

**Dansk Ingeniørforenings
normer for bygningskonstruktioner**

6. Fundering og jordtryk

(Foreløbige normer)



Udarbejdet af Dansk Ingeniørforening

1. udgave 1952

(2. oplag 1954)

Eftertryk forbudt

**TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN**

F O R O R D

Dansk Ingeniørforenings hovedbestyrelse vedtog i sit møde den 13. juni 1940 at nedsætte forskellige udvalg med den opgave at foretage en revision og supplering af de af Dansk Ingeniørforening i tidens løb udgivne normer vedrørende bygningskonstruktioner og at samle disse i et enkelt sæt »Normer for bygningskonstruktioner« med følgende hovedinddeling:

1. Belastningsforskrifter (EDSE 410).
2. Beton- og jernbetonkonstruktioner (EDSE 411).
3. Stålkonstruktioner (EDSE 412).
4. Trækonstruktioner (EDSE 413).
5. Murværk (EDSE 414).
6. Fundering og jordtryk (EDSE 415).
7. Hulstensdæk (EDSE 416).

Der nedsattes et udvalg for hvert afsnit, og formændene for de enkelte udvalg dannede et fællesudvalg, for hvilket vanddirektør, civilingeniør Martin Udsen beskikkedes til formand.

Efter at vanddirektør, civilingeniør Martin Udsen er udtrådt af hovedbestyrelsen i 1946, er overingeniør, cand. polyt. Svend Svendsen blevet valgt til udvalgets formand.

Nærværende afsnit omfatter kun fundering og jordtryk, der er udarbejdet af et udvalg med følgende sammensætning:

Akademiet for de tekniske Videnskaber: Vandbygningsdirektør, civilingeniør E. Hertz.

Anlægsdirektoratet: Overingeniør, cand. polyt. C. Elvers.

Danmarks geologiske Undersøgelse: Geotekniker, fru E. L. Mertz.

Danmarks tekniske Højskole: Professor, civilingeniør A. E. Bretting.

Dansk Ingeniørforening: Udvalgets formand, professor, civilingeniør G. Schönweller.

Dansk Ingeniørforenings bygningsingeniørgruppe: Overingeniør, cand. polyt. J. Christensen.

Dansk Selskab for Bygningsstatik: Civilingeniør, dr. techn. Chr. Ostenfeld.

Dansk Standardiseringsråd: Direktør, civilingeniør H. E. Glahn med overingeniør, cand. polyt. O. Weincke som suppleant.

De danske Statsbaner: Baneingeniør, cand. polyt. O. Godskesen.
Foreningen af rådgivende Ingeniører: Civilingeniør Erik V. Ramming.

Københavns Magistrat: Civilingeniør E. H. Sternow.

Stads- og Havneingeniørforeningen: Stads- og havneingeniør, cand. polyt. L. Malchow-Møller.

Vandbygningsvæsenet: Overingeniør, cand. polyt. Svend Svendsen.

Det nedsatte arbejdsudvalg bestod af følgende:

Overingeniør, cand. polyt. Svend Svendsen (formand),
professor, civilingeniør A. E. Bretting,
baneingeniør, cand. polyt. O. Godskesen,
civilingeniør, dr. techn. Chr. Ostenfeld,
professor, civilingeniør G. Schönweller.

Under udvalgets arbejder er der foregået en så stor udvikling inden for området fundering og jordtryk, at Dansk Ingeniørforening efter aftale med Dansk Standardiseringsråd har besluttet at udgive nærværende normer som foreløbige normer for fundering og jordtryk og ikke lade disse fremkomme som dansk standard. Hovedbestyrelsen har endvidere på sit møde den 15. marts d. å. vedtaget at nedsætte et mindre udvalg bestående af

Overingeniør, cand. polyt. Svend Svendsen (formand),
afdelingsingeniør, cand. polyt. T. C. Broen Christensen,
overingeniør, cand. polyt. J. Brinch Hansen,
professor, civilingeniør, dr. techn. Helge Lundgren,
civilingeniør, dr. techn. Chr. Ostenfeld,

der har til opgave at forberede en revision af nærværende normer med henblik på senere udgivelse af endelige normer for fundering og jordtryk.

Efter at udvalgets forslag havde været fremlagt til offentlig kritik og derefter påny gennemgået af udvalget, vedtog Dansk Ingeniørforenings hovedbestyrelse i sit møde den 19. juni 1952 at godkende forslaget.

Normer for fundering og jordtryk.

A. Gyldighedsområde.

§ 1. Normerne gælder de såvel i henseende til konstruktion som til størrelse sædvanlig forekommende bygværker (almindelige fundamenter, kajmure og lignende, støttemure, bolværker, bro-piller etc.).

Ved vigtigere bygværker bør de i nedennævnte §§ 2 og 6 nævnte byggegrundsundersøgelser ske i samråd med særligt sagkyndige, såfremt den projekterende ingeniør ikke selv er i besiddelse af fornøden sagkundskab.

B. Fundering.

§ 2. Inden projekteringen af fundamenterne for bærende konstruktioner skal man foretage omhyggelige undersøgelser af byggegrunden.

Byggegrundsundersøgelserne skal føres så vidt, at de tillader på forsvarlig måde at fastsætte

- 1) funderingsmetoden (direkte fundering eller pæle etc.),
- 2) funderingsdybden (beliggenheden af bæredygtige lag),
- 3) tilladelig påvirkning (på byggegrunden eller på pælene),

alt under tilbørligt hensyn til de sætninger, som bygværket eller den pågældende konstruktionsdel kan tåle.

Resultatet af sådanne byggegrundsundersøgelser kan benyttes som basis for projekteringen af bygværket, uafhængigt af gængse værdier for tilladelig påvirkning på byggegrunden eller for bæreevnen af funderingspæle.

§ 3. Ved sædvanlige mindre konstruktioner, som ikke er særlig følsomme overfor sætninger, kan byggegrundsundersøgelsernes omfang reduceres til bestemmelse af jordlagenes art og fasthed, f. eks. ved jordprøveboringer, spidsboringer, prøvegravninger el. lign. enkle metoder.

Til vejledning for sådanne simple tilfælde kan benyttes følgende (§§ 4 og 5):

§ 4. Fundering direkte på byggegrunden.

Man kan benytte de i følgende tabel angivne tilladelige påvirkninger på byggegrunden, forudsat at denne (på basis af de simple byggegrundsundersøgelser) på sikker måde kan henføres til de i tabellen nævnte arter.

Tilladeligt *middeltryk* på byggegrunden ved fundering i frostfri dybde kan, forudsat

at trykfordelingen ikke er meget uensformig¹),

at det bærende jordlag ikke underlejres af bløde lag, og

at den naturlige lejring bevares under bygværkets udførelse, sættes til følgende tal:

Udmærket byggegrund

Fastlejret, lerfattigt, groft sand og grus (istidsaflejringer)	} 3—5 kg/cm ²
Fast, gråt (uforvitret), sandet, mere eller mindre stenholdigt ler (moræneler)	

God byggegrund

Fastlejret, lerfattigt, middelfint sand	} 2—4 kg/cm ²
Fastlejret, leret sand og grus (istidsaflejringer)	
Fast, fedt ler (f. eks. fast, stenfrit istidsler)	
Fast, gulligt (forvitret), mere eller mindre stenholdigt ler (moræneler)	

¹) I tilfælde af meget uensformig trykfordeling må maximaltrykket på byggegrunden (under forudsætning af retlinet spændingsfordeling) ikke overskride 1,5 gange de angivne værdier.

Nogenlunde god byggegrund

Fint sand, sikret mod at lejringsforholdene fornings	} 1—2 kg/cm ²
Løst lejret, lorfattigt sand	
Mindre fast, sandet ler (f. eks. nogenlunde fast moræneler)	

Særlig forsigtighed tilrådes ved bedømmelsen af sandfri (fede) lerarter.

Den tilladelige påvirkning på byggegrunden fastsættes mellem de i tabellen angivne grænser under hensyn til bygværkets større eller mindre følsomhed for sætninger, fundamentets dybde og bredde m. m.

Såfremt funderingsdybden er større end 1 m, kan den tilladelige påvirkning som regel forøges med den uden for fundamentsfladen hvilende jordbelastning.

§ 5. *Fundering på pæle.*

Bæreevnen af pælegrupper kan ikke altid bedømmes på basis af bæreevnen af den enkelte pæl. Dette gælder navnlig ved friktionspæle i bløde jordlag (svævende pæle).

Bæreevnen af den enkelte pæl må bestemmes dels under hensyn til byggegrundens bæreevne, dels under hensyn til pælens styrke.

Den tilladelige belastning $P_{till.}$ kan fastsættes ved anvendelse af en rammeformel.

Til orientering hidsættes følgende formel:

$$P_{till.} = k \cdot \frac{Q^2}{Q + q} \cdot \frac{h}{e},$$

hvor Q = ramklodsens vægt i t

q = pælens vægt i t

h = faldhøjden i cm

e = pælens nedsynkning i cm pr. slag, bestemt som gennemsnit af de sidste 10 slag,

k = en erfaringskoefficient, der kan sættes til $\frac{1}{4}$ under

forudsætning af, at $Q \geq q$, og at ramklodsen falder frit. Hvis ramklodsen ikke falder frit, kan k i almindelighed sættes til $\frac{1}{2}$. Benyttes puder af papirsække, regnes intet fradrag i faldhøjde, medens der ved brug af påsætter skal regnes med reduceret faldhøjde. Træpæles rumvægt kan almindeligvis sættes til 0,8 t pr. m^3 .

Ved ganske små nedsynkninger, f. eks. e mindre end 0,5 cm, forøges rammeformlens usikkerhed. Endvidere tilrådes særlig forsigtighed ved meget tætte jordlag, som f. eks. sandfattigt, fedt ler.

Der tages hensyn til pælens styrke ved at beregne den tilladelige påvirkning som for søjler af det pågældende materiale, idet r_0 sættes til 50 kg/cm² for fyr eller gran, for jernbeton til det i »Normer for beton- og jernbetonkonstruktioner« angivne r_s for søjler¹⁾.

Som søjlelængde indsættes pælens frie længde i vand og luft, hvorimod fyld og jord, selv om den er blød, regnes at give pælen fuld støtte mod sideudbøjning²⁾.

Ved koniske pæle (pæle af rundtømmer) regnes med tværsnittet på midten af pælen (uden bark).

C. Beregning af jordtryk m. m. ved støttemure, kajmure, bolværker og lignende konstruktioner samt bropiller.

§ 6. Inden projekteringen af sådanne bygværker skal man foretage omhyggelige undersøgelser af byggegrunden.

Byggegrundsundersøgelser skal føres så vidt, at de tillader på forsvarlig måde at fastsætte

¹⁾ Den tilladelige påvirkning på en pæl må dog ofte vælges mindre end her anført, idet hensyn til byggegrundens pælemodstand, pælens evne til at tåle ramningen samt styrken af de på pælen hvilende konstruktionsdele m. v. kan være bestemmende for den tilladelige pælebelastning.

²⁾ Mulige vandrette jordtryk på pælene skal kunne tåles, og mulige lodrette extrabelastninger fra »synkende fyld« skal kunne bæres af pælene.

- 1) Funderingsmetoden (direkte fundering eller pæle etc.).
- 2) Funderingsdybden (beliggenheden af bæredygtige lag).
- 3) Tilladelig påvirkning (på byggegrunden eller på pælene).
- 4) Jordens rumvægt og friktionsvinkler m. m.
- 5) Andre forhold som er bestemmende for bygværkets stabilitet.

Resultatet af sådanne byggegrundsundersøgelser kan benyttes som basis for projektering af bygværket uafhængig af gængse værdier vedrørende det under 1—5 ovenfor nævnte.

§ 7. *Ved sædvanlige mindre konstruktioner* kan byggegrundsundersøgelse-ernes omfang reduceres til bestemmelse af jordlagernes art og fasthed f. eks. ved jordprøve-boringer, spidsboringer, prøvegravninger o. lign. enkle metoder.

Til vejledning for sådanne simple tilfælde kan benyttes de i følgende §§ 8—17 nævnte tal og empiriske regneregler.

§ 8. *Bevægelig belastning.*

Den på jorden bag en støttemur eller en kajindfatning (bagfylden) forekommende belastning kan i almindelighed regnes ensformig fordelt. Dette gælder også belastning fra færdsel med almindelige lastautomobiler og fra togfærdsel. Belastningen på kajgader i trafikhavne kan i almindelighed sættes til 2 t/m². Ved koncentrerede belastninger, f. eks. fra oplægning af særlig tungt gods, færdsel med vejtrømler, blokvogne o. lign. eller kraner, må en nøjagtigere beregning af det fra belastningen hidrørende jordtryk foretages.

§ 9. *Jordtryk sammen med vandtryk.*

For hver konstruktionsdel må regnes med den farligste kombination af samtidig virkende vandtryk og jordtryk under hensyn til de forekommende vandstandsvariationer, konstruktionens art og udførelse (dræn) samt bagfyldens beskaffenhed.

§ 10. *Jordtrykskonstanter.*

For jord af de nedenfor nævnte arter kan regnes med de i det følgende anførte værdier for rumvægt (γ) og friktionsvinkler (φ).

Rumvægt

Vægt af jord over vandlinien $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$.

Vægt af vandfyldt jord, incl. vandindhold $\gamma = 2,0 \text{ t/m}^3$.

For jord af de nedenfor under 3) nævnte arter må der dog regnes med mindre rumvægt.

For jord under vandlinien fradrages opdriften, idet der samtidig regnes med fuldt vandtryk. Opdriften sættes i almindelighed til $1,0 \text{ t/m}^3$, men hvor særlige trykvariationer forekommer i grundvandet, f. eks. hidrørende fra indbyrdes forskellig vandstand på en indfatningsvægs to sider, må der tages hensyn hertil.

Friktionsvinkler

	over vandlinien	under vandlinien
<i>a. I opfyldning.</i>		
1. Sand og grus	$\varphi = 35^\circ$	30°
2. Sand med noget lerindhold ¹⁾	$\varphi = 35^\circ$	25°
3. Slet fyld, som dynd, opslemmet ler og sandfyld, som endnu ikke er kommet i ro (flydesand)	$\varphi = 0^\circ$	0°

De under 1 og 2 angivne værdier for φ gælder kun for den færdig fremstillede opfyldning, d. v. s. efter at fylden har haft tilstrækkelig tid til at lejre sig. For jordtryk under udførelsen af tilfyldning må påregnes lavere værdier for φ , særlig hvis tilfyldningen sker ved indskylning eller indpumpning af fylden.

	over vandlinien	under vandlinien
<i>b. I naturlig aflejring.</i>		
1. Sand og grus	$\varphi = 35^\circ$	30°
2. Sand med noget lerindhold ¹⁾		
i fast aflejring	$\varphi = 40^\circ$	35°
i mindre fast aflejring	$\varphi = 35^\circ$	25°

¹⁾ Hvor fylden eller jorden i naturlig aflejring kun har ringe sandindhold, kan de angivne værdier for φ ikke benyttes, når det drejer sig om store højder. I sådanne tilfælde bør regnes med kohæsionen.

Også tilstedeværelsen af tynde lag friktionsløs jord kan medføre, at de for friktionsjord gældende regler for jordtryksberegning ikke kan anvendes.

§ 11. *Aktivt jordtryk.*

Bestemmelsen af aktive jordtryk på støttemure og kajmure udføres i almindelighed i overensstemmelse med Coulomb's jordtryksteori (plane glideflader).

For vinklen δ mellem jordtrykket og normalen til den flade, på hvilken det virker, regnes med følgende værdier:

- a. Fundering direkte på byggegrunden
 - Ved undersøgelse af kanttrykket $\delta = \frac{3}{4} \varphi$
 - Ved undersøgelse for glidning $\delta = \frac{1}{2} \varphi$
- b. Fundering på pæle $\delta = \varphi$

Ved forankrede tynde vægge (bolværker og lignende konstruktioner) sker jordtryksbestemmelsen efter de i § 14 angivne særlige regler.

Ved ueftergivelige mure kan jordtrykket stige til 1,5 à 2,0 gange det aktive jordtryk.

§ 12. *Passivt jordtryk.*

Bestemmelsen af passive jordtryk udføres i almindelighed i overensstemmelse med Coulomb's jordtryksteori (plane glideflader). Vinklen δ må højst sættes lig $\frac{1}{2} \varphi$, (jfr. dog § 15).

Påregning af passivt jordtryks medvirken til at give et bygværk stabilitet er betinget af, at bygværket eller den pågældende konstruktionsdel kan undergå den undertiden ikke ubetydelige bevægelse, der er nødvendig for det passive jordtryks optræden, uden at bygværket lider skade. Såfremt denne betingelse ikke er opfyldt, kan der regnes med aktivt jordtryk, eller med en under hensyn til jordens og konstruktionens art fastsat del deraf.

§ 13. *Tilladelige påvirkninger på byggegrund og pæle, stabilitet.*

Ved styrke- og stabilitetsundersøgelser benyttes den for hver enkelt undersøgelse farligste kombination af bevægelig belastning, jordtryk, vandtryk m. v.

a. For støttemure og kajmure *funderet direkte på byggegrunden* må kanttrykket ikke overstige den tilladelige belastning på denne, (se § 4). Den for en konstruktionsdels ligevægt fornødne reaktion fra underlaget må ikke danne større vinkel med nor-

malen til den flade, hvorpå reaktionen virker, end $\frac{3}{4}$ af friktionsvinklen mellem fladen og underlaget¹⁾). Den nævnte friktionsvinkel kan ikke uden videre sættes lig den i § 10 angivne friktionsvinkel.

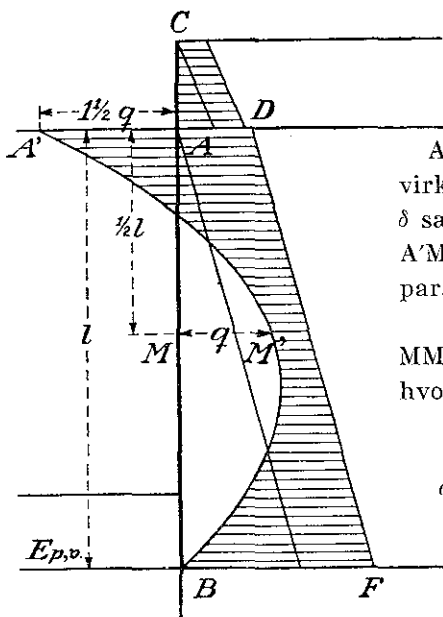
Endvidere skal følgende stabilitetsbetingelser være opfyldt:

De vandrette komponenter af de jordtryk, der virker til ugunst for stabiliteten, multipliceres med en sikkerhedsfaktor, der sædvanligvis kan sættes lig 1,5 (de øvrige kræfter indføres uden sikkerhedsfaktor). De til den derved bestemte resultant svarende spændinger må ikke være større end materialernes brudgrænse (flydegrænse), og det til resultanten svarende største tryk på byggegrunden må ikke overstige det 3-dobbelte af dennes tilladelige belastning eller forårsage sætninger, der er skadelige for bygværket.

b. For støttemure og kajmure *funderet på pæle* må intet pæletryk overstige det tilladelige (se § 5). Konstruktionen skal være stabil for den resultant, der fremkommer, når de vandrette komponenter af de jordtryk, der virker til ugunst for stabiliteten, multipliceres med en sikkerhedsfaktor, der sædvanligvis kan sættes lig 1,3. Endvidere må denne resultant ikke i nogen pæl bevirke tryk, der er større end det dobbelte af den tilladelige belastning på pælene, eller fremkalde trækspændinger, der ikke kan optages. Dog er det tilladt ved beregningen at se bort fra pæle, der får træk, såfremt konstruktionen i det pågældende belastningstilfælde er stabil uden disse pæle.

§ 14. *De aktive jordtryk ved bolværksvægge og lignende konstruktioner (forankrede tynde vægge)* bestemmes for den over væggenes forankringspunkt A værende del AC af væggen (se figuren) i overensstemmelse med Coulomb's jordtryksteori, idet δ sættes lig nul. For den under forankringspunktet værende del af væggen regnes med et aktivt jordtryk, hvis størrelse er fremstillet ved arealet af belastningsfiguren A'DFBM'A', idet denne bestemmes af følgende

¹⁾ Der er her regnet med vandret fundamentsflade. Anvendes skrå fundamentsflade, må særlige undersøgelser foretages.



ADFB er det på væggen AB virkende aktive jordtryk E_1 , idet δ sættes = 0.

A'M'B er en parabel med akse parallel med AD.

$$AM = MB = \frac{1}{2} l$$

$$MM' = q, AA' = 1,5 q,$$

hvor

$$q = k \frac{h}{l} + 2 \frac{h}{l} + 3 p_m.$$

Heri er

h = højden af det lag jord – med den ved beregning af jordtrykket under ankeret benyttede rumvægt – der er ækvivalent med den lodrette belastning på den under ankeret værende jordmasse.

l = afstanden AB fra ankeret til den vandrette komponent $E_{p,v}$ af resultanten for det til den teoretisk nødvendige rammedybde svarende passive jordtryk (se § 15).

p_m = belastningsordinaten for en ensformig fordelt belastning, der virkende på væggen AB giver samme største bøjende moment i væggen som E_1 (= ADFB), simple understøtninger forudsat i begge tilfælde¹).

¹) Til lettelse af beregningen anføres, at belastningsfladen AA'M'BA for simple understøtninger giver:

$$\begin{aligned} \text{Reaktionen i A: } & \frac{1}{12} ql \\ \text{Reaktionen i B: } & \frac{1}{3} ql \\ \text{Momentet i M: } & \frac{17}{192} ql^2 \end{aligned}$$

Med disse værdier formindskes de fra den almindelige belastningsflade ADFB hidrørende reaktioner og momenter.

k = en koefficient, for hvilken der som omtrentlig værdi kan sættes:

For jernbeton . . .	0,70—0,80 ¹⁾
» jern	0,85—0,90
» træ	0,85—0,92

Når der anvendes stive ankere, kan man ved beregning af jordtrykket under ankrene i den overliggende belastning fradrage den del, der ligger lodret over ankrene, samt friktionen i de planer, der begrænser den tilsvarende jordmasse. Ankrene skal beregnes således, at de kan bære den lodret over dem værende jordfyld og belastning plus 1,25 gange den omtalte friktion.

Anvendes en bærende vandret ankerplade, skal der ved beregning af jordtrykkene på væggen under pladen tages hensyn til den eventuelle virkning af belastningen på jorden bag ved ankerpladen.

Anker-konstruktionen skal udføres således, at en forøgelse af det beregnede ankertræk med 100 % ikke gør konstruktionen ustabil eller fremkalder brudspændinger i forankringselementerne.

§ 15. *Rammedybden for bolværksvægge.*

Ved bestemmelsen af det passive jordtryk i bunden sættes δ lig $\frac{1}{2} \varphi$.

¹⁾ Koefficienten k er afhængig af jordens og væggens beskaffenhed. I stedet for at anvende omtrentlig værdi efter det anførte kan man, og bør i mange tilfælde, bestemme værdien ved formelen:

$$k = \frac{1}{1 + \frac{0,005}{\sin^2 \varphi} \sqrt{\frac{(1+n) Ea}{lr_b}}}$$

φ : friktionsvinklen for jorden under ankrene; er friktionsvinklen ikke den samme i væggens hele højde (AB), regnes med en middelværdi, der giver samme værdi for p_m , som fås, når der regnes med de forskellige friktionsvinkler.

n : forholdet mellem det negative moment ved forankringspunktet og det største positive moment i væggen.

E : elasticitetskoefficienten for træ 100.000 kg/cm²
 » jern 2.100.000 »
 » jernbeton 210.000 »

a : vægtykkelsen, d. v. s. største udstrækning, målt vinkelret på væggens plan. For almindelige bolværker af træ regnes med hjertepælens tykkelse, for spunsvægge af jern med profilhøjden.

r_b : for jernbeton: Den tilladelige bøjningstrykspænding i betonen,
 » jern og træ: Den tilladelige bøjningsspænding.

Den teoretisk nødvendige rammedybde bestemmes således, at der er ligevægt mellem de på væggen virkende aktive kræfter, ankertrækket og kraften $E_{p,v}$.¹⁾

Består den del af væggen, på hvilken det passive jordtryk virker, af spredte pæle, kan der desuagtet i de fleste almindeligt forekommende tilfælde regnes med fuldt passivt jordtryk som for en væg af side om side stående pæle.

Den virkelige rammedybde bestemmes således, at det hertil svarende passive jordtryks vandrette komponent bliver 2 gange reaktionen i B, idet der dog i tilfælde af spredte pæle gives et tillæg til den således bestemte rammedybde af

$$\frac{b^2}{(6s + b) \operatorname{tg}\varphi}$$

hvor b er åbningen mellem pælene og s pælenes tværmål i væggens plan.

Endvidere skal der ved fastsættelsen af rammedybden tages hensyn til den for mulig lodret belastning på væggen påkrævede bæreevne af denne og til faren for udskæring.

§ 16. Tilladelige spændinger.

Ved fastsættelse af de tilladelige spændinger skelnes mellem følgende belastningstilfælde:

- a: belastningen er af en sådan art (f. eks. krantryk, vægt af jord, kajbelastning, vandtryk), at dens størrelse kan bestemmes med samme sikkerhed som ved de i almindelighed forekommende belastninger.
- b: Belastningen er jordtryk, beregnet som angivet i § 14.
- c: Belastningen er en kombination af de under a og b nævnte tilfælde.

For belastningstilfælde a gælder for byggegrund og pæle de i §§ 4 og 5 angivne tilladelige påvirkninger og for andre materialer

¹⁾ Den vandrette komponent af passivt jordtryk $E_{p,v} = \frac{1}{2}\gamma\lambda h^2$.
 For λ haves, når $\delta = \frac{1}{2}\varphi$
 $\varphi = 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$.
 $\lambda = 2,6 - 3,5 - 4,8 - 7,1$.

de i normerne for de forskellige byggematerialer angivne almindelige tilladelige spændinger.

For belastningstilfælde b regnes med de højere tilladelige spændinger, der for dette belastningstilfælde er angivet i normerne for de pågældende byggematerialer. Vedrørende træ og stål se vedhæftede tillæg.

For belastningstilfælde c bestemmes de tilladelige spændinger ved interpolation mellem de for a og b gældende værdier.

For belastninger af rent midlertidig karakter, f. eks. sådanne, der kun optræder under arbejdets udførelse, kan de tilladelige spændinger forøges med 25 %.

§ 17. *Særlige regler for bropiller og fløje.*
Tilladelige påvirkninger på byggegrund eller pæle.

Bropiller bør almindeligvis undersøges for følgende belastningskombinationer:

1. Hvilende belastning + bevægelig belastning med alle dennes virkninger som f. eks. bremsekræfter og centrifugalkraft. I dette tilfælde skal eftervises, at de normale tilladelige påvirkninger på byggegrund eller pæle ikke overskrides.

2. a) som 1 + istryk + vindtryk + andre ekstrapåvirkninger,

b) ubelastet bro + istryk + vindtryk + andre ekstrapåvirkninger i farligste kombination,

idet de normale tilladelige påvirkninger på byggegrund eller pæle ved a) og b) kan forøges med højst 50 %.

Der skal gøres rede for trykfordelingen over fundamentsarealet. Trækkkræfter i pæle kan kun tillades, når det eftervises, at trækpælene frembyder passende sikkerhed.

Det er ved ovennævnte beregninger forudsat, at man ser bort fra den hjælp til optagelse af de vandrette kræfter, som pillen eventuelt modtager fra de omgivende jordlag eller fra de om pillen udlagte stenkastninger til optagelse af de vandrette kræfter. Bro-endepiller skal endvidere beregnes som støttemure (jfr. § 13).

Tillæg.

Tilladelige spændinger.

Vandbygningskonstruktioner af stål.

Den tilladelige spænding r til træk og bøjning udledes af mindste, nedre trækflydegrænse ved division med tallet n_1 , såfremt denne grænse er fastlagt for det pågældende materiale. Er derimod kun mindste trækbrudgrænse fastlagt, udledes r af denne ved division med tallet n_2 . I sidste tilfælde gælder nedenævnte værdier af r for stål 37 og 44 efter henholdsvis tyske og engelske normalbetingelser.

	Stål 37	Stål 44
For belastningstilfælde a (jfr. § 12)	r	r
sættes $n_1 = 1,85$		
$n_2 = 2,85$	1300 kg/cm ²	1540 kg/cm ²
For belastningstilfælde b		
sættes $n_1 = 1,5$		
$n_2 = 2,32$	1600 kg/cm ²	1900 kg/cm ²

For træk i bolte og ankre regnes i alle belastningstilfælde med de for belastningstilfælde a gældende værdier.

Ved jernspunsvæg skal der ved beregning af spændingen benyttes de effektive modstandsmomenter.

Ved fastsættelse af dimensionerne bør der tages hensyn til rust.

Vandbygningskonstruktioner af træ.

For belastningstilfælde a (jfr. § 12) gælder de nedenfor anførte tilladelige spændinger og sikkerhedstal¹⁾.

¹⁾ Om bestemmelse af tilladelige spændinger ved hjælp af sikkerhedstal, se: »Normer for trækonstruktioner«.

For belastningstilfælde b kan de tilladelige spændinger forøges med 70 % eller sikkerhedstallet divideres med 1,7.

Udføres der ikke styrkeprøver til bestemmelse af tilladelig spænding, kan der regnes med følgende tilladelige spændinger:

Tilladelige spændinger i kg/cm ²	fyr gran	ask, bøg eg
Tryk ≠ fibre, r_o	65	85
Tryk ⊥ fibre: Tryk virker i hele tømmerets bredde	20	50
tryk virker højst i % af tømmerets bredde	30	60
Træk ≠ fibre, r	100	125
Bøjning ≠ fibre, r_o	100	125
Forskydning, snit ⊥ fibre	65	85
Forskydning, snit ≠ fibre:		
forskydningsretning ≠ fibre	15	25
forskydningsretning ⊥ fibre	10	15

For ubearbejdet rundtømmer af nåletræ kan de tilladelige bøjningsspændinger forøges med 25 %.

Ved beregning af bøjningsspændinger må der tages hensyn til tilladt vankant. Idet W er modstandsmomentet af det fulde, skarpkantede tværsnit og W_1 er modstandsmomentet for minimumstværsnittet, bliver:

Ved ekstrabehugning 1	$W_1 = 0,92 W$
» » 2	$W_1 = 0,87 W$
» alm. behugning	$W_1 = 0,66 W$
» svag behugning	$W_1 = 0,59 W$

Hvis der udføres styrkeprøver med træmaterialerne i lufttørret tilstand (vandindhold ≤ 18 % af tørstoffet), kan der regnes med sikkerhedstallet $n = 5$ for belastningstilfælde a og $n = 3$ for belastningstilfælde b.