunde bør dette søges gjort, uden at der udføres særlige udluftningsledninger. Udluftningsledningers dimensionering fremgår af kap. 4.

Udførelse af udluftningsledninger

Udluftningsledningers udførelse adskiller sig kun fra andre afløbsledninger derved, at de skal føres over tag og skal inddækkes i taget.

Hensyn til omgivelserne

Ved placeringen på taget er der vidtgående hensyn at tage til vinduer, døre, aftrækskanaler, luftindtag for ventilationsanlæg, tagterrasser o. lign. opholdsarealer og vindforholdene. Med henblik på vindforholdene spiller taghæld-

ningen en væsentlig rolle, og der foreligger derfor regler for placering ved forskellige tagformer.

Tage med hældning på mindre end 30°	På tage med mindre hældning end 30° med vandret plan, anbringes udmundingen mindst 0,3 m over det højeste punkt af oplukkelige vinduer eller døre fra beboelsesrum, køkkener, bade-, wc-, trappe- og forrum samt over udmundingen af kanaler for naturlig ventilation, for så vidt sådanne punkter er beliggende nærmere end 1 m målt i vandret plan.
Tage med hældning større end 30°	På tage med større hældning end 30° med vandret plan, anbringes udmundingen mindst 0,8 m over de ovenfor nævnte punkter, for så vidt de er beliggende nærmere end 3 m målt i vandret plan.
Opholdsarealer	I opholdsarealer, f.eks. på flade tage, anbringes udmundingen mindst 2 m over opholdsarealet. Kravet gælder også det tilgrænsende område i indtil 3 m afstand målt i vandret plan fra arealets grænser.
Luftindtag	Ved luftindtag til anlæg for mekanisk ventilation anbringes udmundingen i mindst 5 m afstand målt i vandret plan.
<i>Materialer og samlinger</i>	Materialer og samlinger er omtalt i kap. 11.
<i>Installationsgenstande og deres tilslutning</i>	Installationsgenstande og deres tilslutning er omtalt i kap. 13.
<i>Sikring mod brand</i>	Sikring mod brand er omtalt i kap. 16.
<i>Lydmæssige forhold</i>	Lydmæssige forhold er omtalt i kap. 17.
<i>Udførelse</i>	Udførelse af afløbsinstallationer i bygninger er omtalt i kap. 19.

## Kapitel 19

### Udførelse af afløbsinstallationer

#### Generelt

Ved udførelsen af en afløbsinstallation skal man sikre sig, at normens funktionskrav er opfyldt, ikke alene ved ibrugtagningen, men også i en rimelig tid fremover, og det skal bemærkes, at man ved en rimelig tid her forstår ca. 50 år, med mindre der er tale om interimistiske installationer. Dette er et helt almindeligt formuleret krav, og det kan for udførelsens vedkommende konkretiseres i følgende:

Ved udførelsen af en afløbsinstallation skal man sikre sig, at de ved projekteringen forudsatte fald, retninger, tæthed af samlinger mv. overholdes og bevares.

Da arbejdsforholdene er helt forskellige for ledninger i jord og ledninger i bygninger, er der i det følgende foretaget en opdeling derefter. Dette afsnit indeholder ikke nærmere om udførelse af brønde, udskillere, samlinger, tilslutning af sanitetsgenstande mv., idet der henvises til de pågældende kapitler (kap. 10-13).

#### Udførelse af ledninger i jord

Som anført i kap. 11 er et af de vigtigste krav, man kan stille til rør i jord, at de skal kunne holde til de meget store belastninger, de udsættes for. De væsentligste af disse er:

#### *Belastninger*

Belastning hidrørende fra den over ledningen liggende jord (fyld), belastning hidrørende fra materialer o. lign., der er oplagret på jordoverfladen, den såkaldte overfladebelastning og trafikbelastningen, der normalt udtrykkes ved det maksimale akseltryk, der kan forekomme over ledningen.

**Vandtryk** Hertil kommer udvendigt og indvendigt vandtryk hidrørende f.eks. fra hhv. en høj grundvandsstand og opstemning. For plastmaterialers vedkommende skal der peges på risikoen for sammenklapning af rør, såfremt der opstår undertryk i ledningerne, f.eks. ved hævertvirkning.

**Styrkeberegning** Der skal ikke her gøres nærmere rede for, hvorledes der foretages styrkeberegninger for jordledninger, idet der henvises til DIF's "Lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord", der behandler ledninger af beton og glaseret ler, og DIF's norm: "Afløbsledninger af PEL, PEH og stift PVC i jord" (1. udg. maj 1973). For ledninger af andre materialer, f.eks. GAP og Pitch fibre henvises til fabrikanternes anvisninger og de aktuelle va-godkendelser.

Det er altafgørende for rørenes evne til at modstå de påvirkninger, de udsættes for, at såvel udgravning som rørlægning og tilfyldning foretages omhyggeligt og i overensstemmelse med de regler, der er angivet i "lægningsbestemmelserne", og her skal kort redegøres for de generelle retningslinier.

**Udgravning** Det er vigtigt for at begrænse belastningen på rørene, at selve udgravningen udføres så smal, som rimelige arbejdsforhold tillader det. En udgravning med lodrette vægge er mest fordelagtig mht. belastningen på rørene, men der er i praksis også andre hensyn at tage. Arbejdstilsynet tillader ikke, at udgravninger dybere end 1,7 m udføres, uden at der foretages afstivninger af udgravningen, og en afstivning (spunsning) er ret tidsrøvende og kostbar. Korrekte udgravningsprofiler er angivet i de ovennævnte "lægningsbestemmelser" samt i DIF's norm for "Afløbsledninger af PEL, PEH og stift PVC i jord".

Udgravningens bund skal være fri for store sten og lignende, og det er i det hele taget vigtigt, at udgravningens bund i sin hele længde giver mulighed for en ensartet understøtning af rørene. Således bør lokale forekomster af ikke bæredygtig jord, f.eks. muldjord, mosejord, løset ler og frossen jord fjernes og erstattes med grus, der iøvrigt ikke bør indeholde sten, der er større end 32 mm i tværmål.

**Lægning af rør** Ved lægning af rørene skal man sikre sig, at disse understøttes i deres fulde længde og på selve rørkroppen. Rørene må således ikke understøttes lokalt, f.eks. på mufferne alene eller på brædestumper o. lign.

Små rør ( $d \leq 15$  cm) kan understøttes direkte på gravens bund, såfremt der udgraves huller for mufferne, men det kan anbefales, at rørene altid lægges på et mindst 15 cm tykt grus- eller sandlag.

**Etablering af fald** Lægning af rørene skal naturligvis foretages således, at det fald, der er forudsat ved projekteringen, etableres med en rimelig nøjagtighed, og dette vil sige, at ikke alene en ledningsstrækning som helhed, men også hvert enkelt rør på strækningen, skal lægges med dette fald.

Der er i tidens løb udviklet flere metoder til etablering af det korrekte fald, nemlig:

brug af waterpas,  
miring med vandremire,  
nivelement og  
andre metoder.

Generelt kan det om lægningen siges, at de ved projekteringen forudsatte koter til afløbsinstallationens vigtigste punkter (nedgangsbrønde, fodbøjninger, tilslutningssteder mv.) altid skal afsættes med stor nøjagtighed, hvilket i realiteten kun kan ske ved, at der foretages et nivelement.

Ved lægning af selve ledningsstrækningerne mellem de indnivalerede punkter er valget af hjælpemåde betinget af den nøjagtighed, der ønskes, og det kan siges, at ved fald, der er mindre end 15 ‰, bør der anvendes en nøjagtig metode såsom vandremire eller nivelement.

**Waterpas** Ved lægning og kontrol af ledningsfald med waterpas kan man bære sig således ad:

Faldets størrelse i mm på en rørlængde bestemmes. Man skærer en pind til nøjagtigt med denne tykkelse og lægger den på muffen som vist på fig. 19.1.



Fald målt med waterpas

Fig. 19.1. Lægning af ledning ved hjælp af waterpas.

Er pinden nøjagtigt tilskåret, og står waterpasset nøjagtigt i vage ved hvert eneste rør, vil ledningen ligge med det rigtige fald, og såfremt rør og muffe er fuldstændigt ensartede, vil bundløbet også komme til at ligge mireret. Med nogen øvelse vil man i alt fald kunne lægge de almindelige husspildevandsledninger tilfredsstillende efter denne metode. Men det må erindres, at en lille fejl, f.eks. ved pindens tykkelse eller ved waterpasset vil kunne gentage sig ved hvert eneste rør og således på en ledningsstrækning kunne opsummere sig til en kendelig fejl. Man må derfor så ofte som muligt kontrollere ledningens dybde. Hvis mufferne er uens, hvad der ofte er tilfældet ved lerrør, kan man ved at lægge muffekanterne mireret risikere at få selve bundløbet i uregelmæssigt leje.

Man vil også kunne afpasse faldet ved at lægge et kort waterpas på selve rørlegemet. Man må i så fald være opmærksom på, at resultatet kun bliver rigtigt, hvis rørene er nøjagtigt centrerede. Man har haft eksempler på, at en rørlægning har vist sig at ligge omtrent vandret, skønt faldet på hvert enkelt rør har været kontrolleret. Forklaringen vil ses af fig. 19.2.

Ved de moderne samlingsmetoder med præfabrikerede rulleringe o. lign. forekommer denne mangel i centreringsen dog kun sjældent.



Ucentreret ledning med forkert fald

Fig. 19.2. Fejl ved lægning af ledning ved hjælp af waterpas.

Vandremire

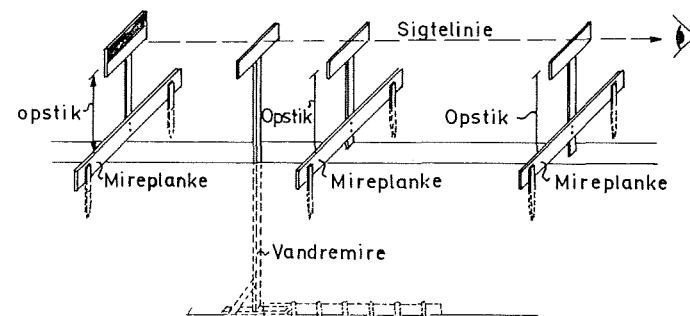
Hvor det kommer an på stor nøjagtighed – f.eks. ved svagt fald (mindre end 15 ‰) og med lange ledningsstrækninger – kan denne kun opnås ved benyttelse af mirer.

Et sæt mirer eller miretavler består af en "vandremire" og 3 "faste" mirer, hvoraf den ene er malet hvid på den ene halvdel og sort på den anden med en skarp, vandret skillelinie.

Ved miring (se fig. 19.3) anbringes ved begge ender og omtrent på midten af den omhandlede ledningsstrækning en mireplanke tværs over gravningen, og på disse planker anbringes de tre faste mirer, hvoraf den bageste mire er den sort-hvide. Vandremiren er anbragt på en lægte med en fod, der kan træde ind på rørbunden, og når overkant af vandremiren stadig holdes i den af overkanterne på de to forreste mirer og skillelinien på den bageste mire dannede sigtelinie, vil bundløbet af rørene komme til at ligge i en ret linie, der er parallel med sigtelinien, hvilket kaldes, at ledningen er mireret. Ved den anførte fremgangsmåde opnås, at det er selve bundløbet, hvis fald man tilpasser.

Det er en forudsætning for metodens anvendelse, at ledningen har samme fald på hele strækningen fra den første til den sidste planke.

Sigtelinien for de faste mirer afsættes efter projektet i samme højde over bundløbet som vandremirens længde.



Mireopstilling

Fig. 19.3. Lægning af ledning ved hjælp af vandremire.

Afsætningen sker på følgende måde: Af de over gravningen anbragte faste afmærkningsplanker (mireplanker) foretages et nøjagtigt nivellement. Koterne angives med millimeters nøjagtighed. "Opstikket", dvs. højden fra en planke til sigtelinien for den mire, der skal anbringes på planken, beregnes nøjagtigt, og miren sømmes fast i den rigtige højde.

Da man altid lægger en ledning fra det laveste punkt til det højeste punkt på ledningsstrækningen, skal den første planke anbringes over det sted (brønd, ældre ledninger eller allerede lagt ledningsstrækning), hvor ledningslægningen skal påbegyndes. Afstanden mellem den første og sidste planke bør højst være 40-45 m, således at tavlerne kan ses tilstrækkeligt nøjagtigt.

**Nivellement** Såfremt et nivelleringsinstrument er permanent til rådighed, vil den i det foregående nævnte sigtelinie kunne etableres som instrumentets sigtelinie, og man kan følgelig direkte indnivellere hvert enkelt rør, og derved etablere det ønskede fald.

**Andre metoder** Ved større kloakeringsarbejde kan man anvende metoder som laser-stråler, men indenfor det område, der dækkes af afløbsregulativet, vil de førnævnte metoder nok holde skansen i den nærmeste fremtid.

**Tilfyldning** Når ledningen er lagt, skal der foretages tilfyldning af udgravningen, og her er der rige muligheder for helt at ødelægge, hvad der er opnået ved omhyggelig udgravning og rørlægning. Det er derfor af afgørende betydning for det endelige resultat af rørarbejdet, at lægningsbestemmelserne nøje følges.

De for en bestemt rørtype tilladelige lægningsdybder er betinget af

at belastningen på rørene er lodret og symmetrisk fordelt i forhold til rørets lodrette akse og at understøtningen er ensformigt fordelt, ikke alene på rørets underside, men også på rørets sider,

og opfyldes disse betingelser ikke, nedsættes rørenes bæreevne betydeligt.

Under tilfyldningen må rørene af samme grund ikke udsættes for anderledes rettede og fordelte belastninger end ovenfor angivet. Det er derfor nødvendigt, at fyldning og komprimering indtil 0,5 m over rørtop sker ved håndarbejde. Herved forstås f.eks., at fylden med gravemaskine anbringes midt over rørene og derefter med håndkraft successivt fordeles og komprimeres.

Denne del af fylden skal komprimeres særlig omhyggeligt, men iøvrigt skal der foretages en fornuftig komprimering af fylden i hele graven, idet dette blandt andet øger friktionen langs gravens sider, hvorved belastningen på rørene mindskes. Komprimeringen skal fortsættes, efter at en eventuel afstivning er fjernet.

Fylden om rørene og indtil 0,5 m over disse skal være god jordfyld, dvs. at den skal kunne komprimeres og være ensartet. Fylden indtil centrumhøjde bør ikke indeholde sten større end 32 mm, medens fylden herover og indtil 0,5 m over rørene ikke bør indeholde sten større end 10 cm. Fed lerjord, mosejord og muldjord samt frostklumper må ubetinget undgås. Er der mindste tvivl om de forhåndenværende materialers egnethed som fyld, bør der anvendes grusfyld til en passende højde afhængig af vurderingen af fyldet.

For at undgå skæv belastning på rørene er det vigtigt ved fyldning med dozere eller andre jordmaskiner, at denne fyldning kun sker fra enden af graven, og det bør ved kørsel i graven påses, at der forinden er fyldt og komprimeret til så stor en højde, at rørene ikke overbelastes.

### **Stikledninger** *Ledning i vejareal*

Udførelse af stikledninger er et særligt problem, da en stor del af stikledningen forløber normalt i offentligt ejet vejareal, hvor tilstedeværelsen af andre arter af ledningsanlæg kan medføre, at myndighederne stiller særlige krav til udførelsen af stikledningen, se fig. 19.4.

### *Ledningsarbejdets tilrettelæggelse*

Medens man normalt er frit stillet med tilrettelæggelsen og udførelsen af kloakarbejdet på egen grund, er ethvert arbej-



## TVÆRPROFIL MED LEDNINGER

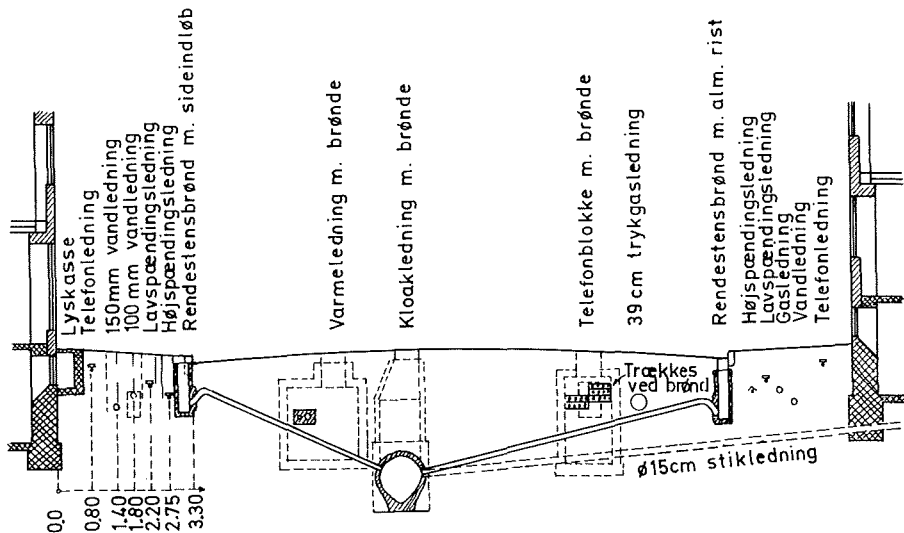


Fig. 19.4. Ledningsplaceringer i gadetværsnit.

de i en anlagt gade eller vej forbundet med et særligt ansvar.

## Hensyn til trafik

Gaden er almindeligvis åben for færdsel, og arbejdet skal udføres således, at færdslen ikke generes mere end det foreliggende arbejde absolut nødvendiggør.

Enhver opgravning må derfor ikke gives større udstrækning end nødvendigt og skal ved en omhyggelig afstivning sikres mod enhver sammenskruden af gravningen, hvorved dennes omfang vil blive unødigt forøget samtidig med, at der kan opstå fare for færdslen på de tilstødende arealer.

## Politivedtægter

I henhold til bestemmelserne i de forskellige politivedtægter skal den pågældende strækning, så længe arbejdet varer, i passende afstand holdes forsvarligt afspærret. Fra mørket falder på, og indtil det bliver lyst om morgenen, skal der

være anbragt fornødne tændte lygter ved afspærringen. Da kloakentreprenøren er ansvarlig for, at afspærringen er i orden, må der ofte uden for arbejdstiden foretages inspektion af afspærringen, først og fremmest i natterne, og specielt for at tilse at lygterne brænder.

Selvfølge må gaden ikke holdes helt eller delvis afspærret længere end absolut nødvendigt, hvorfor kloakentreprenøren altid er ansvarlig for en hurtig gennemførelse af arbejdet i gader og veje, og hvis det af færdselshensyn er nødvendigt, kan vejmyndighederne forlange, at der præsteres natarbejde.

## Andre ledninger i vej

Ved gravning på tværs af gaden for at få forbindelse med hovedkloakken, der som regel ligger i gademidten, kan man træffe på forskellige kabler og ledninger, der er ført frem i gaden, se fig. 19.4.

Gasrør og vandrør er som regel støbejernsmufførør af almindelig kendt type, og de kan være svære at skelne fra hinanden.

Kabler er almindeligvis overspundet med jute og afdækket med en eller anden beskyttelse i form af mursten, lagt på fladen, fliser, vinkeljern eller et trådnæt eller et gult plastbændel, der er anbragt 30 cm over kablet. Beskadigelse af de omhandlede forsyningsledninger og kabler, der kan skyldes såvel arbejdernes værktøj som nedskridning af den underliggende jord ved opgravningen, kan medføre store ulemper og påføre kloakentreprenøren et betydeligt erstatningsansvar. Berøring med værktøj af de strømførende dele af elektriske højspændingskabler er forbundet med livsfare.

## Gravemetoder

Disse fakta medfører, at problemet om hånd- eller maskingravning må tages op til en meget nøje overvejelse. Visse steder er overvejelserne gjort, nemlig hvor myndighederne blankt forbyder maskingravning. Andre steder må kloakmesteren gøre sig klart, om der på stedet kan graves tilstrækkelige længder ad gangen til, at det kan betale sig at anvende en maskine.

### Kontakt til myndigheder

Kloakmesteren må inden arbejdets igangsættelse altid sikre sig oplysninger om de i vedkommende gade værende ledninger og kabler, eventuelt ved direkte assistance af en tilsynsførende fra det kontor, der kan påvise beliggenheden af ledninger eller kabler og give anvisning på foranstaltninger til deres sikring under arbejdets udførelse. Kloakentreprenøren skal derfor – ikke mindst i egen interesse – inden opgravning i gade påbegyndes, anmelde arbejdet til de kontorer, der varetager udførelsen og vedligeholdelsen af de forskellige kabler og ledninger.

Når disse oplysninger er samlet, bør han, helst ved håndgravning, få blottet de i vejen eller gaden værende ledninger og forsvarligt ophænge eller understøtte disse. Træffer han på ukendte ledninger, skal de vedkommende myndigheder altid tilkaldes, således at en registrering kan finde sted.

Tilfyldningen skal udføres så omhyggeligt som overhovedet muligt for at undgå senere sænkninger.

### Istandsættelse af vej

Istandsættelse af befæstelse såvel i kørebaner som i fortove skal være af absolut samme kvalitet som den oprindelige befæstelse. Istandsættelsen skal ske så hurtigt som muligt, og hvis der udføres en midlertidig befæstelse, skal denne give fuldstændig jævn vejbane og vedligeholdes omhyggeligt, indtil den endelige befæstelse kan udføres.

Den endelige istandsættelse af asfalt, asfaltbeton eller engelsk brolægning vil ofte blive udført af vejmyndigheden for ejerens, eventuelt kloakentreprenørens regning. Det må iøvrigt erindres, at vejmyndighederne har ret til i offentlig gade også at forlange selv at udføre dele af afløbsarbejdet på ejerens regning, f.eks. indhugning på eksisterende ledninger.

### Tilslutning til hovedafløbsledning

Selve ledningstilslutningen skal ske efter de lokale myndigheders anvisning, og metoden retter sig i høj grad efter forholdene. I det følgende er angivet en række tilslutningsmuligheder med de bedste nævnt først.

### Tilslutning til eksisterende nedgangsbrønd

Denne mulighed bør altid benyttes, hvis det overhovedet er muligt. Tilslutningen skal ske som angivet i kap. 12, og det er muligt at udføre tilslutning for stikledninger af enhver dimension og ethvert materiale.

### Tilslutning til eksisterende grenrør

Det er i de senere år blevet almindeligt, at man ved udførelsen af hovedafløbsanlægget på passende steder anbringer afproppede grenrør, beregnet til senere stikledningstilslutninger. Disse bør anvendes, når de findes, men der stilles normalt ikke fra myndighedsside krav herom.

Ved denne metode er det normalt kun muligt at foretage tilslutning af stikledninger med rørdimensioner 100, 150 og (kun sjældent) 200.

Ved anvendelse af passende overgangsstykker kan rør af næsten vilkårlige materialer samles.

### Tilslutning ved isættelse af nyt grenrør

Denne metode kan eventuelt anvendes, hvor de forannævnte ikke er mulige. Den forudsætter, at grenrør passende til hovedafløbsledningen og til stikledningen markedsføres. Dette er normalt kun tilfældet, hvis hovedafløbsledningen er udført af betonrør efter DS 400, lerrør efter DS 402 eller plastrør, og hvis hovedafløbsledningens dimension er 300 mm eller mindre, og stikledningens 100 mm eller 150 mm. Isætning af grenrør bør ske ved indskruring, se fig. 19.6.

### Tilslutning ved indhugning af stikledning

Når hovedafløbsledningen er større end 300 mm<sup>ø</sup> eller har et andet tværsnit end det rent cirkulære, kan det være nødvendigt at foretage indhugning af stikledningen, se fig. 19.5. Tilslutningen sker i så fald ved, at der indhugges og

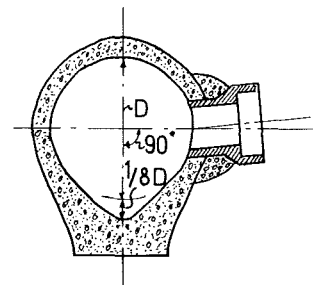
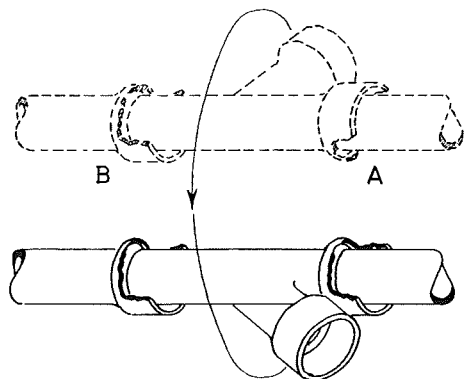
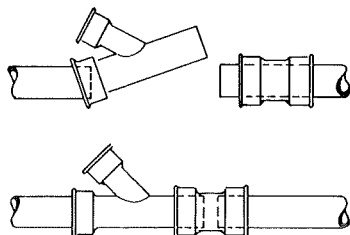


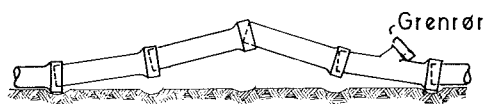
Fig. 19.5. Indsætning af muffestykke i eksisterende ledning.



Indskrænkning af grenrør



Anvendelse af skydemuffe



Indsætning af grenrør i eksist. ledning

Fig. 19.6. Isættelse af grenrør.

faststøbes et kort muffestykke i hovedafløbsledningen, og stikledningen tilsluttes muffestykket med en tæt og fleksibel samlingsmetode (klasse 1).

Ved denne samlingsmetode skal man være særdeles forsigtig og omhyggelig. Hulhugningen betyder en svækkelse af hovedafløbsledningen, og et ledningsbrud kan være føl-

gen. Såfremt der er tale om en gammel ledning af en ikke gængs dimension eller et særligt profil, kan det blive nødvendigt at udskifte en større ledningsstrækning. Ved indstøbning af muffestykket må man sikre sig, at hovedafløbsledningens indvendige overflade forløber glat, da der ellers vil være stor risiko for forstoppelse.

Ved indhugning kan tilsluttes stikledninger med dimensionerne 100, 150 og 200 mm, under forudsætning af, at hovedafløbsledningens dimension er mindst tre gange så stor som stikledningens. Indhugning kan ikke foretages på hovedafløbsledninger af glaserede lerrør.

Tilslutning ved etablering af ny nedgangsbrønd

Tilslutning af en stikledning til hovedafløbsledningen ved etablering af en ny nedgangsbrønd er i og for sig en god metode. Den eneste ulempe er, at metoden er besværlig, og dermed tidskrævende og dyr. Der er ingen praktiske begrænsninger i tilslutningsmulighederne.

Andre tilslutningsmuligheder

Ved hovedafløbsledninger af plast kan der efter "hulstikning" pålimes et sadelgrenrør. Sadelgrenrøret kan være et færdigt formstykke eller kan fremstilles ved gennemskæring af et grenrør. Metoden kan anvendes på hovedafløbsledningen med dimensioner op til 500 mm<sup>ø</sup> og i stikledningsdimensioner op til 315 mm<sup>ø</sup>.

Forhold under arbejdets udførelse

Under tilrettelæggelsen af udførelsen af stikledningstilslutningen er det normalt nødvendigt at tage i betragtning, at hovedafløbsledningen er en ledning i funktion, og at der eventuelt kan optræde opstemninger. Det kan derfor være nødvendigt at udføre midlertidige afprovnings, og at pumpe såvel "på langs ad" hovedafløbsledningen som fra afløbsinstallationen over i hovedafløbsledningen.

Udførelse af afløbsledninger i bygninger

Når undtages ventilationsanlæg er afløb den form for installation, der stiller de største pladskrav, og da den tillige består af ret store ledninger, der skal lægges med fald, er det klart, at en afløbsinstallations planlægning og udførelse

er af afgørende betydning, både for de øvrige installationer og for bygningen i almindelighed.

#### Funktionskrav

En afløbsinstallation skal udføres således, at de funktionskrav, der kan stilles til en afløbsinstallation, er opfyldt ikke blot ved idriftsætningen, men også i hele den tid, den pågældende installation forventes at være i drift. Dette helt generelle funktionskrav er ret u håndterligt, og der skal derfor i det følgende forsøges opstillet de mere specifikke funktionskrav, der kan udmøntes i en praktisk projektering og udførelse af afløbsinstallationen i en bygning.

#### Reparation, vedligeholdelse og rensning

Installationsdele, der med mellemrum må forventes at skulle repareres, vedligeholdes og renses, skal placeres og udføres således, at det pågældende arbejde kan udføres let og uden større indgreb i den øvrige installation eller i bygningskonstruktionerne iøvrigt.

#### Bæring, styr og fastspændinger

Ved ledningsarbejdet skal bæring, styr og fastspændinger udføres således, at ledningsanlægget kan tåle de påvirkninger, ledningerne udsættes for og således, at de under projekteringen forudsatte fald altid er til stede. Ledningsarbejdet skal ligeledes udføres således, at der ikke opstår skader i bygningskonstruktionerne.

#### Beskyttelse af rør

Rør, der kan udsættes for skadelige påvirkninger af mekanisk, fysisk eller kemisk art, skal beskyttes mod disse påvirkninger.

#### Temperaturbevægelser

Som tidligere anført har plastmaterialer store varmeudvidelseskoefficienter. Et 1 m langt PEH-rør udvider sig således ca. 1 cm ved 50° opvarmning, og det er helt klart, at en installation skal planlægges nøje, når så store deformationer kan optræde. Ved en rationel anbringelse af styr og fastspændinger kan man i forbindelse med ekspansionsstykker og -bøjninger (sideslag) optage de store deformationer, uden at der opstår skader i installationen.

#### Andre normkrav

For installationer udført af PVC og PEL gælder iøvrigt Dansk Ingeniørforenings normer for

”Afløbsledninger af stift PVC i bygninger” og  
”Afløbsledninger af PEL (polyethylen med lav massefylde) i bygninger”.

#### Brand og lyd

Der henvises til kap. 16 og 17 angående de specielle forhold ved brandsikring og lydisolering af afløbsinstallationer.

#### Bæring

Formålet med bæring er, at disse skal fastholde afløbsinstallationen på en sådan måde, at de påvirkninger, den udsættes for, kan optages uden gener og skader.

Af de fysiske påvirkninger, rørledninger udsættes for, er de vigtigste:

Påvirkninger fra tyngdekraften og temperatursvingninger, og de i denne forbindelse vigtigste egenskaber hos rørene er deres

styrke og  
varmeudvidelseskoefficient.

Alt efter bæringernes art kan disse opdeles i følgende kategorier:

#### Bæringstyper

*Almindelige bæring*, hvis formål er en simpel understøtning. De anvendes på liggende ledninger og tillader rørledningen at bevæge sig såvel i akseretningen som vinkelret derpå. Den oftest anvendte bæring af denne kategori er ”pendulbæringen”.

*Styr*, der tillader ledningerne at bevæge sig i akseretningen. Den almindeligste form for styr er gennemføring i mure og etageadskillelser. Gennemføringen skal ske i bøsning.

*Fastspænding*, der holder ledningen fast uden bevægelsesmuligheder. En almindelig udført fastspænding er f.eks. indstøbning af grenrør i etageadskillelser.

## Rørenes styrke

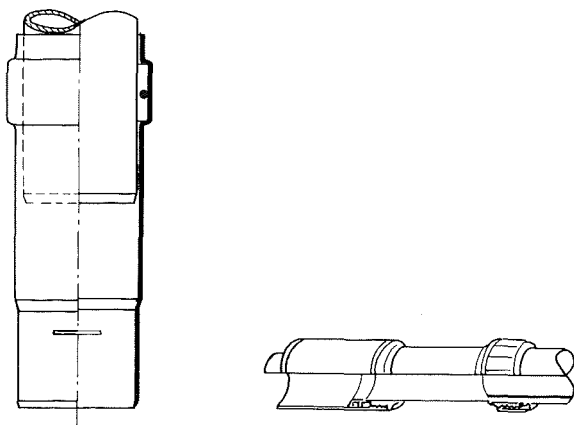
For de traditionelle rørmaterialers (støbejern og metalrør) vedkommende er rørenes styrke indenfor det normale brugsområde uafhængig af temperaturen, hvilket ikke er tilfældet for plastmaterialerne. For PVC kan det således anføres, at styrken ved den maksimalt tilladelige temperatur kun er 1/3 af styrken ved 20°C, se kap. 11.

For stående ledninger har disse forhold ikke så stor betydning som for liggende ledninger, hvor man kan komme ud for, at rørene hænger i "guirlander", hvis afstanden mellem bæringerne er for stor.

## Ekspansionsstykker

I princippet skal enhver samling af normens klasse a kunne fungere som ekspansionsstykke, idet en sådan samling tillader en aksialbevægelse af en vis størrelse, samtidig med at tætheden bevares. I praksis anvendes da også stikmuffer med gummiringssamling som ekspansionsstykke for lodret montage, idet der blot anvendes muffer med større dybder end normalt, se fig. 19.7.

På grund af ret store slip mellem spidsenden og den forlængede muffe er stikmuffen ikke helt velegnet til vandret



Lodret montage

Vandret montage

Fig. 19.7. Ekspansionsstykker.

montage, og der bør i stedet anbringes et ekspansionsstykke, der er specielt beregnet for vandret montage og er forsynet med en ved spidsenden fastholdt gummiringstætning.

Den længdevariation, der kan optages af ekspansionsstykkerne, afhænger af fabrikat og type, men normalt ligger den mellem 10 og 20 cm.

Ved monteringen bør fabrikanternes anvisninger nøje følges, og indstikdybden, der afhænger såvel af temperaturen på monterings tidspunktet og den maksimale brugstemperatur som af den ledningslængde, hvis ekspansion skal optages, bør bestemmes nøjagtigt.

## Ekspansionsbøjninger

En anden måde at optage temperaturbevægelserne på er at anvende ekspansionsbøjninger. Ordet dækker ikke et formstykke, men en måde at udføre installationen på. Installationen udføres således, at temperaturbevægelserne optages i sideslag på steder, hvor bevægelserne kan tillades, se fig. 19.9.

Den nødvendige længde af sideslaget bestemmes på grundlag af oplysninger, der gives af rørfabrikanterne, og det kan nævnes, at for PEH-rør af fabrikat "Geberit" oplyses, at sideslaget kan bestemmes efter:

$$S = 15 \cdot \Delta L \cdot D$$

hvor S er sideslagets længde i cm,

$\Delta L$  ledningens forlængelse i cm og

D ledningens udv. diameter i cm.

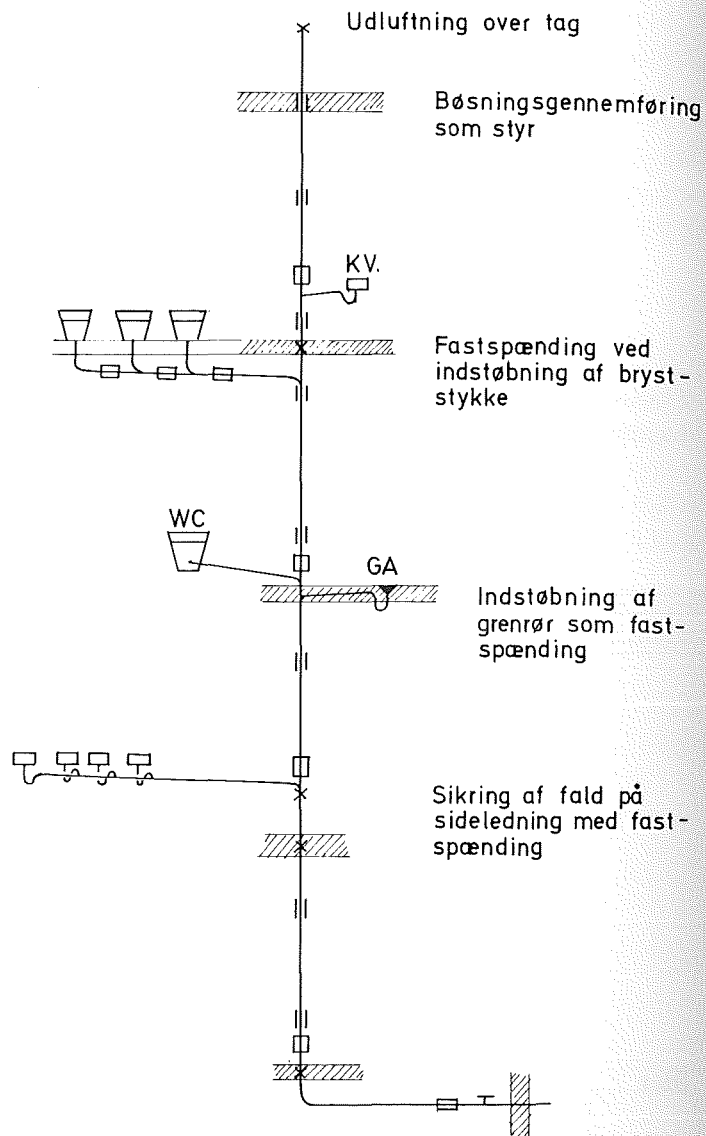
I fig. 19.9 fås således:

$$S_1 = 15 \cdot \Delta L_1 \cdot D.$$

## Styr

Som tidligere anført hører ekspansionsstykker og -bøjninger uløseligt sammen med styr, der tillader bevægelser i aksial retning. I figur 19.8 er der vist en række eksempler på kombination af styr, fastspændinger og ekspansionsmuligheder, der sikrer, at ledningernes ekspansion kan optages på hensigtsmæssig måde.

## Stående og liggende ledninger



(fortsætter)

## Ekspansionsstykker på liggende ledninger

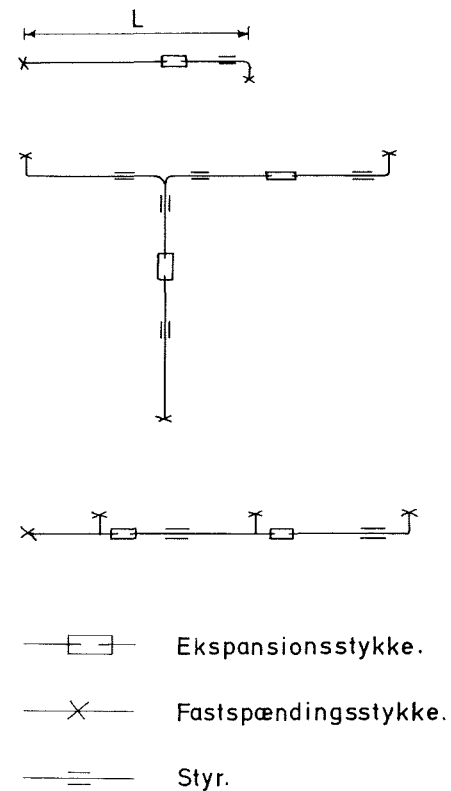


Fig. 19.8. Styr, fastspændinger og ekspansionsmuligheder.

Som det kan forstås af det foregående, er det særdeles vigtigt at fastlægge den største brugstemperatur (vedvarende), som installationen kan komme ud for. Dette gælder specielt for plastrør, der dels har en stor varmeudvidelseskoefficient og dels har stærkt faldende styrke ved stigende temperatur.

Den maksimale brugstemperatur i en bolig-installation, der kun omfatter bad- og wc-installation, vil næppe oversti-



## Bæringsafstande

Afstanden mellem bæringer på liggende ledninger af plast bør ikke overstige 8-10 gange diameteren, og for støbejernsledninger bør den ikke være mere end 1,5-2,0 m. De nøjagtige bæringsafstande for plastrør fremgår af normerne for de pågældende rør.

For stående ledninger er kravene knap så strenge. Den maksimale bæringsafstand på plastledninger er ca. 20 gange diameteren, dog max. 2 m, og for ledninger af metal og støbejern gælder, at de normalt kun fastholdes i etageadskillelsen – dog er den maksimale afstand ca. 2,5-3,0 m. Uanset ovenstående bør der på lodrette ledninger dog udføres bæringer umiddelbart under tilslutningsstedet for alle større sideledninger.

Såfremt temperaturen ofte nærmer sig den maksimale tilladelige brugstemperatur, bør plastrør understøttes kontinuerligt, f.eks. ved anbringelse i blikreuder, understøtning på profiljern el. lign., se fig. 19.11.

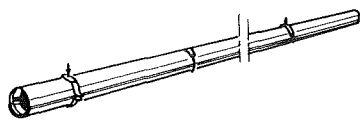


Fig. 19.11. Kontinuerlig understøtning af plastrør i blikreuder.

Uanset de angivne bæringsafstande bør der understøttes ved samlinger, specielt når der er tale om støbte samlinger eller gummiringssamlinger.

## Udførelse af bæringer

Den almindeligste bæring til liggende ledninger er pendulbæringen, der udføres ved, at en rørbøjle spændes omkring røret. I bøjlen fastgøres en strop almindeligvis af alm. rundjern, og stroppen fastgøres så til bygningskonstruktionen, f.eks. ved hjælp af en øjeskrue, se fig. 19.12. Alternativt anvendes ofte de såkaldte patentbånd.

## Afløbsrørs placering i bygninger

Afløbsrør skal i almindelighed anbringes let tilgængeligt. Oftest anbringes de synligt med en afstand på ca. 3-6 cm

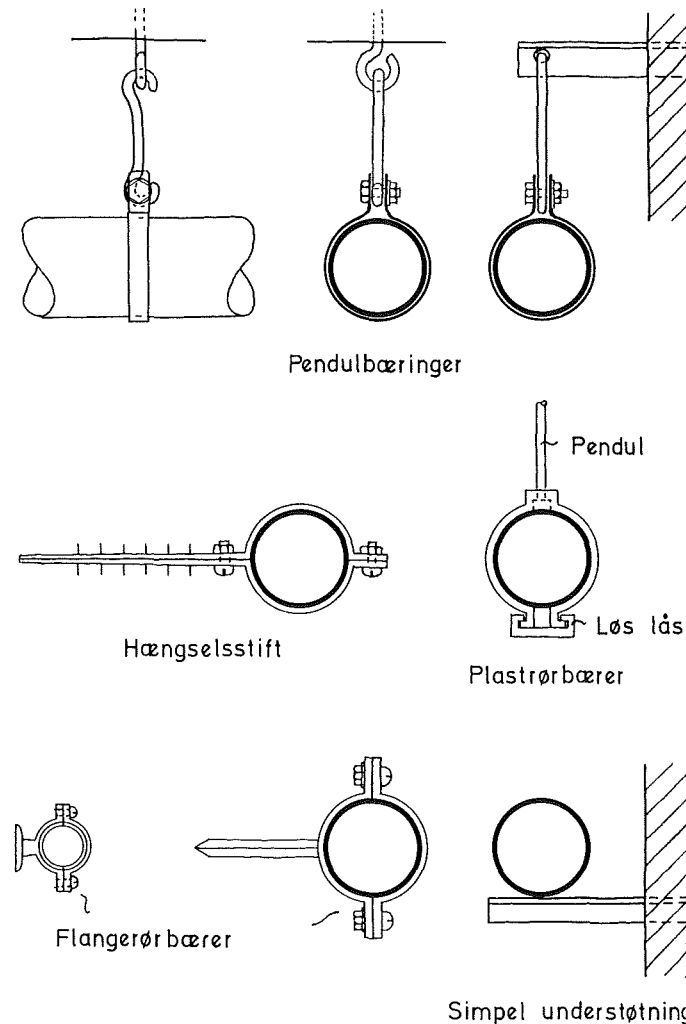


Fig. 19.12. Almindelige bæringer.

fra væg eller loft, men i de senere år er det blevet almindeligt, at rørene skjules i nicher dækket af en let vægkonstruktion, evt. blot af en plade. Nicheafdækningen bør være let aftagelig i et sådant omfang, at rørudskiftningen kan foretages, og at rensestykker bliver tilgængelige.



Længere ledningsstrækninger bør kun undtagelsesvis indstøbes eller indmures således, at de i praksis er utilgængelige, og sådanne strækninger bør ikke have samlinger. Kan samlinger ikke undgås, bør disse være svarende til mindst normens klasse B og være en svejse-, lodde- eller limsamling.

## Kapitel 20

### Kontrol og prøvning

#### Generelt

En bygherres sikkerhed for, at en afløbsinstallation er i overensstemmelse med normens krav, baseres bedst på:

kontrol af materialer og materiel,  
kontrol under arbejdets udførelse,  
prøvning af den færdige installation eller dele deraf og  
entreprenørens garanti i henhold til gældende lovgivning og  
de særlige betingelser for installationens udførelse.

#### Projekt

Forinden udførelsen af en afløbsinstallation finder sted, skal der foreligge et af myndighederne godkendt (approberet) afløbsprojekt, der kan være udført af en rådgivende tekniker (ingeniør, arkitekt el. lign.), evt. af entreprenøren selv. I myndighedernes godkendelse af projektet ligger en form for garanti for, at projektet i hovedtrækkene opfylder normens krav, og her tænkes specielt på installationens arrangement, ledningsdimensioner, renseadgange mv. Myndighedernes approbation af projektet kan helt naturligt ikke indeholde en godkendelse af arbejdets udførelse, og det er derfor nødvendigt, at der føres løbende kontrol med arbejdets udførelse.

#### Ansvar, kontrol og tilsyn

Kontrollen udøves traditionelt dels af myndighedernes tilsyn, og dels af bygherrens tilsyn, og det er typisk, at myndighedernes kontrol af en afløbsinstallation ofte er meget mere omfattende, end det er almindeligt indenfor andre fagområder.

<i>Kloak- og sanitetsmesterens ansvar</i>	Myndighedernes tilsyn er dog principielt en service overfor bygherren, og det skal bemærkes, at det til enhver tid er den autoriserede mester, der er ansvarlig for, at afløbsinstallationen er i overensstemmelse med normen.
<i>Bygherrens tilsyn</i>	Bygherrens tilsyn dækker det samme område som myndighedernes, men er specielt ved store projekter mere gennemgribende og kontinuerligt sammenlignet med myndighedernes, der normalt koncentrerer sig om få og vigtige punkter, f.eks. stikledningernes tilslutning til hovedafløbsledningerne.
<i>Kontrol med materialer og materiel</i>	Som anført andre steder i denne anvisning skal alt materiel og materialer være godkendt af boligministeriets va-udvalg, og det er en betingelse for godkendelsen, at materialer og materiel er forsynet med et identifikationsmærke. Man skal derfor altid sikre sig, at det anvendte materiel er forsynet med disse mærker, og at anvendelsen sker i overensstemmelse med godkendelsen.
Kvalitetskontrol	Herudover bør der uanset godkendelsen altid foretages en kvalitetskontrol af tingene, og evt. kasserede materialer bør straks fjernes fra byggepladsen. Denne kontrol kan være meget omfattende, og af vigtigere kontrolpunkter kan nævnes:
Rør	Rør skal være hele og uden revner, have ensartet godstykkelse, være glatte uden grater og kærnestivere mv., eventuelle overfladebeskyttelseslag skal være intakte, og rørene skal have den for det pågældende produkt normale farve.
Samlingsmaterialer	Samlingsmaterialer skal være nye, og man skal altid sikre sig, at leverede materialer (gummiringe mv.) er beregnet til anvendelse for den aktuelle rørtype. På byggepladsen bør man sørge for, at der ved en rørleverance samtidigt leveres de nødvendige samlingsmaterialer. En undtagelse herfra kan gøres, såfremt der til samling anvendes egentlige mængdevarer, f.eks. muffeasfalt og cement. For disse materialer gælder, at man aldrig bør tilberede større mængder

Installationsgenstande	samlingsmateriale, end der skal anvendes indenfor kort tid, og der må således aldrig anvendes muffeasfalt, der har været opvarmet flere gange eller i lang tid, idet der i så fald sker en dekomposition, således at visse flygtige olier fordamper.  Installationsgenstande skal være hele og ubeskadigede, og der må aldrig anvendes materialer med overfladefejl, f.eks. krakeleringer og blærer i glasuren. Det skal i forbindelse med kontrol af materiel og materialer nævnes, at disse på byggepladsen altid skal opbevares på forsvarlig måde, f.eks. skal de af fabrikanterne angivne stabelhøjder mv. altid overholdes, og opbevaring under tag må altid foretrækkes.
<i>Kontrol under arbejdets udførelse</i>	Kontrollen under arbejdets udførelse er nok den vigtigste kontrol af en afløbsinstallation, idet en egentlig prøvning af afløbsinstallationer sjældent foretages. Der er her specielt tale om de dele, der i den færdige afløbsinstallation unddrager sig kontrol, eller hvor en evt. reparation kun med stort besvær lader sig udføre. De vigtigste kontrolområder er her:  ledningsarbejder i jord og samlinger.
Kontrol af ledninger i jord	Da ledninger i jord efter tilfyldningen kun, og ofte med stort besvær, lader sig inspicere indefra, er det meget vigtigt, at de ydre forhold er tilfredsstillende.
Udgravning	Under udgravningen skal man sikre sig, at fundamenter, andre ledninger o. lign. ikke undergraves, uden at der tages særlige forholdsregler i form af understøtninger mv. Udgravningen skal foretages på den af hensyn til ledningernes styrke foreskrevne måde. Såfremt der er foreskrevet udgravning med lodrette gravsider og afstivning, må der ikke udgraves med anlæg, idet rørene da evt. efter tilfyldningen bliver udsat for store belastninger og kan knuses.

Udgravningerne skal altid udføres således, at der kan etableres et fast underlag for ledninger og brønde. Udgravningsbund må således ikke indeholde mosejord, opblødt jord o. lign. ikke bæredygtig jord, og der må ikke forekomme store sten.

#### Understøtning af rør

Understøtning af ledninger skal ske som anført i DIF's "Lægningsbestemmelser for ledninger i jord". Er der udgravet for dybt, skal der ske opfyldning med grus eller tilsvarende materiale, der komprimeres omhyggeligt. Opmærksomheden skal specielt rettes på områder, hvor der tidligere har været opgravet for udførelse af nedgangsbrønde, fundamenter, kældervægge og andre ledninger. Her bør den tidligere tilfyldte jord ofte bortgraves og erstattes med grus.

#### Rørarbejdet

Ledningslægningen skal foretages som angivet i lægningsbestemmelserne, og det bør nøje kontrolleres, at alle rør er understøttet langs hele røret og ikke støtter på mufferne. Ved indhugning på eksisterende ledninger bør det kontrolleres, at der er foretaget omhyggelig klining, og at rørender ikke rager ind i hovedledningen, samt at ledningerne oprenses efter tilslutningernes udførelse.

Rørenes fald bør – specielt ved små fald – kontrolleres omhyggeligt, og såfremt kontrollen foretages med waterpas, bør rørenes centrering samtidigt kontrolleres. Se iøvrigt kap. 19. Udførelse af afløbsinstallationer.

#### Tilfyldning

Det bør påses, at komprimering af fyld, specielt omkring rørene, bliver omhyggeligt udført, og at "lægningsbestemmelserne"s krav iøvrigt bliver overholdt.

Det bliver ofte krævet af tilsynet, at ingen del af et afløbssystem i jord må tildækkes, før det er synet. Det er normalt, at synet vil omfatte passende strækninger, f.eks. strækningen mellem to nedgangsbrønde eller tilsvarende, idet det da er muligt at kontrollere, at ledningen er retliniet på de strækninger, hvor den i henhold til projektet skal være det.

#### Kontrol af samlinger

Samlingerne er et stort problem inden for afløbsteknikken. De fleste samlinger kan ikke adskilles, uden ødelæggelse af enten samlingsmaterialet eller rørene. Rørenes centrering i samlingerne kan ret let kontrolleres, og så vidt det er muligt, bør det altid kontrolleres, at centreringsmateriale ikke er trængt ind i rørene. Her er iøvrigt en af de hyppigste årsager til forstoppelser. Støbte samlinger skal kontrolleres ved at påse, at mufferne er fyldt hele vejen rundt. Ved asfaltstøbte samlinger er kontrol af samlingens nederste punkt vigtig.

Ved blystøbte samlinger kan man direkte se, om der er foretaget efterstemning, og særlig kontrol bør udføres på svært tilgængelige samlinger, f.eks. under gulv afløbsskåle.

Ved visse typer af gummiringssamlinger kan man med et strikjern eller lignende kontrollere ringens placering i muffen. Hvis dette ikke er muligt, er man henvist til egentlig prøvning, når kontrol af samlinger ønskes.

#### Prøvning

Prøvning af afløbsinstallationer er næsten altid en tæthedsprøvning. Der findes ingen gennemprøvet standardmetode til prøvning af et afløbssystem, og prøvning foretages meget sjældent, hvilket nok skyldes, at de prøver, der foretages, almindeligvis giver deprimerende resultater. De traditionelle støbte samlinger er kun i undtagelsestilfælde tætte for et indvendigt tryk.

#### Prøvning med vand

Ved trykprøvning af en del af en afløbsinstallation skal man omhyggeligt sørge for lukning af åbne rørender. Aflukningen kan foretages med specielle propper eller med gummiblærer, der pustes op, efter at de er placeret i ledningen; derefter fyldes vand i systemet, og ved alle samlinger undersøges, om der trænger vand ud. Inden trykprøvningen udføres, skal ledningerne være udluftet.

#### Prøvning med lugtstoffer

Alternativt til vandprøvning kan udføres prøvning med lugtstoffer, f.eks. pebermynteolie.

#### Inspektion af ledninger i jord

Inspektion indefra af ledninger i jord har indtil for få år siden været forbeholdt ledninger, der er så store, at men-

nesker kan gå eller eventuelt på specialbyggede slæder blive trukket gennem dem. Ledninger med dimensioner, der er mindre end ca. 40-45 cm, har i nogen grad unddraget sig inspektion.

### TV-inspektion

Der er i de senere år udviklet inspektionsmetoder baseret på fjernsyn. Et specialbygget kamera trækkes på en slæde gennem den ledning, der ønskes inspiceret. Billedet transmitteres til en TV-skærm, der kan affotograferes. Ved denne inspektionsmåde kan man bl.a. konstatere:

brud i ledninger,  
dårlige samlinger (gummiringe, der er trængt ind i ledningerne),  
indtrængende planterødder og  
deformation af plastrør

## Kapitel 21

### Vedligeholdelse

#### Former for vedligeholdelse

Vedligeholdelse af afløbsinstallationer består traditionelt i oprensning i tilfælde af forstoppelser. Da disse almindeligvis konstateres ved, at der sker en oversvømmelse, kunne man nok ønske sig, at der foretoges en mere generel vedligeholdelse, således at forstoppelser helt undgås.

Vedligeholdelse kan deles i to kategorier:

forebyggende vedligeholdelse og  
afhjælpning af konstaterede driftsforstyrrelser.

#### Forebyggende vedligeholdelse

Den forebyggende vedligeholdelse tager sigte på at hindre, at driftsforstyrrelse opstår i en afløbsinstallation, og der er særligt to områder, hvor der bør gøres en indsats, idet brugeren af en afløbsinstallation evt. gennem en driftsinstruktion altid bør oplyses om

hvad installationen bør bruges til, og  
hvorledes den skal bruges (vedligeholdelse).

#### Hvad kan en afløbsinstallation bruges til

Det er ofte overladt til brugeren selv at finde ud af, hvad han kan bruge sin afløbsinstallation til. Hertil er at sige, at de driftserfaringer, man på denne måde samler, kan være meget dyre, både for brugeren selv og for andre, herunder særligt det offentlige.

Brugeren bør ved en skriftlig driftsinstruktion oplyses om, at en afløbsinstallation ikke må tilføres afløb, der

indeholder stoffer, der kan give anledning til aflejringer af slam eller faste partikler (sand, gips, jernspåner etc.), indeholder stoffer, herunder gifte, der kan bevirke skader på afløbsledninger, rensningsanlæg og recipient,

indeholder stoffer, der p.g.a. brand- og eksplosionsfare indebærer, at oprensingsarbejde kan være farligt, og har højere temperaturer end ledninger, rensningsanlæg og recipient kan tåle (er beregnet til).

Driftsinstruktionen skal ligeledes omfatte en anvisning på omfanget af en nødvendig almindelig vedligeholdelse og metoder for denne.

#### *Almindelig vedligeholdelse*

Den almindelige vedligeholdelse, der skal sikre mod, at skader opstår, kan bl.a. bestå i følgende operationer:

#### Nedgangsbrønde

Nedgangsbrønde bør jævnligt oprenses for grus, sand, småpinde o. lign., der falder gennem nøglehuller, ligesom en almindelig oprensning af bundrender bør ske jævnligt. Dækselkarme skal jævnligt rengøres, og såvel karme som dæksler bør med mellemrum stryges med asfalt el. lign., således at dæksler og karme ikke rustner sammen.

#### Nedløbsbrønde og sandfang

Slamrummet bør jævnligt oprenses for blade og sand mv. Man bør være opmærksom på, at eventuelle tilslutninger af dræn, tagnedløb, afløb fra lyskasser mv. friholdes, således at tilstrømning kan ske frit.

Vedrørende dæksler, riste og karme, se under nedgangsbrønde.

#### Fedtudskillere

Fedtudskillere skal jævnligt oprenses. Intervallet afhænger af belastningen på udskilleren, men bør ikke overstige 1 måned. Det udskilte stof må ikke tilføres kloakken andetsteds, men bortskaffes på anden måde (evt. som dagrenovation).

#### Benzinudskillere

Myndighederne kræver normalt, at den udskilte benzin eller oliemængde oppumpes og bortskaffes. Bortskaffelsen skal ske på godkendt vis til raffinaderi, destruktionsanstalt el. lign.

#### Primitive rensningsanlæg

En hustank er normalt dimensioneret for oprensning 1 gang årligt, og oprensningen bør absolut ikke ske med stør-

re interval. Tømningen bør ske på en sådan måde, at ca. 1/6 af slammængden bibeholdes i tanken.

#### Kældernedgange, lyskasser mv.

Da disse udgør en slags vindfælde, er der stor mulighed for, at ansamlinger af blade, sand o. lign. kan tilstoppe afløbene, og der bør således holdes rent på disse steder.

Man bør være opmærksom på, at eventuelle vandlåse altid er intakte.

#### Tagrender og tagbrønde

Tagrender og -brønde er særligt udsatte for tilstopning med blade mv., og der bør derfor hvert efterår foretages oprensning.

#### Gulv afløb

Specielt gulv afløb, hvortil der under overristen er tilsluttet afløb fra brusere og håndvaske, er udsat for forstoppelser af hår mv. Der bør foretages jævnlig oprensning.

#### Vandlåse

Vandlåse, der belastes af meget små vandmængder kombineret med relativ stor "forurening", er udsat for forstoppelser. Der bør med mellemrum foretages en kraftig gennemskylning af vandlåsen. Problemet er særligt aktuelt ved pungvandlåse på håndvaske i forbindelse med separate wc- rum.

#### Pumpe anlæg

Pumpe anlæg bør jævnligt gennemprøves (start-, stop- og alarmkontakter), og almindelig service (oliepåfyldning mv.) bør foretages rutinemæssigt. Det kan anbefales, at der sørges for vedligeholdelsesordning, evt. ved pumpeleverandørens mellemkomst.

#### Affaldsspand

En særdeles vigtig vedligeholdelsesforanstaltning er som anført ovenfor almindelig oplysning om, hvad man kan tilade sig at putte i afløbssystemet. Det er specielt i forbindelse med wc-installation, at misbrug finder sted. En meget almindelig årsag til forstoppelser er, at hygiejnebind, papirbleer, vatpinde, klude o. lign. skylles ud i vandklosettet. En rigtigt anbragt affaldsspand med tydelig angivelse af, hvad der skal puttes i den og ikke i vandklosettet, kan være en meget hensigtsmæssig vedligeholdelsesforanstaltning.

**Udluftsningrør** Det sker, at udluftsningrør tilstoppes, og årsagen er da ofte, at fugle har bygget reder i selve røret. Opdages det, bør rederne fjernes, da der ellers kan opstå kedelige følger, som f.eks. at vandlåsen udsuges, og at udluftsningen i stedet sker gennem dæksler, hvor den kan være til stor gene. Dette kan forhindres, hvis udluftsningen forsynes med en trådkugle.

**Afhjælpning af konstaterede driftsforstyrrelser** Driftsforstyrrelser, særligt i form af forstoppelser, kan forekomme i en hvilken som helst afløbsinstallation, uden at der er grund til at foretage sig andet end en afhjælpning i form af en oprensning.

**Gentagne driftsforstyrrelser** Sker forstoppelse gentagne gange på samme sted i installationen, kan der være grund til at efterspore årsagen og foretage en egentlig reparation.

**Årsager og reparation** Årsagerne til gentagne forstoppelser er normalt fejl i afløbsinstallationerne, og de viser sig almindeligvis hurtigt efter ibrugtagningen. Fejlene kan f.eks. være for små fald, eventuelt "lunker" på ledningerne, dårlige samlinger, huller på støbejernsrør eller terrazzoslam, maleraffald etc. tilført anlægget under bygningsarbejders udførelse – enten gennem installationerne eller åbentstående muffe. Det er derfor af stor betydning, at grenrør og afsætninger for installationer så vidt muligt holdes lukkede under arbejdets udførelse. Endvidere må afløbsanlægget, når dette er fuldført, og inden det tages i brug, grundigt gennemskylles og oprenses, således at eventuelle fejl opdages inden ibrugtagningen, da fejlene ofte vil medføre store ulemper og være vanskelige at rette, når først anlægget er taget i brug.

En anden hyppig anledning til gentagne forstoppelser er utvivlsomt fedt, der tilføres de stående ledninger gennem køkkenvaskene. Der er her normalt ikke tale om nogen urigtig brug af vasken, idet fedtet i varm tilstand skylles ud gennem vandlåsen og ved afkølingen afsætter sig på siden af røret, fortrinsvis i etagebøjningerne eller i de liggende ledninger. Sådanne forstoppelser vil som regel først vise sig flere år efter anlæggets udførelse, hvilket antyder, at an-

lægget oprindeligt har været tilfredsstillende. Mangelen skal afhjælpes ved en oprensning af faldstammen, men det vil her ikke være tilstrækkeligt blot at føre en almindelig split gennem ledningen, idet dennes gennemstrømning kun øges til den diameter, som splithovedet har, ca. 2-3 cm, og ulemperne vil da snart vise sig påny. Såfremt en tilfredsstillende rensning ikke kan udføres ved anvendelse af split med påskruet børste eller andre rensapparater, må ledningen udskiftes.

*Oprensningens udførelse*  
Rensningsmuligheder

I en forskriftsmæssig udført afløbsinstallation er der indbygget et antal rensadgange, hvorfra rensning kan foretages.

Ved sanitetsgenstande kan foretages en adskillelse af bundventiler og vandlåse, demontering af riste mv., hvorved der bliver adgang til ledningssystemet.

Ved ældre installationer er der ligeledes adgang til rensning gennem renspropper på vandlåse.

I bygningerne er der i selve ledningssystemet indbygget rensestykker med aftageligt dæksel. Rensestykker findes altid ved overgang til ledninger i jord, medens placering andre steder generelt set er tilfældig, og ofte findes kun rensestykkerne ved fodbøjningerne. Der er normalt også rensadgang fra taget gennem udluftsningrørene.

På ledningerne i jord er den eneste rensadgang nedgangsbrøndene.

*Renseværktøjer og deres anvendelse*  
Split

Det vigtigste og almindeligste af rensværktøjerne er den såkaldte split, som kan være en slank og bøjelig stang af fjederstål, fig. 21.1, eller en rullsplit. I den ene ende af splitten findes en spids (et "ålehoved"), og i den anden ende et håndtag. Til brug ved rensning af korte stikledninger, eventuelt med bøjninger, anvendes normalt en tynd (fra 1 · 20 til 3 · 30 mm) rullsplit, medens man ved længere ledningsstrækninger må anvende væsentlig kraftigere (op til 6 · 30 mm) splitter. Sådanne splitter vil, når de har en anelig længde, blive meget tunge, hvorfor de udføres i stykker på ca. 5 m, der samles med to korte bolte pr. samling. Disse splitter kaldes derfor samlesplitter. Stålet til

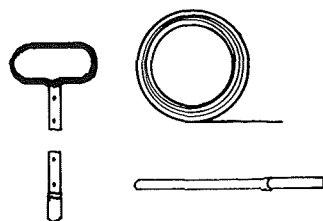


Fig. 21.1. Renseværktøjer. Rensesplit med håndtag og spids.

begge typerne bør være af bedste kvalitet, da de påvirkninger, de kommer ud for, er ret betydelige. Med en svær samlesplit af fint fjederstål kan man regne med at kunne hæve selv en svær forstoppelse på afstande på op til 70 m eller i gunstigste tilfælde endnu mere.

Arbejdet med split kan foretages både med og mod faldet, og valget herimellem vil sædvanligvis afhænge af forstoppelsens beliggenhed i forhold til brøndene. Ved en fuldstændig forstoppelse, der har forårsaget en stor opstemning oven for forstoppelsen, er der dog selvfølgelig nogen vanskelighed ved at gå med faldet, og det vil normalt blive foretrukket at gå mod faldet fra den nærmeste rensesadgang (nedgangsbrønd) neden for forstoppelsen. Fra en nedgangsbrønd, hvor opstuvningen ikke er alt for stor, kan der dog arbejdes af en mand iført vandtæt overtrækstøj, eller der kan anvendes et rør med en bøjning forneden til at lede splitten ind i ledningen.

Der bruges også ålehoveder med modhager, som ligger ind mod ålehovedet, når det presses frem, og meget let drejer ud i en vinkel, når det trækkes tilbage, så de kan gribe fat i nogle af de klude, ståltråde eller pinde, der findes i forstoppelsen.

Ved forstoppelser på særligt vanskeligt tilgængelige steder som i skarpe bøjninger, vandløse, returbojninger på udluftningsrør og lignende steder, anvendes ofte – i stedet for det normale ålehovede – en bøjelig spids, der er udført af en tæt spiralfjeder og i modsætning til den almindelige split kan bøje sig i alle retninger.

Splitten bruges i mange tilfælde til at skaffe forbindelse

igennem en brøndstrækning for den wire, der skal anvendes til at trække et andet renserekskab.

#### Gummirensere

For at "skaffe luft" i forstoppede installationer anvendes ofte den såkaldte gummirensere (sugekop), se fig. 21.2. Gummikoppen anbringes tætsluttende over sanitetsgenstandens udløb, og der foretages en serie pumpebevægelser, der ofte kan løsne forstoppelsen.



Fig. 21.2. Renseværktøjer. Gummirensere til hånd-, køkken- og rengøringsvaske.

#### Spiralrensesplit

En variant af splitten er den tynde spiralsnoede split, se fig. 21.3, der anvendes ved rensning af vandløse og lignende steder, hvor der er snævre pladsforhold. Spiralrensesplitten indføres i afløbet under omdrejning, og den kan evt. være motordrevet.

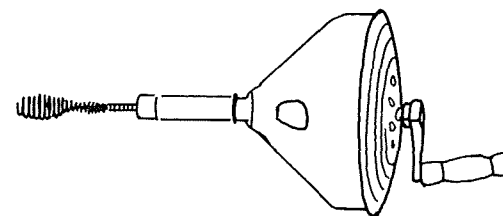


Fig. 21.3. Renseværktøjer. Spiralrensesplit.

#### Renserekskaber til brønde

Til oprensning af nedløbsbrønde findes graveredskaber i forskellig udførelse. De er alle en slags skovle med skovlbladet vinkelret på skaftet, og nogle typer har bevægelige skovlblade, se iøvrigt fig. 21.4.

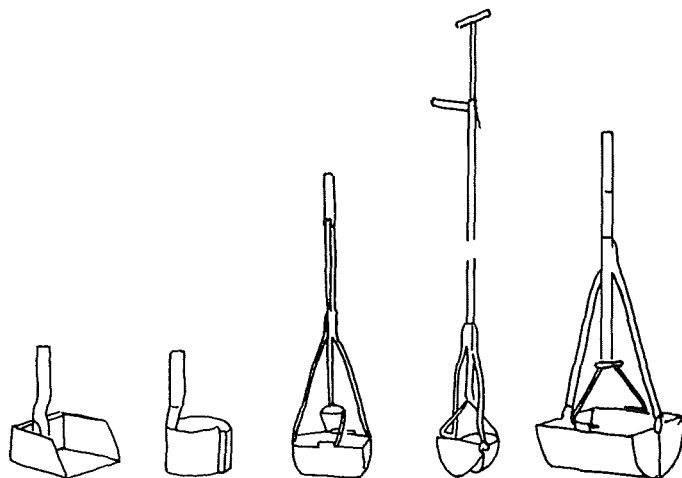


Fig. 21.4. Renseværktøjer til nedløbsbrønde.

#### Redskaber til rensning af ledninger

Det sker, at en ledning ikke kan renses med split alene. I så tilfælde kan man ved hjælp af en split trække en wire gennem ledningen og derefter fastgøre et særligt værktøj til wiren, som derefter trækkes igennem en eller flere gange.

#### Kræmmerhuse

Når større mængder grus skal fjernes fra en ledning, kan man anvende det såkaldte "kræmmerhus", der består af en kegleformet jernspand, som kan fæstnes i en stålwire, se fig. 21.5. Ved at trække kræmmerhuset frem og tilbage kan gruset føres til nedgangsbrøndene, hvorfra det optages i spande og bortkøres.

Udtrækningen af materiale ved hjælp af kræmmerhus sker såvel med som mod faldet for at udføre arbejdet med mindst mulig trækkelængde og dermed mindst anvendelse af tid og arbejdskraft.

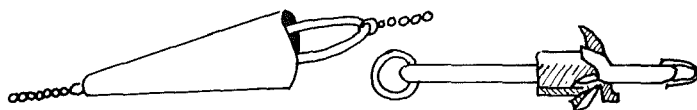


Fig. 21.5. Renseværktøjer. Kræmmerhus og renseklo.

Kræmmerhusets størrelse afpasses efter ledningsdimensionen, således at der anvendes et kræmmerhus af lidt mindre diameter end ledningen. Kræmmerhuset er et kraftigt og robust redskab, men det når dog hurtigt sin begrænsning, hvis de aflejringer, der er tale om, er fastsiddende kemiske udfældninger eller sammenkitninger, eller hvis rødder er vokset ind gennem samlingerne i ledningerne.

Til at klare disse tilfælde, der hører til de vanskeligste rensningsopgaver, haves en hel del specielle redskaber, hvoraf de simpleste er rensekloen og rodhøvlen.

#### Renseklo

Rensekloen, se fig. 21.5, er en meget tyk, nærmest skålformet jernplade, der er skærpet i kanten og hele kanten rundt forsynet med trekantede indskæringer, så der dannes kraftige tænder. Igennem skålens bund – vinkelret på den – er der ført en kraftig jernstang, som er forsynet med øjer, således at redskabet kan trækkes frem og tilbage ved hjælp af en wire. Hele redskabet er ret tungt, og kan derfor, når det trækkes frem i ledningen, gribe fat i fremspringende kanter og lignende. Under forskellige forhold kan dette redskab vise sig effektivt, men det kan kun anvendes i ledninger, der ligger ret jævnt, idet det ellers let griber fat i samlingerne. Mere direkte indrettet på at fjerne rødder er rodhøvlen.

#### Rodhøvl

Denne er et rør af stål med en skærpet savtakket kant i begge ender, se fig. 21.6. Høvlen anvendes i en dimension, der kun er lidt mindre end ledningens, og da den i en ujævn ledning kan klemme sig så fast ved en samling, at den ikke er til at trække tilbage igen, må den anvendes med en del forsigtighed.



Fig. 21.6. Renseværktøjer. Rodhøvl.



**Rensning ved spuling** Til rensning af mindre ledninger anvendes ofte spuling med vand. Der er udviklet en del forskellige strålespidser beregnet til montering på brandslanger eller til særlig anvendelse i forbindelse med højtryksspulevogne.

Rensning med højtryksspuling er uhyre effektivt, men kræver store investeringer, og det er derfor kun kommunale forvaltninger, specialfirmaer og lignende, der råder over grej til højtryksspuling.

I det foregående er der omtalt de mest almindelige rensemetoder. Der findes utallige opfindelser på dette område, og der skal blot her henvises til "telefonbogen".

### Sikkerhedsforanstaltninger

Ved arbejde i kloakker, nedgangsbrønde, pumpebrønde og lignende kan der – ofte meget pludseligt – opstå fare for de der beskæftigede folk. De kritiske situationer, der kan indtræffe, kan dels hidrøre fra pludselig uventet stærk vandfyldning i ledningen og dels fra luften i kloakken.

### Vandfyldning

Om det førstnævnte faremoment skal der blot bemærkes, at man, forinden ethvert arbejde i kloakledninger og brønde påbegyndes, nøje bør undersøge de muligheder for farer af den nævnte art, der kan være til stede ved den pågældende ledningsstrækning, f.eks. udledning af vand fra reservoirer eller søer, pludseligt opstående heftige regnskyl, der kan fylde kloakker og ødelægge eventuelt anbragte dæmninger og lignende eller vandstigning på grund af standsning eller indskrænkning af pumpedrift. I tvivlstilfælde bør der konfereres med vedkommende kommunale myndighed, forinden arbejdet påbegyndes.

### Kloakluft

Faren fra kloakluften kan i store træk deles i følgende tre tilfælde:

Forhold, der forårsager kvælning  
 Giftige luftarter  
 Eksplosive luftarter.

### Kvælningsfare

Såfremt der i kloakluften er for lidt ilt, vil et menneske, der opholder sig en tid i en sådan luft, blive bevidstløs og

derefter kvalt, såfremt han ikke hurtigt bringes ud i frisk luft.

### Giftige luftarter

Giftige luftarter kan blive ført med indåndingsluften ind i lungerne, ofte uden at vedkommende hverken lugter eller smager det. Fra lungerne går giften over i blodet, hvor den kan påvirke dette skadeligt og blive ført til forskellige organer såsom lever, nyrer, hjerte m.fl. og fremkalde sygelige tilstande i disse. Som eksempler kan nævnes svovlbrinte, der er dødelig ved et indhold i luften på 2 %, og kulilte, hvor nogle promilles indhold i luften virker dødelig efter ganske kort tids forløb. Såvel svovlbrinte som kulilte forekommer ved forrådnelse, men desuden forekommer kulilte i almindelig bygas (ikke i flaskegas) og i udblæsningen fra automobiler.

### Eksplosionsfare

Acetylen, gas og dampe fra forskellige stoffer såsom benzin, acetone m.fl. er ved blanding med luft eksplosivt og kan antændes ved en gnist.

### Kloakluftens sammensætning

I almindelighed afviger sammensætningen af luften i kloakkerne ikke meget fra den almindelige atmosfæriske luft; men af forskellige årsager kan der lejlighedsvis forekomme kvælende, giftige eller eksplosive luftarter. Årsagen kan dels være, 1) at der ved bundfældninger på enkelte steder i kloakker, pumpebrønde eller almindelige brønde og navnlig i hjælpeledninger samt andre steder, hvor vandet gennem nogen tid kan være stillestående, kan forekomme forrådnelsesfænomener, hvorved der kan dannes f.eks. metan (sumpgas), kuldioxid (kulsyre), kulilte og svovlbrinte, og dels 2) at der ved tilførsel af visse kemiske stoffer kan dannes forskellige luftarter, f.eks. benzin-, acetone-, benzol- og æterdampe, acetylen mm. og endelig 3) kan der på grund af utætheder i ledninger forekomme belysningsgas, der bl.a. indeholder kulilte.

En del af disse luftarter giver sig til kende ved deres bekendte lugt, medens andre f.eks. metan og kulilte er lugtløse.

En anden egenskab ved luftarterne, der har betydning

ved bedømmelse af farligheden ved deres tilstedeværelse i kloakker og brønde, er vægtfylden i forhold til atmosfærisk luft, idet de luftarter, der er tungere end luften og derfor samler sig ved bunden af ledningen, vanskeligere fjernes ved almindelig udluftning uden kunstigt træk.

Ved arbejde i kloakledninger, nedgangsbrønde, pumpebrønde o. lign. skal der derfor udvises den største forsigtighed med hensyn til mulige eksplosive eller giftige luftarter eller eventuelt forekommende iltmangel.

#### Udluftning

Der findes een foranstaltning, der bidrager til at modvirke alle disse farer, og som altid og i så høj grad som muligt bør anvendes, nemlig udluftning.

Det må være en absolut og ufravigelig regel, at der, forinden enhver nedstigning og arbejde i ledninger og pumpebrønde påbegyndes, ved oplukning af så mange dæksler som muligt foretages en så kraftig udluftning, at eventuelt tilstedeværende skadelige luftarter er fjernet, i det omfang det er muligt.

Skal arbejdet foregå inde i ledningen, skal udluftningen altid mindst bestå i oplukning af de nærmeste brønddæksler på begge sider af den brønd, hvori nedstigningen skal ske, og disse skal holdes åbne under arbejdet.

Hvis der mærkes lugt af belysningsgas, benzin, acetone el. lign., eller der er begrundet formodning om iltmangel, må nedstigning ikke finde sted, før yderligere stærk udluftning har fundet sted.

#### Arbejde i brønde og ledninger

Skal en mand arbejde i en nedgangsbrønd eller i en pumpebrønd, bør han have en sikkerhedssele om kroppen og en line op til en ovenfor brønden posteret mand, således at ophejsning er mulig. Skulle der indtræffe alvorlige forgiftningstilfælde (besvimelse), skal den ovenfor brønden posterede mand straks, uden dog at gå ned i brønden, søge at ophejse den besvimedede ved egen og tilkaldte personers hjælp, eller, hvis dette ikke lykkes, fastgøre tovet således, at drukning er udelukket. Endvidere skal han sørge for, at der såvidt muligt øjeblikkeligt, gennem nærmeste telefon, tilkaldes hjælp (redningskorps eller brandvæsen).

Som sikkerhedssele kan f.eks. anvendes et 4-5 cm bredt nylonbånd med en jernring i den ene ende og syet dobbelt i den anden, således at der dannes en slags "øje". Efter at ringen er ført gennem "øjet", fastgøres linen i ringen, og ved ophejsning vil nylonbåndet derefter stramme omkring kroppen under armene.

Skal en mand arbejde inde i en ledning, hvor han må kravle, bør han være forsynet med en særlig krydssele med ankelbindinger, således at hjælperne i nødstilfælde kan trække ham baglæns ud.

Det påhviler en kloakmester at instruere sine arbejdere omhyggeligt om faren ved kloakluften, ligesom han skal forsyne dem med forsvarligt stærke redningslinier mm.

## Litteraturliste

Væsentlige kildeangivelser er anført i teksten. Uden kildeangivelse er efter aftale med de berørte parter anført oplysninger eller uddrag fra følgende værker:

*Norm for afløbsinstallationer*

Udgivet af Dansk Ingeniørforening  
Teknisk Forlag, København 1974

*Kommentarer til norm for afløbsinstallationer*

*Forskrifter vedrørende afløb fra ejendomme (Afløbsregulativet)*

Udgivet af Dansk Ingeniørforening  
Teknisk Forlag, København 1967

Beretning fra det den 15.3.1967 nedsatte DIF-arbejdsudvalg vedrørende *primitive afløb*.

*Teknisk vejledning for sanitetsmesterfaget*

af A. F. Geismar  
Teknologisk Instituts Forlag, København 1965

*Teknisk vejledning i kloakmesterarbejde*

af Knud Erichsen  
Teknologisk Instituts Forlag, København 1964

*Afledning af regnvand fra skrå tage*

af K. O. Juel Rasmussen  
SBI-særtryk 218. Teknisk Forlag, København 1971

*Plastrør og fittingsystemer*

af P. Hammerich  
Dansk Plast nr. 3 og 4, 1972

## Summary

The direction covers the field of sanitary drainage installations by means of detailed descriptions, design guiding lines and examples. The direction is based on the new Danish code of practice for sanitary drainage installations.

The direction deals with: building regulations, the main sewage system, soil, waste, and drain systems in connection with combined main sewage systems as well as separate waste and surface-water systems. Furthermore individual systems are dealt with. A comprehensive description of materials, methods and components, focused on modern materials, is given. Precautions against fire and noise are described and, finally, the entire planning and design process is outlined.

---

**SBI-ANVISNING 96 AFLØBSINSTALLATIONER**  
behandler hele afløbsområdet gennem beskrivelser, illustrationer, dimensioneringsvejledninger og eksempler med udgangspunkt i den nye afløbsnorm

---

**LOVGIVNING** Administrative bestemmelser  
Godkendelsesordningen

---

**ALLE TYPER AF AFLØBS-SYSTEMER** Hoved afløbssystemet  
Spildevands-, regnvands- og drænvandsinstallationer  
Separat- og fællessystemet  
Primitive afløb

---

**MATERIALER, MATERIEL OG METODER** Rør, formstykker, overgangsstykker, samlingsmetoder, bønde, udskillere, installationsgenstande mm.

---

**TILGRÆNSENDE PROBLEMER** Sikring mod opstemning, oversvømmelse, brand og støj

---

**PLANLÆGNING, PROJEKTERING, UDFØRELSE OG KONTROL** Afløbssystemets arrangement og tilrettelæggelse  
Detailjert beskrivelse af udførelse  
Kontrol, prøvning og vedligeholdelse

---

ISBN 87 563 0184 7