

SBI - publ



Støj i byen

DEL I

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
SBI-BYPLANLÆGNING 26 · KØBENHAVN 1974
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG

Støj i byen

DEL I

Publikationsserien

SBI-BYPLANLÆGNING udgives af
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT som i januar 1962 fik særskilt bevilling på finansloven til oprettelse af en afdeling for byplanforskning. Institutet nedsatte et udvalg til på bestyrelsens ansvar at lede byplanforskningen, og formidle samarbejdet til andre forskningsinstitutioner.

UDVALGET FOR BYPLANFORSKNING består af:

arkitekt maa Sven Allan Jensen, formand
amanuensis, mag art Leif Christensen
afdelingsarkitekt maa Arne Gaardmand
professor dr phil Arne Jensen
afdelingschef, cand jur Vagn Rud Nielsen

I udvalgets møder deltager

direktør, arkitekt maa Philip Arctander, SBI

Bibliotekseksemplar

En oversigt over udgivelser i serien

SBI-byplanlægning findes på omslagets anden inderside

15. JUL. 1974 ex 3

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Støj i byen

DEL I

Henrik Hvidtfeldt

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

ll. 1 00565 P

25 OKT. 1996



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

SBI-BYPLANLÆGNING 26

KØBENHAVN 1974

I kommission hos Teknisk Forlag

UDK 711.025.13:628.517.2.053
625.098

ISBN 87 563 0176 6

Indhold

Forord	6
1. Indledning	8
1.1 Formål	8
1.2 Baggrund	8
1.3 Indhold	9
2. Støjfølsomhed	12
2.1 Reaktioner på støj	12
2.1.1 Klager	12
2.1.2 Interviewundersøgelser	13
2.1.3 Oplevet gene	13
2.2 Støjs virkning på dagliglivet	15
2.2.1 Fysiologiske virkninger af støj	15
2.2.2 Støjs virkning på arbejdspræstationer og kommunikation	17
2.2.3 Støjs virkning på søvn og hvile	21
2.3 Gruppering af byfunktioner efter støjfølsomhed	22
3. Støjkloder	24
3.1 Vejtrafik	25
3.2 Banetrafik	29
3.3 Flytrafik	30
3.4 Industrivirksomheder	30
3.5 Andre støjkloder	32
3.6 Gruppering af byfunktioner efter støjudsendelse	33
4. Lydudbredelse	35
5. Støjregistrering	41
6. Midler til støjbegrænsning og deres effekt	46
6.1 Dæmpning ved kilden	46
6.2 Trafikale indgreb	48
6.3 Byplanmæssige indgreb	51
6.3.1 Bydelen	51
6.3.2 Byen	53
6.4 Bygningsmæssige indgreb	56
6.5 Afvejning af de støjbegrænsende midler mod andre forhold	58
7. Strategi for begrænsning af støj i byen	59
7.1 Grundlag og målsætning	59
7.2 Valg af midler	60
7.2.1 Centerområder domineret af detailhandel, kontorer og liberale erhverv	61
7.2.2 Tæt bebyggede etagehusområder	61
7.2.3 Områder med åben etagehusbebyggelse	62
7.2.4 Områder med tæt lav bebyggelse	62
7.2.5 Områder med åben lav bebyggelse	62
7.3 Gennemførelse af ændringer	63
7.4 Afslutning	63
Noter	64
Summary	65

Fotografier: Julie Rønnow og forfatteren
Oversættelse: Kaj Borsing
Sekretærbistand: Anne-Lise Schulze
Tegninger: Henrik Pedersen
Tryk: Bjørvig offset

Eftertryk tilladt, men kun med kildeangivelsen: Støj i byen. Del I. SBI-byplanlægning 26 (1974).

Forord

Afhjælpning af byens støjproblemer er en vigtig side af byplanlæggerens arbejdsfelt. Med anvisningen „Støj og byplan”, der blev udsendt af den nordiske komité for bygningsbestemmelser i maj 1971 fremkom et grundlag for at behandle nye byområders støjproblemer.

Ud fra ønsket om at støjproblemerne i eksisterende byområder også blev taget op til behandling, planlagde Rockwool's lydpriskomité i 1972 at udskrive en byplankonkurrence om dette emne. Dette gav stødet til, at SBI's byplanforskningsudvalg i februar 1973 iværksatte et projekt om støj i byen. Resultaterne heraf kunne dels være til nytte for kommunale teknikere, byplankonsulenter m. fl., dels tjene som grundlag for en sådan konkurrence.

Ansvarlig for projektet har været civilingeniør *Henrik Hvidtfeldt*, SBI's byplanafdeling.

Til projektet har været knyttet en arbejdsgruppe bestående af licentiatsstuderende, civilingeniør *Tage V. Andersen* (Instituttet for Vejbygning, trafikteknik og byplanlægning, DTH), der har behandlet trafiktekniske og enkelte akustiske problemer, civilingeniør *Jørgen Kragh* (Lydteknisk Laboratorium, ATV), der har behandlet næsten alle akustiske problemer og afdelingsingeniør *Bent Voss* (Statens kommitterede i byplansager), der har behandlet planlægningsmæssige problemer.

Kommitteret, arkitekt m.a.a. *Edmund Hansen*, professor, dr.techn. *Fritz Ingerslev* og afdelingsleder, civilingeniør *Svend Jensen* har fulgt arbejdet og vejledet i forbindelse hermed.

Projektets resultater publiceres nu i to dele. Del II der indeholder en fylldig teknisk redegørelse for emnet, litteraturhenvisninger m.v. er udarbejdet af den nævnte arbejdsgruppe.

Nærværende del I, der giver en oversigtlig indføring i de støjmæssige problemer i byområder og metoderne til at afhjælpe dem, er udarbejdet af Henrik Hvidtfeldt – for en stor del ved en redaktionel bearbejdelse af det af arbejdsgruppen tilvejebragte materiale. Henrik Hvidtfeldt har dog ene ansvaret for teksten i del I.

Med de forholdsvis begrænsede ressourcer, der har været afsat til projektet, har det ikke været muligt at belyse alle aspekter af problemet fyldestgørende. Det er derfor SBI's håb, at læserne vil kommentere rapporterne og eventuelt supplere med egne erfaringer og viden. På grundlag heraf vil udsendelse af en revideret udgave blive overvejet.

Forfatterne og byplanforskningsudvalget takker alle inden for og uden for SBI der har bidraget til projektets gennemførelse, heriblandt Rockwool's lydpris for økonomisk støtte til denne publikation.

April 1974

Sven Allan Jensen / Svend Jensen

1. Indledning

Denne rapport handler om støj i byen, — dvs. den uønskede lyd, der udbredes i det fri — først og fremmest fra trafikken, men også fra industrivirksomheder og servicefunktioner, offentlige såvel som private. Derimod handler den ikke om de støjproblemer, der forekommer på arbejdspladserne som følge af virksomhedens egne aktiviteter.

1.1 Formål

Rapporten skulle give grundlag for at begrænse støjen i byen, herunder også for kommuners og amtskommuners indsats. Derimod er der ikke redegjort for det juridiske og administrative grundlag for støjbekæmpelsen.

Det er således formålet med denne rapport:

- at karakterisere byens støjkilder og støjfølsomme funktioner,
- at give grundlag for vurdering af alternative midler til begrænsning af støjproblemerne,
- at skitsere en strategi for arbejdet med begrænsning af støjen og
- at angive hvor viden og metoder er utilstrækkelige.

1.2 Baggrund

Støjen er taget til i de senere år, både i større og mindre byer. Uden indgreb må denne udvikling forventes at ville fortsætte. Flere og flere mennesker føler sig da også generet, ikke blot fordi støjen er blevet mere udbredt og mange steder kraftigere, men også fordi den almindelige forøgelse af den øvrige forurening og arbejdstempo betyder, at flere mennesker er blevet følsomme over for selv begrænset støj.

Især den øgede vejtrafik indebærer forøgede støjproblemer omkring langt de fleste veje, ikke mindst de store veje med tung, gennemgående trafik. En stigende del af godstransporterne foregår på vejene, og der er en klar tendens i retning af at benytte større og tungere lastvognsenheder, der giver højere lydniveauer. Mange steder vil en indsats være nødvendig for at begrænse de akutte gener. Men blot for at bevare den nuværende situation m.h.t. gener omkring de større veje i byområderne er det nødvendigt med en betydelig forebyggende indsats. Beboere i byområder, der i dag kun har ubetydelige eller ingen støjproblemer, vil måske om 5 eller 10 år være stærkt generede, enten

på grund af en gradvis voksende trafik eller som følge af etablering af større trafik anlæg eller industrivirksomheder.

Mulighederne for systematisk at forebygge eller undgå fremtidig støj ligger først og fremmest i planlægningen af arealanvendelsen. Det må da også være et selvfølgelig mål at begrænse støjen både ved planlægningen af nye og ved omlægning eller fornyelse af eksisterende byområder.

1.3 Indhold

Rapporten er delt i to dele. Nærværende del I giver en oversigtlig indføring i de støjmæssige problemer i byområder og metoderne til at afhjælpe dem og kan læses uafhængigt af del II. Del II er en dokumentationsrapport, der giver baggrundsmaterialet for del I og nærmere redegør for kilder, forudsætninger og overvejelser.



Del I er opbygget således:

I afsnit 2 behandles byfunktionerne: boliger, skoler, kontorer osv., ud fra deres *støjfølsomhed*. Indledningsvis redegøres der for, hvornår lyd opfattes som støj. Adfærdsformer som søvn, hvile og skriftlig og mundtlig kommunikation kan kun foregå uforstyrret, hvis lydniveauet ikke overstiger visse værdier. Disse former for adfærd kan derfor benyttes til at gruppere byfunktionerne efter deres støjfølsomhed. De mere støjfølsomme funktioner er hospitaler, plejehjem, boliger, vuggestuer, skoler og andre undervisningsinstitutioner, samt øvrige arbejdspladser, hvor skriftlig eller mundtlig kommunikation skal kunne foregå.

I afsnit 3 redegøres for byens *støjkluder*. Nogle få personers tale eller råb, f. eks. børn under leg, hører til den fredelige ende af byens støjende processer, mens store mængder af tung biltrafik og visse typer af maskinindustrivirksomheder hører til de mest støjende og „umenneskelige“ aktiviteter i byen. Byfunktioner som boliger, legepladser, butiksområder, børnehaver og skoler, sportsanlæg, hospitaler, osv. søges ordnet efter de støjmæssigt dominerende processer. I praksis vil der dog være en glidende overgang mellem forskellige processers lydniveau. Et særligt problem er de processer, hvis funktion netop er at støje. Dette gælder f. eks. brandbilers udrykningshorn og søndagsringning med kirkeklokker.

En stor del af afsnittet beskæftiger sig med biler og veje som støjkluder, da vejtrafikken må betragtes som den væsentligste støjklude i byen.

Afsnit 4 behandler *støjens udbredelse* – i det væsentlige fra veje. Mens udbredelsen er relativt godt klarlagt for det åbne land, er udbredelsen i byområder meget ufuldstændigt undersøgt og kompliceret at beskrive. Der foreligger her store variationer i form og størrelse af de gade-rum o. lign., hvori støjen udbredes samt i reflekterende egenskaber ved de flader, der influerer på udbredelsen. Især bebyggelsens højde, udformning og placering vil være af betydning.

I afsnit 5 er skitseret en *fremgangsmåde*, der kan benyttes, hvis man ønsker at skaffe sig overblik over støjforholdene i et byområde som grundlag for at vurdere, hvor i byen og på hvilken måde, man først bør sætte ind eller hvilket af flere planforslag man bør vælge.

I afsnit 6 er der redegjort for *midler*, der kan tages i anvendelse i eksisterende byområder for at begrænse støjen, og for midlernes effekt. Foranstaltninger mod flystøj er dog ikke medtaget, idet der her henvises til forureningsrådets publikation nr. 25. For de øvrige støjkluder drejer det sig for det første om at udnytte de lokale muligheder for nedsættelse af støjfrembringelsen. Bl. a. bør de

kommunale myndigheder medregne støjforholdene ved køb af busser til den lokale busdrift, renovationsvogne til dagrenovation, mobile trykluftkompressorer til vejarbejde osv. For det andet om at gennemføre en mere lokal trafikal sanering, der først og fremmest gennem trafiktekniske indgreb i form af omlægning og regulering af trafikken specielt sigter mod at begrænse generne fra vejtrafikken. For det tredje om at bruge de mere byplanmæssige midler i form af ændret placering af byfunktionerne, ændrede udnyttelsesgrader eller mere omfattende omlægninger af trafiksystemet i forbindelse med en byfornyelse. For de fjerde om at ændre bygningsudformning og anvendelse ved ekstra isolering eller omgruppering af de forskellige funktioner i boligen.

I afsnit 7 er der anført nogle betragtninger om en *strategi*, der kan følges af de lokale myndigheder ved en systematisk indsats for at begrænse eksisterende og fremtidig støj.

2. Støjfølsomhed

Af betydning for støjens virkninger er bl. a. styrken, sammensætningen og varigheden af støjen. Men lyden fra samme støjkilde opfattes ofte meget forskelligt, bl. a. fordi støjilden betragtes som mindre meningsløs i nogle situationer end i andre.

Det er bevidst, at der i det følgende benyttes ordet gene eller ulempe. Den støj, der almindeligvis forekommer i byområder, har ikke direkte ødelæggende virkninger på menneskers høreorganer, selv om muligheden for sundhedsskader dog foreligger enkelte steder ved langtidspåvirkning. Der ligger også i ordvalget, at det drejer sig om ulemper, som et velstandssamfund ikke kan tillade sig at bagatellisere, endsige se bort fra. Om man delvis vil acceptere ulemperne må bero på en politisk afvejning.

2.1 Reaktioner på støj

Uønsket lydudsendelse – dvs. støj – efterfølges ofte af negative ytringer, hvorved mange støjklager er blevet erkendt som et problem. I de fleste tilfælde drejer det sig om almindelige irritations- eller ubehagsytringer til de nærmeste. Men er støjen et tilbagevendende eller permanent fænomen, kan de fysiologiske og psykiske reaktioner komme til udtryk i klager til offentlige myndigheder, læserbreve i lokale aviser, eller de kan konstateres ved interviewundersøgelser.

2.1.1 Klager

Klager kan variere fra enkelt-reaktioner på børns leg i nabohaven til omfattende og organiserede aktioner mod stærkt trafikerede lufthavne.

Hvor klagerne er få og spredte, er de et helt utilstrækkeligt og usikkert grundlag for en systematisk vurdering af generens omfang. Men selv hvor der foreligger indsamlet et stort antal underskrifter på en klage, har dette vist sig at være et uhensigtsmæssigt vurderingsgrundlag – de der underskriver kan ikke altid betragtes som repræsentative for den generede befolkningsgruppe. I en række tilfælde har man dog benyttet et klagemateriale som udgangspunkt for fastlæggelse af mere generelle retningslinier. Dette gælder bl. a. forholdene omkring flyvepladser.

2.1.2 Interviewundersøgelser

Gennem interviewundersøgelser er det muligt at få tilkendegivelser fra repræsentative udsnit af en befolkningsgruppe.

Ved sådanne undersøgelser er konstateret en klar sammenhæng mellem holdningen til en støjkilde og den oplevede grad af gene. Man må dog være på vagt overfor, om den befolkningsgruppe, der interviewes, eventuelt kan være forudindtaget for eller imod den støjpåvirkning, den udsættes for. Dette er særlig vigtigt at undgå ved interviewundersøgelser, der skal benyttes til at fastlægge generelle retningslinier.

2.1.3 Oplevet gene

Ved en svensk interviewundersøgelse har man søgt at sammenholde den oplevede grad af gene med den målelige støjbelastning ved hjælp af et såkaldt geneindex, som er et mål for den oplevede gene.

Ved opstillingen af index'et blev taget hensyn til, om støjen overhovedet blev opfattet (om den interviewede bemærkede trafik-

Gene-klasse	Index størrelse	Beskrivelse af geneklassen	Antal interviewede i geneklassen
1	0	Bemærker ikke støjen	214
2	2	Bemærker støjen/generes ikke	241
3	6	Generes ikke særlig meget/nogle gange om året Generes ganske meget/nogle gange om året Generes ikke særlig meget/én eller et par gange om måneden Generes meget/nogle gange om året Generes ikke særlig meget/én eller et par gange om ugen Generes ganske meget/én eller et par gange om måneden	19
4	8	Generes ikke særlig meget/én eller et par gange om dagen Generes meget/én eller et par gange om måneden	36
5	10	Generes ganske meget/én eller et par gange om ugen Generes ganske meget/én eller et par gange om dagen	18
6	11	Generes meget/én eller et par gange om ugen Generes meget/én eller et par gange om dagen	136

Fig. 2.1. Index' størrelse og betydning for de opstillede „geneklasser“.

støjen), intensiteten af den oplevede gene (om den interviewede følte sig meget generet, ganske meget generet, ikke særlig meget generet eller ikke generet), samt hvor hyppigt den interviewede bemærkede genen (én eller et par gange om dagen, om ugen, om måneden eller om året). Samtlige mulige kombinationer af de tre forhold blev rangordnet efter et pointsystem, således at man fik en sammenvejning af genens intensitet og hyppighed, og der blev på grundlag heraf opstillet seks „geneklasser”, jfr. fig. 2.1.

Det viste sig, at geneindex'et havde sammenhæng med:

- Forekomsten af subjektivt oplevede medicinske symptomer (f. eks. hovedpine) hos de interviewede. En markant procentuel forøgelse af forekomsten af medicinske symptomer hos de interviewede kunne konstateres i geneklasse 6 (60 %) i forhold til geneklasse 1–5 (1–17 %).
- Forekomsten af aktivitetsforstyrrelser (f. eks. ikke at kunne høre radio) hos de interviewede. Mens ingen angav forstyrrelser i geneklasse 1, blev der i gennemsnit angivet næsten 3 forstyrrelser i geneklasse 6.
- Forekomsten af spontane klager over trafikstøj i de gennemførte interviews. Mens praktisk taget ingen nævnte trafikstøj i geneklasse 1, gjaldt dette over halvdelen af de interviewede i geneklasse 6.
- Forekomsten af planlagte eller foretagne foranstaltninger hos de interviewede for at formindske trafikstøjen. Mens det forekom hos mindre end 1 pct. af de interviewede i geneklasse 1, drejede det sig om ca. 20 pct. i geneklasse 6.

Da geneindex'et således gav udtryk for karakteristiske symptomer på gener – i hvert fald for index 11 – er det fundet forsvarligt at benytte dette index som grundlag for en sammenstilling med de målte, lydniveauer, jfr. fig. 2.2.

Figuren viser eksempelvis, at godt en fjerdedel af beboerne vil føle sig „meget generet” ved et lydniveau på 60 dB(A) uden for det lukkede vindue.

På grund af den usikkerhed, der er knyttet til sammenstillingen af lydniveauet og andelen generede beboere, bl. a. som følge af de store individuelle forskelle i støjfølsomhed, er det dog ønskeligt, at dette materiale ses i sammenhæng med andre vurderingsmåder, jfr. det følgende.

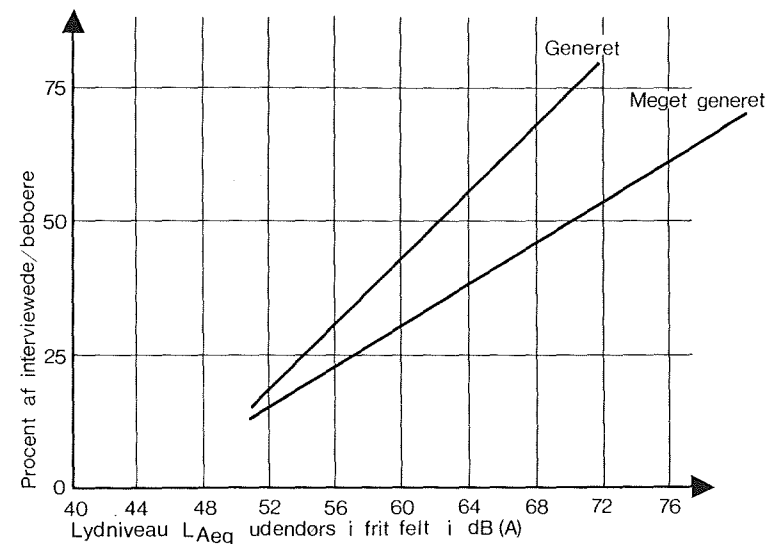


Fig. 2.2. Sammenhængen mellem den procentdel af de interviewede der angav at være „generede” (index 6–11), henholdsvis „meget generede” (index 11) og støjbelastningen (udendørs) hos modtageren i et boligområde (L_{Aeq}) på døgnbasis i dB(A). Se også noter, side 64.

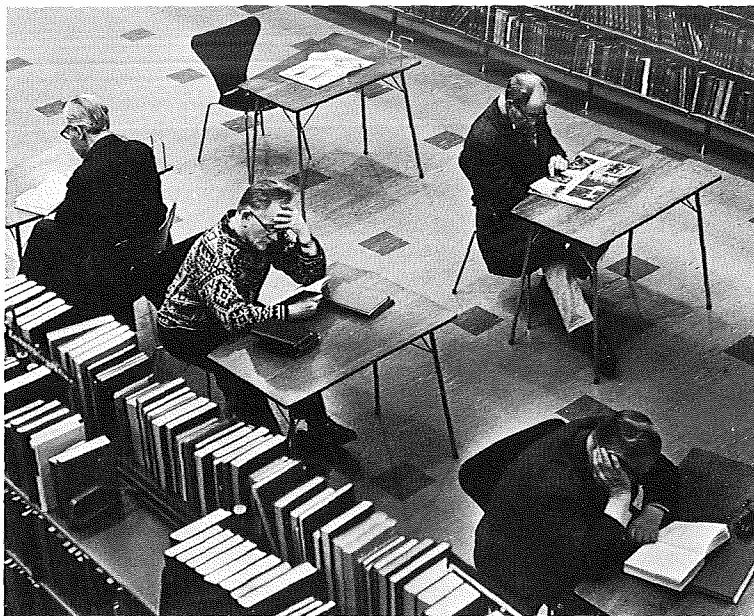
2.2 Støjs virkning på dagliglivet

Når der i et interview eller ved en klage reageres imod støj, er årsagen almindeligvis fysiologiske symptomer som f. eks. hovedpine eller forstyrrelse af forskellige aktiviteter som f. eks. samtale, TV og radio-aflytning, skriftligt arbejde eller hvile og søvn. Nytteløse klager kan medføre, at boligen af beboerne søges isoleret mod støjen eller fraflyttes.

2.2.1 Fysiologiske virkninger af støj

De fysiologiske virkninger af støj kan deles i virkninger på høreorganerne, dvs. høreskader (auditive virkninger) og andre virkninger (ikke-auditive). De auditive virkninger er normalt ikke aktuelle i trafikstøjsammenhæng. Dog kan der forekomme risiko for høreskader hos personalet ved visse trafikmidler, f. eks. hos flyvepladspersonale.

De ikke-auditive virkninger består f. eks. i forandring af åndedræt og hjerteslag og ændring af visse kirtel- og kredsløbsfunktioner. Man har også konstateret en indvirkning på pupilbevægelserne. Undersøgel-



ser af ikke-auditive virkninger er næsten alle foretaget under laboratorieforhold, hvor påvirkningerne har været relativt kortvarige. Herudfra er det ikke muligt at angive ved hvilke lyd niveauer langvarige påvirkninger eventuelt kan være skadelige for sundheden. Høreskader har først kunnet registreres ved lyd niveauer (L_{Aeq}) på 85 dB(A) og da ved 8 timers daglig påvirkning gennem flere år. Men tager man usikkerheden i betragtning ved sådanne registreringer bør man regne med lavere niveauer for at være på den sikre side. Lyd niveauer, der giver høreskader, bør selvsagt ikke forekomme, hvor mennesker opholder sig.

2.2.2 Støjs virkning på arbejdspræstationer og kommunikation

Tilstedeværelsen af støj kan vanskeliggøre såvel skriftlig som mundtlig kommunikation. Det er også en almindelig erfaring, at støj indvirker på forskellige arbejdspræstationer, især de mindre rutineprægede, der kræver en vis koncentration. De undersøgelser, der er foretaget heraf, er dog næsten alle undersøgelser af arbejdspræstationer i eksperimentelt fremkaldte situationer.

Der er meget betydelige individuelle variationer afhængig af koncentrationsevnen, og det er sandsynligt, at langt de fleste vil kræve et lavt lyd niveau for at kunne yde arbejde i længere tid, f. eks. med at læse eller skrive. En rimelig grænseværdi for arbejdsrum hertil synes at være et lyd niveau (L_{Aeq}) på 40 dB(A). Ved højere niveauer er der eksempelvis forekommet klager på læsesale.

Forholdene er noget mere afklarede, når det drejer sig om at fastsætte støj kriterier, der muliggør mundtlig kommunikation, f. eks. undervisning. Hvis tilstedeværelsen af støj gør det vanskeligt at opfatte den lyd, man ønsker at høre, taler man om en „maskeringseffekt”. Af betydning er ikke alene ved hvilke lyd niveauer talen lige netop kan opfattes, men også hvor generende eller anstrengende det er at skulle lytte i det støjende miljø. Dette komplicerer fastsættelsen af et acceptabelt lyd niveau.

Under antagelse af visse forudsætninger kan angives, hvilke lyd niveauer der giver en acceptabel forståelighed af tale. I fig. 2.3 er således angivet det acceptable lyd niveau (L_{Aeq}) af vejtrafikstøj i afhængighed af afstanden mellem den talende og den lyttende. De viste sammenhænge for en gennemsnits mandsstemme med forskellige styrker gælder i princippet i frit felt, det vil i praksis sige udendørs eller nær den talende i et rum. Det er klart, at det drejer sig om gennemsnitsbetragtninger, da taleforståeligheden bl. a. afhænger af udtalens tydelighed, stemmestyrken, budskabets art og ordvalg og af den lyttendes høreevne, opfattelsesevne, kombinationsevne og ordforråd.

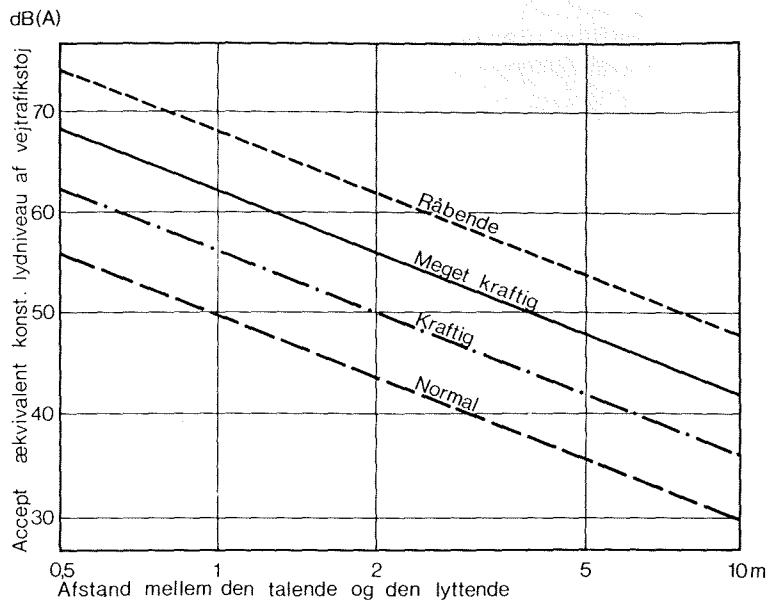


Fig. 2.3. Sammenhængen mellem det acceptable lydniveau (L_{Aeq}) af vejtrafikstøj ved den lyttende og afstanden mellem den talende (mandsstemme) og den lyttende i frit felt for forskellige stemmestyrker. Figuren viser f. eks., at ved lydniveauer over 50 dB(A) kan far og barn ikke uforstyrret føre en normal samtale på gaden.

Indendørs er forholdene endnu mere komplicerede, idet bl. a. rummets akustiske egenskaber influerer på talens forståelighed. Talens lydtrykniveau i en given afstand er større i et rum end i frit felt, fordi lydenergi tilbagekastes fra rummets begrænsningsflader. Denne tilbagekastede lydenergi kan dog i meget store rum forringe taleforståeligheden. Forholdene er som nævnt komplicerede, og må for specielle rums vedkommende underkastes en særlig analyse. Som en første tilnærmelse kan for „normale” rum benyttes den i fig. 2.4 viste sammenhæng mellem afstanden mellem den talende og den lyttende og det acceptable lydniveau (L_{Aeq}) af vejtrafikstøj. De angivne acceptable lydniveauer bør anvendes som kriterium i mindre krævende kommunikationssituationer.

På det foreliggende grundlag synes det at være rimeligt at fastsætte det acceptable lydniveau (L_{Aeq}) både udendørs og indendørs, til ca. 45–50 dB(A) for almindelig samtale i 1–2 meters afstand. Det er herved forudsat, at man i de korte perioder, hvor lydniveauet antager

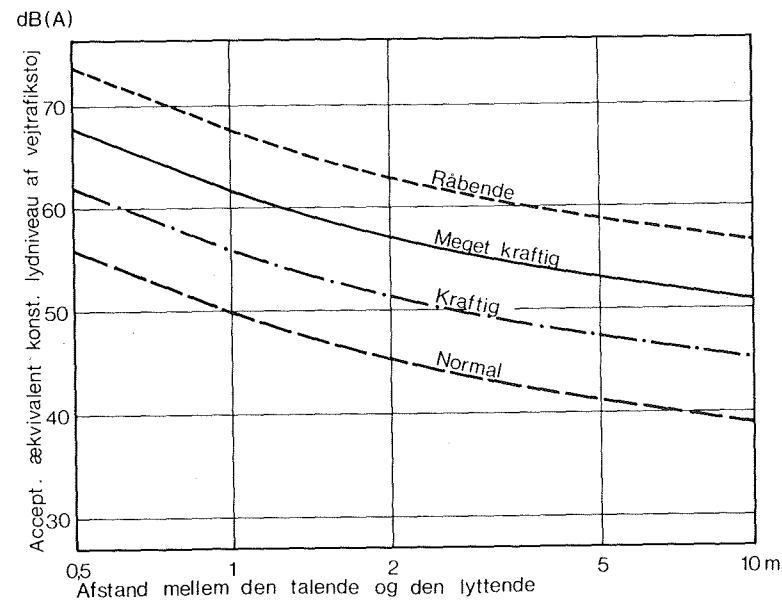
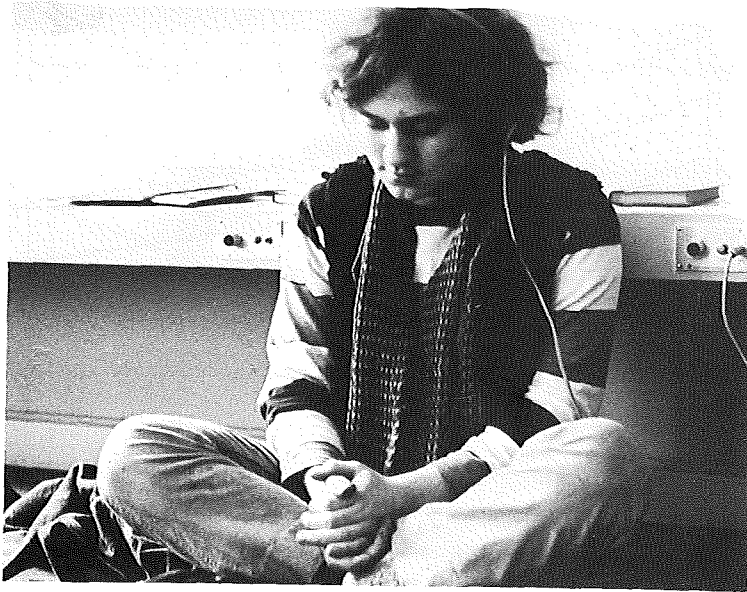


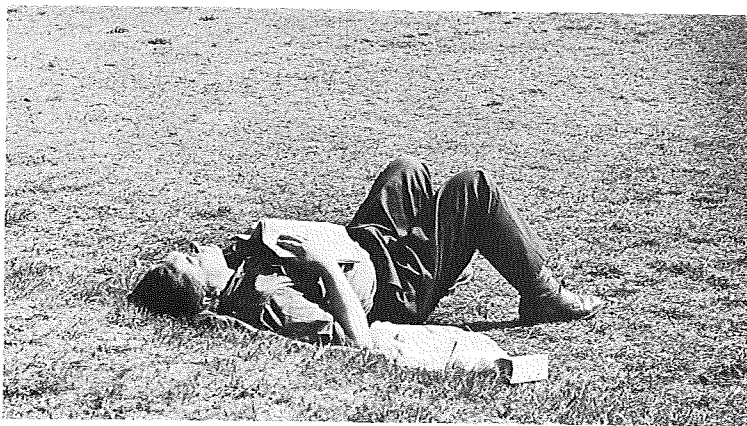
Fig. 2.4. Sammenhængen mellem det acceptable lydniveau (L_{Aeq}) indendørs af vejtrafikstøj og afstanden mellem den talende og den lyttende i „normale” rum for forskellige stemmestyrker





sine højeste værdier, kan hæve stemmen eller evt. kan holde en kort pause i samtalen.

Undervisningssituationen er derimod mere krævende, idet det her er af særlig betydning at tale kan opfattes i afstande på op til 10–20 meter. Den acceptable værdi af lydniveauet (L_{Aeq}) bør fastsættes til 35–40 dB(A) under hensyntagen til, at det er vigtigt at eleverne har mulighed for at kunne opfatte alt, hvad der bliver sagt.



2.2.3 Støjs virkning på søvn og hvile

En række undersøgelser har vist, at støj kan påvirke søvndybden. Da det drejer sig om relativt kortvarige forsøg, har det ikke været muligt at undersøge, om søvnmønstret ændres i det lange løb og hvilke reaktioner dette kan give anledning til.

Kommer lydpåvirkningen over et vist niveau, betyder det, at forsøgspersonen vækkes. Der har kunnet konstateres meget store individuelle forskelle i de lydniveauer, hvorved forsøgspersoner vækkes, jfr. fig. 2.5. Visse personer vækkes ikke selv ved meget kraftige lydpåvirkninger. Udover lydniveauets størrelse vil det formentlig være af betydning på hvilket tidspunkt i søvnforløbet forstyrrelsen indtræffer.

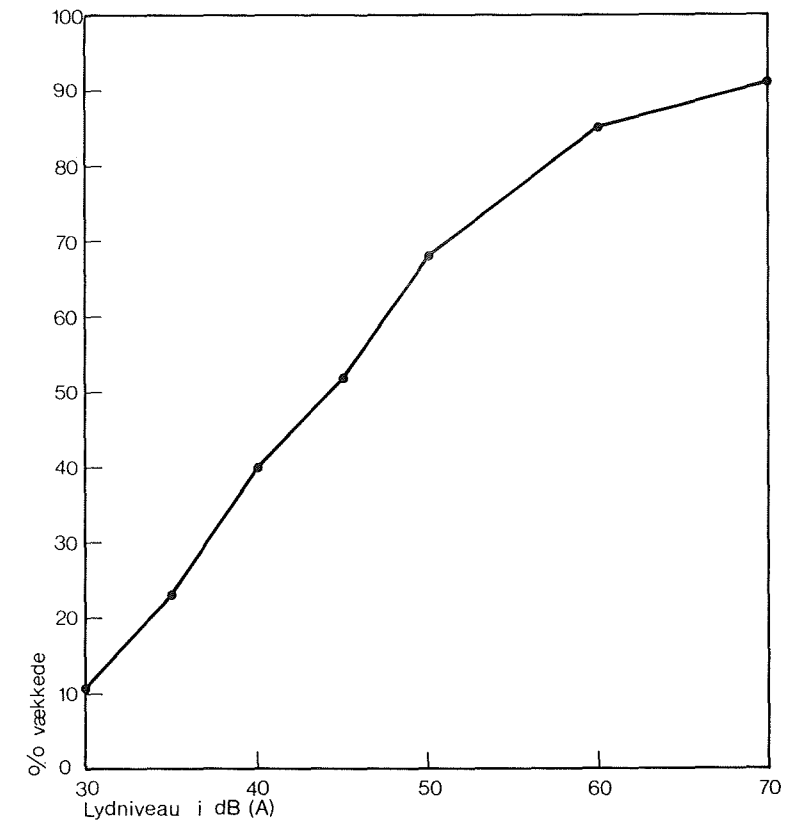


Fig. 2.5. Eksempel på resultat af et vækningsforsøg.

Det er vanskeligt ud fra de foretagne forsøg at angive generelle grænser for tilladelig støjpåvirkning af personer, der sover under normale forhold. Sammenholdes laboratorieforsøgets resultater med resultaterne af den foran citerede svenske interviewundersøgelse, hvor forekomsten af søvnforstyrrelser formentlig har været en medvirkende årsag til, at de interviewede har angivet at være generet af støj, kan man dog fastsætte visse grænser for acceptable lydniveauer. Herefter bør lydniveauet (L_{Aeq}) om natten være mindre end 25–30 dB(A) indendørs i soverum, hvortil kommer et krav om, at det maksimale lydniveau (L_{max}) ved en enkelt støjhændelse (f. eks. bils passage) ikke bør overskride 45 dB(A) indendørs.

Kravet til det acceptable lydniveau for søvn om dagen bør i princippet være lige så restriktivt som det krav, der stilles for at sikre søvn om natten. Ved at afvige fra dette krav accepterer man, at personer som må sove om dagen, f. eks. skifteholdsarbejdere, spædbørn m. fl. får dårligere forhold end den øvrige del af befolkningen.

2.3 Gruppering af byfunktioner efter støjfølsomhed

De adfærdsformer der er gennemgået i det foregående og de acceptable lydniveauer der kan knyttes hertil, kan benyttes som udgangspunkt for vurdering af den støjmæssigt mest hensigtsmæssige indbyrdes placering af byfunktionerne: boliger, hospitaler, skoler, børneinstitutioner osv. En sammenfatning af de acceptable lydniveauer for nogle af dagliglivets adfærdsformer er angivet i fig. 2.6.

ADFÆRDSFORM	ACCEPTABELT LYDNIVEAU		
	L_{Aeq} dB(A)	L_{max} dB(A)	
Søvn	25–30	45	inde
Afslapning, hvile	30–35	45	inde
Læsning, skrivning	35–40	45	inde
Undervisning	35–40	45–50	inde
Samtale	45–50	55–60	inde / ude

Fig. 2.6. Acceptabelt lydniveau for daglige adfærdsformer.

Et forslag til den adfærdsform der skal dimensioneres efter for nogle støjfølsomme byfunktioner er angivet i fig. 2.7.

Byfunktion	Boliger	Hospita- ler	Undervis- ningsloka- ler (sko- ler m.v.)	Børne- institu- tioner	Arbejds- lokaler	Service funktion	Udendørs rekre- ative arealer
Lokalitet	opholdsrum birum (forstue, badeværelse)	sygestuer behandlingsrum	klasserum	vuggestue børnehave ungdomsklub	arbejdsrum (lavt baggrunds- støjniveau) rekreative arealer		aktive (idræt o. lign.) passive (sygehus etc.)
adfærds- form							
Søvn	⊗	⊗		⊗ ⊗			
Hvile	X	X			⊗		⊗
Læsning, skrivning	X	X ⊗	⊗	⊗ ⊗			
Undervis- ning			X				
Samtale	X ⊗	X X	X	X X	X X	⊗	⊗ X

Fig. 2.7. Almindelige, støjfølsomme adfærdsformer for nogle byfunktioner (med X er markeret almindeligt forekommende adfærdsformer i nogle byfunktioner, med ⊗ er markeret den adfærdsform, der især bør tages hensyn til udfra støjmæssige forhold).

3. Støjkilder

Blandt støjkilderne i byen skiller vejtrafikken sig ud som det væsentligste problem.

For det første fordi bilen er så udbredt en støjkilde og forekommer i så store koncentrationer i byområderne.

For det andet fordi biltrafikken er stærkt voksende.

Og for det tredje fordi dæmpning af lydudsendelsen fra det enkelte køretøj vanskeligt lader sig gennemføre på lokalt eller nationalt plan, men synes at forudsætte internationale overenskomster.

Undersøgelser har da også vist, at vejtrafikstøj er et af de mest udbredte støjproblemer. Andre og mindre udbredte støjkilder kan imidlertid lokalt være nok så belastende.



3.1 Vejtrafik

Støjen fra en vejstrækning er sammensat af bidrag fra flere køretøjer. Men også støjen fra det enkelte køretøj er sammensat af bidrag fra forskellige støjkilder på køretøjet. Ved store hastigheder er det dæk- og vindstøjen, der er dominerende. I byområder, hvor hastighederne er lave, er det derimod støjen fra motor, transmission, ventilator, ind sugning og udstødning, der giver de væsentligste bidrag til den samlede lydudsendelse. Lydudsendelsen fra det enkelte køretøj er normalt ikke ligelig fordelt i alle retninger og varierer desuden med kørselsmåden, jfr. fig. 3.1.

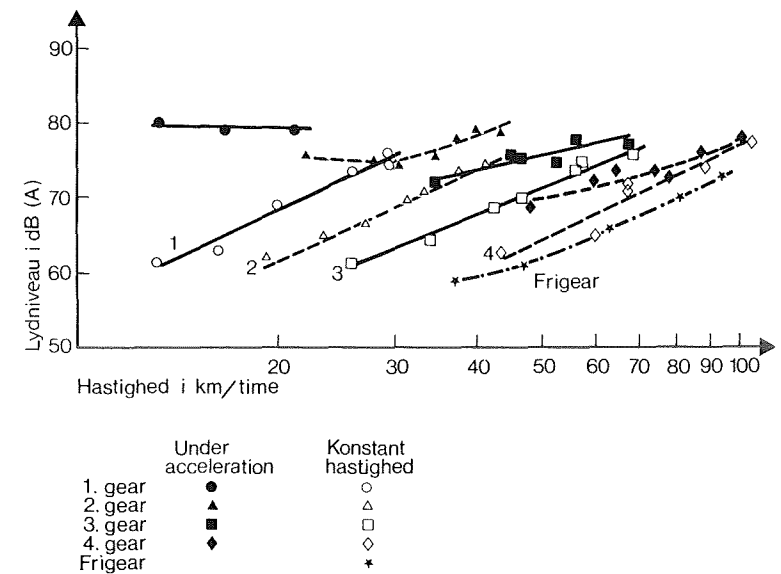


Fig. 3.1. Det maksimale lydniveau (L_{max}) ved forbikørsel i 7,5 m's afstand af en personbil med 1100 cm³ motor under varierende kørselsforhold.

Under acceleration er det maksimale lydniveau højt og næsten uafhængigt af hastigheden, mens en bil i jævn fart støjer mindre jo højere gear den kører i.

For beregningsmæssigt at kunne beskrive lydfordelingen omkring en vej er det nødvendigt at arbejde med forenkede forudsætninger. I

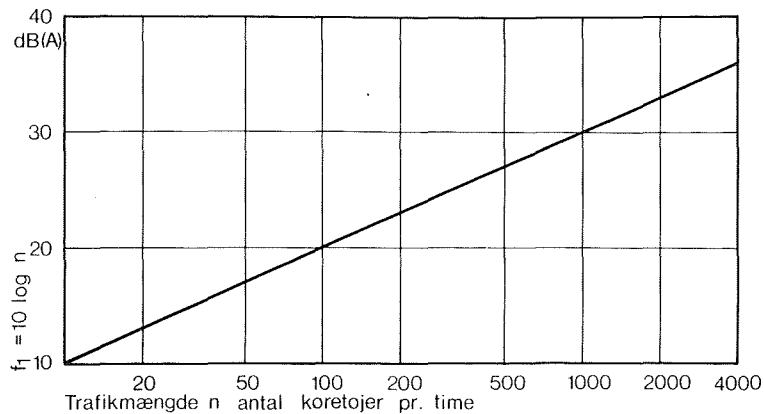


Fig. 3.2. Af figuren kan bestemmes den ændring af lydniveauet (L_{Aeq}), en ændring af trafikmængden vil bevirke.

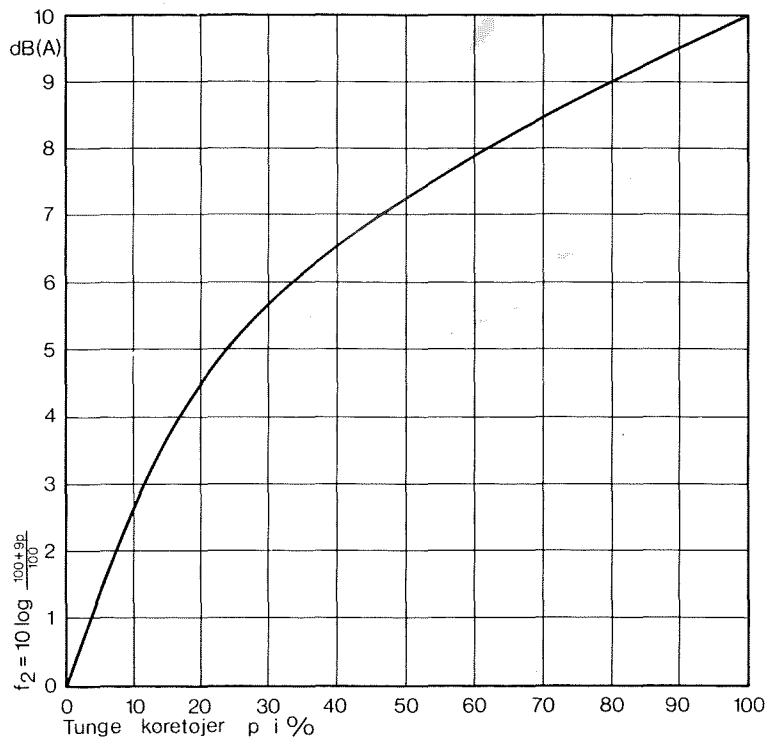


Fig. 3.3. Af figuren kan bestemmes den ændring af lydniveauet (L_{Aeq}), en ændring af de tunge køretøjers andel af trafikken vil bevirke.

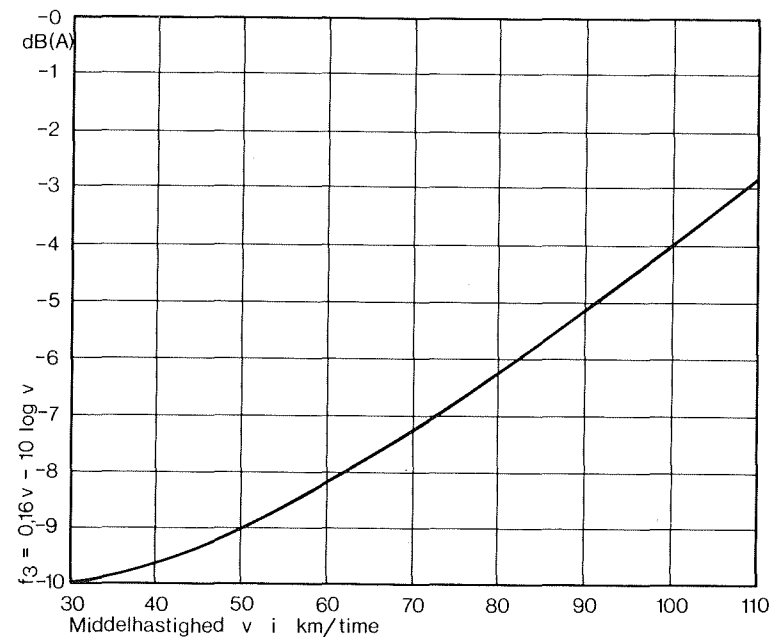


Fig. 3.4. Af figuren kan bestemmes den ændring af lydniveauet (L_{Aeq}), en ændring af middelhastigheden vil bevirke

10 meters afstand fra midten af en lang lige vej kan lydniveauet (L_{Aeq}) pr. time i dB(A) bestemmes af

$$L_{Aeq} = f_1 + f_2 + f_3 + 49,$$

hvor $f_1 = 10 \log n$ er en funktion af trafikmængden $n =$ antal køretøjer pr. time,

$f_2 = 10 \log \frac{100 + 9p}{100}$ er en funktion af $p =$ procentdelen af tunge køretøjer,

$f_3 = 0,16 v - 10 \log v$ er en funktion af $v =$ middelhastigheden i km pr. time og

49 er en konstant.

I figurerne 3.2–3.4 er vist værdien af leddene i udtrykket for lydniveauet L_{Aeq} i afhængighed af de bestemmende størrelses værdi. Af figurerne kan man se, hvilke variationer af de enkelte led man kan forvente at få i byområder. Her er forudsat en fast afstand til vejen. Betydningen af variationer i afstanden vil blive nærmere behandlet i afsnit 4, der desuden behandler andre problemer ved lydudbredelsen i byområder.



Det fremgår af figurerne, at den størrelse, der kan give den største ændring af lydniveauet (L_{Aeq}) i en bestemt afstand, er trafikmængden. Dernæst kommer andelen af tunge køretøjer, mens middelhastigheden giver den mindste ændring af lydniveauet. Af mindre betydning for danske forhold er vejens belægning og stigningsforholdene, og disse forhold er derfor ikke medtaget i denne summariske omtale af den opstillede model.

Den nævnte rækkefølge gør det klart, at trafikmængden og trafikens sammensætning vil være egnede størrelser til en grov gruppering af veje efter lydudsendelsen. I fig. 3.5 er angivet en sådan gruppering. Grupperingen kan være vejledende for trafiknettets anvendelse i eksisterende byområder. Når randbebyggelsens anvendelse er kendt og dermed hvilken støjbelastning, der kan tolereres udendørs, kan figuren give størrelsesordenen af den trafikmængde og andel tunge køretøjer der kan accepteres. Dermed er det også fastlagt omtrentlig, hvilken vejklasse strækningen bør tilhøre.

Trafikmængde biler/middel- døgntime	L_{Aeq} dB(A)	L_{max} dB(A)	Pct. tunge køretøjer	Middel- hast. km/t.	Vejklasse
40	55	71	0	30	Boligvej (ad- gangsvej)
100	60	72	0	40	Stamvej (made- vej)
320	65	74	0	50	Sekundærvej II
640	70	86	5	60	Sekundærvej I
1000	75	87	10	70	Primærvej II
1600	80	90	15	90	Primærvej I
3500	85	90	20	100	Fjernvej

Fig. 3.5. Gruppering af trafikerede veje efter lydniveauet i 10 m's afstand fra vejen.

Visse former for tung vejtrafik som f. eks. renovationsvogne, busser, tankbiler og snerydningsmateriel udgør et særligt støjproblem, fordi de har en funktion, der nødvendiggør, at de kommer overalt eller på støjmæssigt særligt ugunstige tidspunkter: Om aftenen, om natten eller i de tidlige morgentimer. Støjen fra et busstoppested kan være et problem på grund bussernes opbremsning og acceleration, men også fordi lydniveauet fra de almindeligt anvendte busser er væsentligt højere end for personbiler.

3.2 Banetrafik

Støjen fra tog stammer hovedsagelig fra hjulenes rullen på skinnerne, løst hængende dele og fra motoren i fremdrivningsmidlet. I nærheden af stationer forekommer yderligere støj fra opbremsninger. Rangerter-ræner udgør et særligt støjproblem.

Det maksimale lydniveau (L_{max}) målt ved forbikørsel af et tog i 7,5 meters afstand fra spormidten kan være følgende for forskellige togtyper:

S-tog og skinnebusser	v. 70 km/t 80– 86 dB(A)
Godstog	v. 70–80 km/t 90– 94 dB(A)
Lyntog	v. 140 km/t 96– 98 dB(A)
Persontog	v. 120 km/t 96–102 dB(A)

Det er formentlig mest hensigtsmæssigt at benytte de maksimale lydniveauer (L_{max}) som vurderingsgrundlag for støjen (fremfor L_{Aeq}) på grund af de i regelen få passager pr. time.



3.3 Flytrafik

Støjuddannelsen fra et fly afhænger især af motortypen og dennes effekt. Det maksimale lydniveau (L_{max}) målt på jorden når flyet under start er i ca. 200 meters højde (ved standardforhold) er for nogle forskellige flytyper:

Lille enmotoret propelfly (repræsentativt udsnit af svenske fly)	76 dB(A)
Propelfly (Convair 440, 2800 Stjernemotorer)	87 dB(A)
Lille jetfly (Jet Commander 1121, turbojet motorer)	105 dB(A)
Jetfly (Caravelle, 2 RA-29 motorer, power reduction)	108 dB(A)

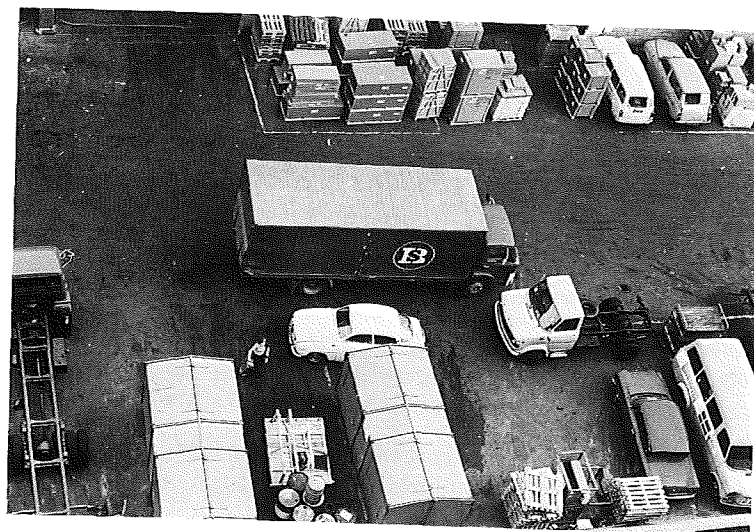
Flystøj forekommer især, hvor flyene passerer i lav højde dvs. i flyvepladsernes ind- og udflyvningssektorer. Men flystøj vil også forekomme ved overflyvning længere borte fra flyvepladserne. Afprøvning og opvarmning af fly tilligemed kørsel på start- og landingsbaner kan give anledning til støj i flyvepladsernes omgivelser. Såvel trafikens samlede omfang som trafikens fordeling over tiden er af betydning for generens omfang.

3.4 Industrivirksomheder

Industristøj er ligesom trafikstøj mekanisk eller akustisk og kan variere meget betydeligt efter lydkildens art og den tilstræbte dæmpning af kilden eller udbredelsen af lyden herfra i kildens umiddelbare



omgivelser. Nogle karakteristiske former for industristøj er f. eks. støj fra ventilatorer og køletårne. Typisk er også støjen fra en række bearbejdningsprocesser såsom høvling, savning, slibning, fræsning, stansning osv. Endvidere må nævnes støj fra radio- og signalanlæg samt intern transport af materialer o. lign. Alle sådanne former for støj kan rent teknisk dæmpes til et hvilket som helst lyd-niveau, som måtte kræves overholdt udadtil – dog ikke uden økonomiske konsekvenser.



Men industrivirksomheder kan derudover påføre omgivelserne støj ved den tunge vejtrafik der følger af tilkørsel af råvarer, frakørsel af færdigvarer og spildprodukter, servicekørsel m.v. En sådan støjende trafik bør i regelen være afgørende for placering af virksomheden i forhold til støjfølsomme byfunktioner. Støjen må iøvrigt søges begrænset som led i de almindelige foranstaltninger til imødegåelse af vejtrafikstøj.

3.5 Andre støjkilder

En række byfunktioner har det tilfælles, at støjen udendørs stammer fra menneskers tale eller råb. Lydniveauet vil afhænge af stemmestyrken og antallet af personer der taler eller råber samtidig. Dette kan anvendes til en summarisk gruppering, jfr. fig. 3.6.

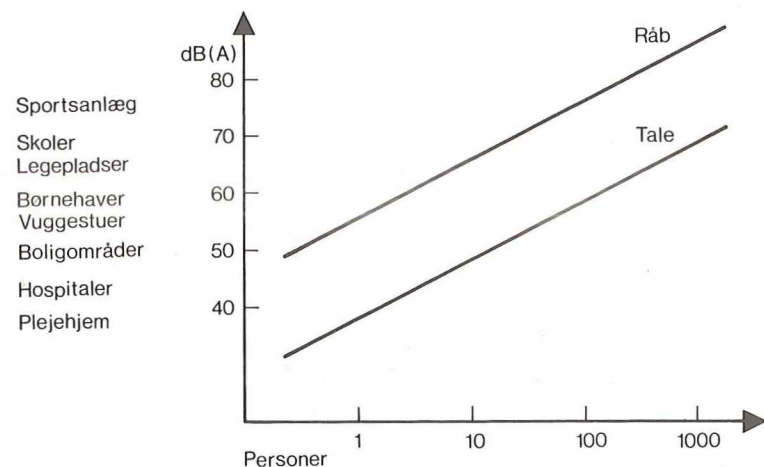


Fig. 3.6. Gruppering af nogle byfunktioner efter det teoretiske lydniveau (L_{max}) i 10 m's afstand som følge af personers tale eller råb udendørs.

Ved plejehjem og hospitaler forekommer almindeligvis kun tale.

I boligområder er enkelttilfælde af højrosted tale og råb under leg almindelig udendørs.



Flere personer der taler samtidig forekommer ved butikker, på byens pladser, udenfor biografer, teatre o. lign.

Flere personer der råber samtidig er almindeligt for børnehaver, vuggestuer, legepladser, fritidshjem, ungdomsklubber, diskoteker og værtshuse.

Mange personers talen eller råben er typisk for skoler (børnenes råben i frikvartererne) og idrætsanlæg i forbindelse med større sportsstævner.

3.6 Gruppering af byfunktioner efter støjudsendelse

For byplanmæssige overvejelser om den mest hensigtsmæssige indbyrdes placering ud fra støjmæssige hensyn er i fig. 3.7 angivet en grov gruppering af nogle byfunktioner efter lydniveauets teoretisk størrelse i ca. 10 meters afstand fra lydkilden. Grupperingen er begrænset til relativt få grupper, da det materiale der ligger til grund herfor er af noget varierende og ufuldstændig karakter. Der er ved grupperingen ikke taget hensyn til hyppigheden af lydudsendelsen.

Teoretisk max. lydniveau (i 10 m's afstand) dB(A)	Byfunktion	Støjgruppe
< 55	Plejhjem Hospital Boligområde Boligvej	I
55–70	Vuggestue Børnehave Større legeplads Mindre håndværk Sekundærvej II Skolegård	II
70–85	Sekundærvej I Let industri Primærvej II Idrætsanlæg Tung industri Fjernvej	III
> 85	Flyvepladser	IV

Fig. 3.7. Gruppering af nogle byfunktioner efter den teoretiske lyd-udsendelse.

4. Lydudbredelse

I åbne områder vil lydniveauet (L_{Aeq}) fra vejtrafik på grund af lydenergiens spredning aftage med 3 dB(A) for hver gang afstanden fordobles, jfr. fig. 4.1.

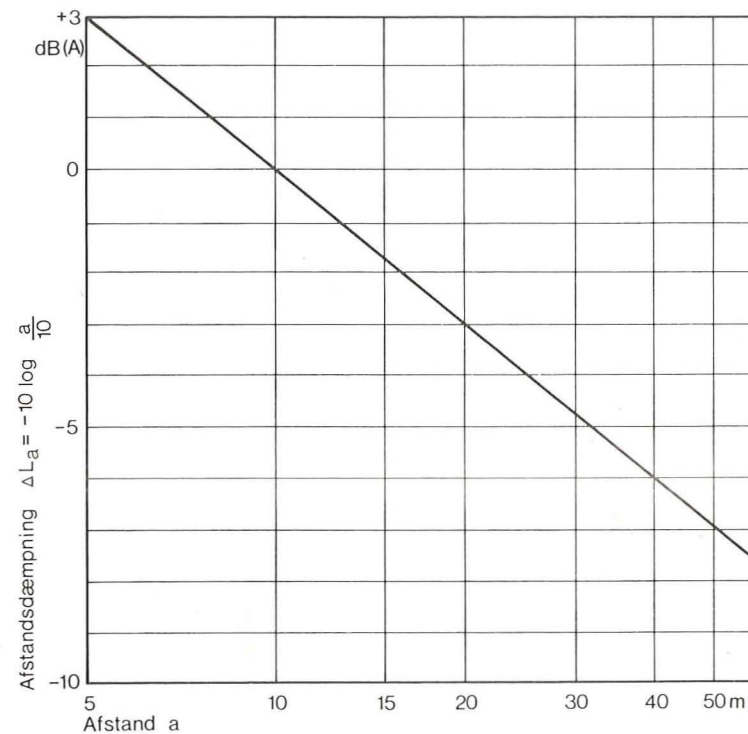


Fig. 4.1. Ændringen (ΔL_a) af lydniveauet (L_{Aeq}) fra vejtrafik p. gr. af lydenergiens spredning under uhindret udbredelse fra afstanden 10 m til den aktuelle afstand a („afstandsændring“).

Denne afstandsafhængighed forudsætter, at terrænet er stærkt reflekterende, som det netop ofte er tilfældet i byområder (f. eks. parkeringspladser).

Lydudbredelsen i udbyggede byområder afviger væsentligt fra udbredelsen i åbne områder uden skjærmende og reflekterende bebyggelse, mure el. lign.

- I udbyggede byområder vil lydudbredelsen bl. a. være påvirket af
- reflekterende, lodrette fladers tilstedeværelse,
 - tilstedeværelsen af egentlige støjskærme, bebyggelse eller beplantning,
 - om lyd-kilden er beliggende over eller eventuelt under det omliggende terræn.

Lydudbredelsen vil desuden være påvirket af de meteorologiske forhold, vind og temperatur.

Disse faktorer optræder i praksis næsten altid i et stort antal forskellige kombinationer. Dette vanskeliggør systematiske undersøgelser og beregninger af lydudbredelsen i bebyggede arealer. Ved at foretage en række forenkende forudsætninger kan man dog formentlig opnå rimelige beregningsresultater for forholdsvis ukomplicerede konfigurationer af veje og omkringliggende bebyggelse.

Det synes således nogenlunde overkommeligt at foretage beregninger af lydniveauet ved facaderne i lukkede gaderum, og også af bidraget fra den støj, der udsendes i en hovedgade til lydniveauet i sidegader. Beregning af en skærms dæmpningsvirkning kan ligeledes foretages på nogenlunde simpel måde, når lydudbredelsen ikke influeres af andre reflekterende fladers tilstedeværelse.

En simpel metode til beregningsmæssig beskrivelse af lydudbredelsen fra forsænkede veje eller fra lukkede gaderum til arealer bag en randbebyggelse, gennem åbninger i en randbebyggelse og ind gennem mere spredt bebyggelse er det derimod ikke muligt at angive. Beregningsarbejdet vil i sådanne situationer være meget omfattende (– og må eventuelt udføres ved hjælp af en datamat) og er derfor nok kun berettiget i specielle situationer. Resultater af systematiske empiriske undersøgelser (modelforsøg og feltmålinger) for typiske situationer, der eventuelt kunne danne grundlag for en opstilling af mere overslagsmæssige fremgangsmåder, savnes. „Støjkonturkort” – dvs. snittegninger for forskellige typiske situationer med kurver optegnet gennem punkter med samme støjbelastning – ville være et hensigtsmæssigt værktøj, men sådanne kort findes ikke tilgængelige i litteraturen. Formodentlig ville det antal konfigurationer, man ville have brug for til detaljeret kortlægning af udbredelsesforholdene i byområder blive uforholdsmæssigt stort. Hertil kommer den ikke ubetydelige usikkerhed, der er knyttet til den ekstrapolation af data om støjudsendelsen fra veje, som er foretaget i afsnit 3.

Alt i alt må man forvente, at de beregninger, man i givet fald udfører efter de retningslinier, som er skitseret i det følgende og i del II er behæftet med en væsentlig usikkerhed, specielt i komplicerede konfigurationer af vej og bebyggelse og specielt i store afstande fra

vejen, når lydudbredelsen sker mellem mange reflekterende flader, gennem beplantning m.v. Det må desuden understreges, at der i høj grad savnes måleteknisk dokumentation for beregningsresultaternes anvendelighed.

På baggrund af den betydelige usikkerhed bør man i almindelighed begrænse sig til at beregne lydniveauet ved de byfunktioner, som ligger nærmest vejen – også ud fra den betragtning, at lyden ved udbredelse gennem bebyggelse forholdsvis hurtigt dæmpes til niveauer, der giver et omend ikke tilfredsstillende så dog mindre belastende støjmæssigt miljø, end man har tæt ved vejen.

De korrektioner, som skal gives til lydniveauet (L_{Aeq}) i frit felt, kan eksemplificeres således:

a) *Reflekterende flade – ensidig ubrudt randbebyggelse*

- foran en reflekterende flade (i fra ca. 0,5 m til nogle meters afstand) forøges lydniveauet med 3 dB(A).
- på selve fladen der f. eks. kan være en facade (i mindre end 5 cm's afstand) forøges lydniveauet med 6 dB(A).
- på den anden side af vejen øges lydniveauet med op til 3 dB(A) afhængig af bl. a. den reflekterende flades størrelse og forholdet mellem afstanden fra observationspunktet til henholdsvis lyd-kilden og dennes spejlbillede i den reflekterende flade.

b) *Dobbelt-sidig randbebyggelse – lukket gaderum*

- ved bestemmelse af lydniveauet på en facade i et lukket gaderum adderes yderligere i gadeniveau en korrektion til lydniveauet i frit felt af størrelsesordenen 0–4 dB(A), afhængig af den sammenhængende bebyggelses længde og afstanden mellem modstående facader.
- evt. korrigeres for lydniveauets aftagen med højden i et lukket gaderum med en reduktion af størrelsesordenen 0–2 dB(A).

c) *Lydudbredelse ind i sidegader*

Lydniveauet (L_{Aeq}) fra lokaltrafikken i sidegaden beregnes som angivet ovenfor.

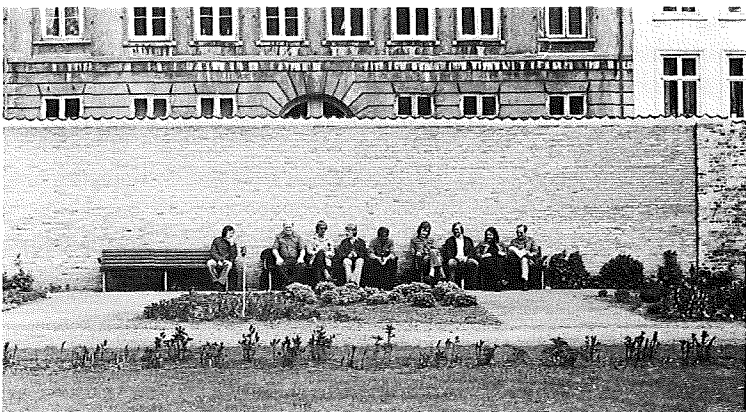
Hertil adderes et bidrag, som aftager med afstanden fra „hovedgaden”. Dette bidrag fastlægges ved

- at bestemme lydniveauet (L_{Aeq}) ved sidegadens åbning (hovedgadens facadeplan)
- at korrigeres for afstanden fra åbningen, idet lydniveauet antages at aftage med 6 dB(A) for hver gang afstanden til åbningen fordobles.



d) *Lydudbredelse over en husrække (skærm)*

Skærmende genstandes dæmpningsvirkning over for lyd beror på, at lydbølgernes direkte vej fra lydkilde til observationspunkt bliver afbrudt. Skærmvirkningen er afhængig af den skærmende genstands dimensioner i forhold til lydets bølgelængde. Ofte anvender man en analogibetragtning for at illustrere forholdene, idet man sammenligner med lysets udbredelse. En skærm standser lysstrålerne, og der dannes en præcist afgrænset skyggezone bag skærmen. Lysets bølgelængde er af størrelsesordenen $5 \cdot 10^{-7}$ m – altså meget mindre end dimensionerne af en skærm. Bølgelængden for den lyd, vi interesserer os for i trafikstøjsammenhæng (f. eks. 100–4000 Hz) er 3,4–0,08 m, altså af samme størrelsesorden som dimensionerne



af skærme, bygninger og lign. Dette er baggrunden for, at lyden afbøjes (diffrakteres) rundt om kanter og lign., og at egentlig „lydskygge“ sjældent forekommer. Skærmdæmpningen er frekvensafhængig, idet lydbølger med stor bølgelængde lettere afbøjes end lydbølger med lille bølgelængde.

Lydforholdene på den anden side af en husrække er således bl. a. bestemt af husenes højde, afstanden mellem lydkilden og „observationspunktet“ og observationspunktets højde i forhold til lydkildens højde. Dæmpningen vil almindeligvis være af størrelsesordenen 15–25 dB(A) ved en ubrudt husrække. Der henvises i øvrigt til den detaljerede beregningsmetode i del II.

e) *Lydgennemgang gennem et vindue*

Lydgennemgang gennem en almindelig facade er normalt bestemt af vinduernes lydisolationssevne. Afhængig af bl. a. vindueskonstruktionen, vinduesareal og af det betragtede rums akustiske egenskaber vil lydniveauet indendørs være fra 15–50 dB(A) lavere end udendørs, jfr. fig. 4.2.



Vinduestype	Vinduets stilling	Forskel ml. lyd-niveau på facade og indendørs i dB(A)	Praktisk lyd-niveau-differens
Alle typer	Delvis åbent	15–20	15
Vindue med enkelt glas	Lukket	27–34	30
Termovindue	Lukket	28–34	30
Dobbeltvindue, lille glasafstand (50 mm)	Lukket	30–40	35
Dobbeltvindue, stor glasafstand (75–100 mm)	Lukket	36–45	40
Dobbeltvindue m/ karmabsorbent	Lukket	44–48	45
Vindue med specialglas	Lukket	34–43	40
Specielle vindueskonstruktioner	Lukket	45–53	50

Fig. 4.2. Forskel mellem lyd-niveauet på facaden og indendørs for forskellige vindueskonstruktioner (2 m² vinduesareal og 0,5 sek. efterklangstid i det betragtede rum)

5. Støjregistrering

Den fremgangsmåde der skal benyttes ved registrering af støj afhænger af formålet med registreringen.

Drejer det sig om at belyse forholdene et bestemt sted på de aktuelle vilkår, vil det sikreste være at foretage målinger over et passende tidsrum. Er formålet at vurdere forholdene, hvor det af økonomiske eller tidsmæssige grunde ikke er muligt at måle, kan man benytte sig af de tilnærmede beregningsmetoder, der er omtalt i afsnit 3 og 4, og som er nærmere beskrevet i del II. En kombination af målinger og beregninger kan f. eks. benyttes, hvis man ønsker at vurdere lyd-niveauet et bestemt sted under ændrede forudsætninger f. eks. med hensyn til trafikmængde eller andel af tung trafik som følge af den fortsatte udvikling eller planlagte indgreb.

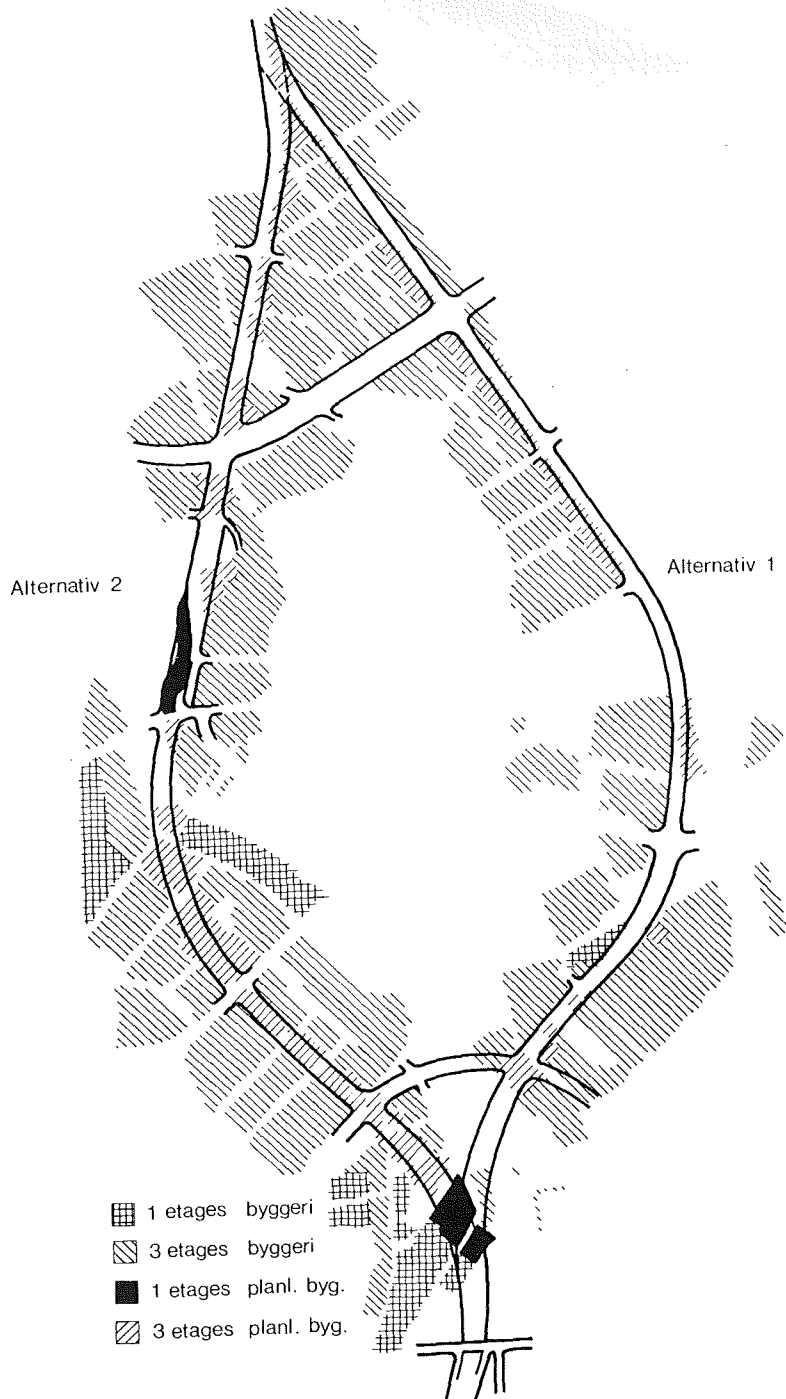
Ønsker man ikke alene at vurdere forholdene på et enkelt sted, men derimod at få et overblik over støjen i en bebyggelse eller i et område, er sådanne vurderinger af lydforholdene i enkeltpunkter ikke tilstrækkelige. Dette vil være den almindelige situation ved vurdering af alternative byplanforslag, trafiksaneringsplaner og lign. Ligeledes vil dette være problemstillingen, hvis man ønsker et grundlag for at prioritere mellem forskellige støjbekæmpelsesmidler eller kombinationer heraf. En metode til at behandle denne problemstilling er skitseret i det følgende. Metoden består af 3 trin: a) Fastlæggelse af støjzoner, b) opgørelse af antal beboere i støjzonerne og c) skøn over antal „meget generede“ beboere.

a) Fastlæggelse af støjzoner

Først bestemmes efter metoderne omtalt i afsnit 3 og 4 støjzoner afgrænset af linier gennem steder med lige kraftig støj. I mange tilfælde vil det være tilstrækkeligt kun at tage første husrække i betragtning for at nå rimeligt lave lyd-niveauer. Dette vil også i regelen være det praktisk gennemførlige.

Detaljeringsgraden i disse beregninger og forskellen i lyd-niveau mellem de afgrænsende kurver bør i øvrigt fastsættes i overensstemmelse med detaljeringsgraden i de planer eller projekter, der ønskes vurderet.

Drejer det sig om indledende skitseprojektering eller om en oversigt over en hel by eller et større område vil en grov beregning af



a) Støjzonerne beregnes med spring på 10 dB(A).

Alternativ 1

	1 etage	3 etager
75-85 dB(A)	0 ha	0,15 ha
65-75 dB(A)	0,58 ha	6,47 ha
55-65 dB(A)	7,13 ha	11,99 ha

Alternativ 2

	1 etage	3 etager
75-85 dB(A)	0 ha	0,86 ha
65-75 dB(A)	1,26 ha	9,59 ha
55-65 dB(A)	4,56 ha	15,29 ha

b) Bestemmelse af antal beboere pr. støjzone

Som et groft gennemsnit regnes med en gennemsnitlig indbyggertæthed på

1 etage:	40 indb./ha
3 etager:	150 indb./ha.

c) Bestemmelse af antal „meget generede“ beboere.

Af figur 2.2 ses det, at man har

støjzone	% „meget generet“
75-85 dB(A)	70
65-75 dB(A)	45
55-65 dB(A)	30

hvilket giver

Alternativ 1	Antal beboere			heraf „meget generet“
	1 etage	3 etager	i alt	
75-85 dB(A)	0	23	23	16
65-75 dB(A)	23	971	994	447
55-65 dB(A)	285	1799	2084	625
I alt			3101	1088

Alternativ 2

Alternativ 2	Antal beboere			heraf „meget generet“
	1 etage	3 etager	i alt	
75-85 dB(A)	0	129	129	90
65-75 dB(A)	50	1439	1489	670
55-65 dB(A)	182	2294	2476	743
I alt			4094	1503

Under disse forudsætninger er der altså betydeligt flere, der bliver generet ved alternativ 2 end ved alternativ 1.

Fig. 5.1. Eksempel på vurderingsmetodens anvendelse på to alternative skitseprojekter til linjeføring for en stærkt trafikeret vejstrækning igennem et større byområde.

lydniveauerne fra de kraftigste støjklider (større gader og lign.) og en inddeling i støjzoner med spring på 10 dB(A) være tilstrækkelig.

Er det derimod en endelig sammenligning af to detailprojekter eller to relativt små byområder, der er på tale, må beregningen af lydniveauerne være mere detaljeret og inddelingen i støjzoner kan udføres med spring på 5 dB(A). Da der vil være en vis usikkerhed ved beregningen af lydniveauerne (f. eks. kan den skærmende virkning af beplantninger, mindre bygninger og lign. være vanskelig at bestemme i detaljer) tjener det ikke noget formål at prøve at opdele området i støjzoner med spring i inddelingerne på mindre end 5 dB(A).

b) Opgørelse af antal beboere i støjzoner

Inden for hver af de under a) fastlagte støjzoner bestemmes antallet af beboere. Også i dette tilfælde afpasses detaljeringsgraden i bestemmelsen efter planens eller projektets formål og detaljeringsgrad.

Ved skitseprojekter over større områder må man indhente oplysninger om antallet af beboere og hvor i områderne de bor. Eventuelt kan man nøjes med at bestemme antallet af beboere ud fra en opmåling af de beboede arealer grupperet efter udnyttelsesgrad og dernæst omregne til antal beboere ved multiplikation med en gennemsnitlig indbyggertæthed.

Ved mere detaljerede projekter kan man være nødsaget til detaljeret at optælle beboerne og tage sove- og opholdsrumms placering i forhold til støjkliden (vejen), i betragtning, idet forskelle i lydniveau mellem forside og bagside af bygningen kan være helt afgørende.

Et godt grundlag for en indsats overfor et områdes støjproblemer får man ved at se på fordelingen af beboere, der er udsat for de forskellige lydniveauer.

c) Skøn over antal „meget generede” beboere

Ikke alle beboere, der udsættes for det samme lydniveau (dvs. bor inden for den samme støjzone) føler sig lige generet. Hvor stor en del af befolkningen, der ved forskellige lydniveauer føler sig generet, kendes fra interviewundersøgelser, som det f. eks. er omtalt i afsnit 2.

Af fig. 2.2 kan man således skønne, hvor mange procent af beboere, udsat for forskellige udendørs lydniveauer (L_{Aeq}), der kan antages at være „meget generet”.

Inden for de enkelte støjzoner kan man da bestemme antallet af meget generede beboere ved af figuren at bestemme den til støjzonens intervalmidtpunkt svarende procentdel for „meget generet” og multiplicere med antallet.

Ved dernæst at summere antallet af „meget generede” personer i de forskellige støjzoner, når man frem til det samlede antal personer, der inden for planens eller projektets område kan antages at være „meget generet” af støjen. Dette antal personer kan sammenlignes med det tilsvarende antal for alternative planer eller projekter.

Er det relativt få boliger, der bidrager med en stor andel „meget generede”, kan man overveje en effektiv isolation af disse boliger, eller overgang til andre funktioner.

6. Midler til støjbegrænsning og deres effekt

Mulighederne for en indsats mod støj i eksisterende byområder er de samme som i nye byområder: Det kan ske ved kilden, under udbredelsen eller ved modtageren. Men mens afstandsdæmpning under udbredelsen må betragtes som et meget væsentligt middel til at sikre tilstrækkelig støjfri miljøer i nye byområder, er forholdene mere komplicerede i eksisterende byområder. Her vil der kun undtagelsesvis være mulighed for at udlægge tilstrækkelig store bebyggelsesfrie zoner omkring de dominerende støjkilder, og andre midler må derfor overvejes.

Kildedæmpning skal her forstås som indgreb over for den støjende byfunktion – ved veje over for trafikmængden og sammensætningen eller støjudsendelsen fra det enkelte køretøj, først og fremmest de tungeste og mest støjende lastbiler, busser, renovationsvogne o. lign.

Dæmpning under udbredelse kan opnås ved en hensigtsmæssig indbyrdes placering af de støjende og støjfølsomme byfunktioner, dvs. ved byplanmæssige forskrifter for arealanvendelsen. Desuden ved skærmning enten fra bygninger, anlæg eller beplantninger med andre primære funktioner eller ved mure, volde el. lign., der alene opføres i støjdæmpende øjemed. I gader med randbebyggelse kan facadematerialet også være af en vis betydning.

Men byplanmæssige indgreb kan også indirekte have betydning for støjens omfang. Hvis arealanvendelsen ændres fra butikker og kontorer til boliger ligger heri en ændring til mindre trafikskabende anvendelse med deraf følgende mindre vejstøj. Samme effekt har en nedsættelse af udnyttelsesgraden (intensiteten i arealanvendelsen).

Til dæmpning hos „modtageren” kan regnes ændret rumanvendelse, montering af mere lydisolerende vinduer o. lign.

6.1 Dæmpning ved kilden

Dæmpning ved kilden bør i princippet altid være den første mulighed for støjbegrænsning, der undersøges. For visse støjkilder i eksisterende byområder som f. eks. produktionsvirksomhed, der virker generende på omgivende beboelse eller andre støjfølsomme byfunktioner kan kun undtagelsesvis andre midler komme på tale, hvis ikke virksomheden direkte forlanges flyttet.

For trafikale støjkilder er forholdene anderledes, fordi de lokale myndigheder ikke har indflydelse på de enkelte køretøjers støjudsens-

delse. Det er dog kun delvis rigtigt. Ved indkøb af materiel til den kollektive lokaltrafik, vogne til renovationsafhentning og vejvedligeholdelsesmateriel er der betydelige støjbegrænsningsgevinster at hente, såfremt man lader støjmæssige kriterier indgå ved valget. At dette ikke nødvendigvis er ensbetydende med en væsentlig merudgift, viser eksempelvis, at dæmpning af en bybus fra 87 dB(A) til 77 dB(A) kun betød en prisforørelse på knap 2% af produktionsprisen.



6.2 Trafikale indgreb

Reduktion af trafikstøjen kan ske ved

at begrænse trafikmængden,

at reducere og udjævne trafikens hastighed,

at ændre på trafikens sammensætning – først og fremmest ved at begrænse andelen af tunge køretøjer,

at ændre på trafikens fordeling over døgnet – først og fremmest ved at begrænse trafikens (og især den tunge trafik) omfang om natten, hvor støjen er til mest gene for de fleste.

Trafikmængden på veje i byområder varierer betydeligt – fra mere end 2000 køretøjer pr. middeldøgntime på de mest trafikerede radialgader i de større byer til ganske enkelte køretøjer pr. middeldøgntime på de blinde villaveje, der kun befærdes med ganske ringe og helt lokal trafik. Der kan opnås en betydelig støjmæssig reduktion ved begrænsning af trafikmængden. I fig. 6.1 er vist ændringen af lydniveauet ved relative ændringer af trafikmængden. Af figuren

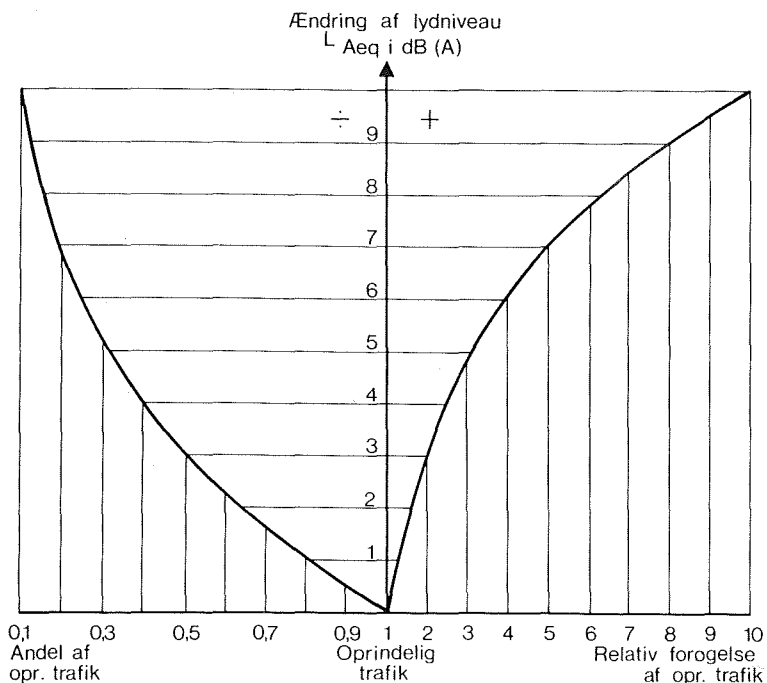
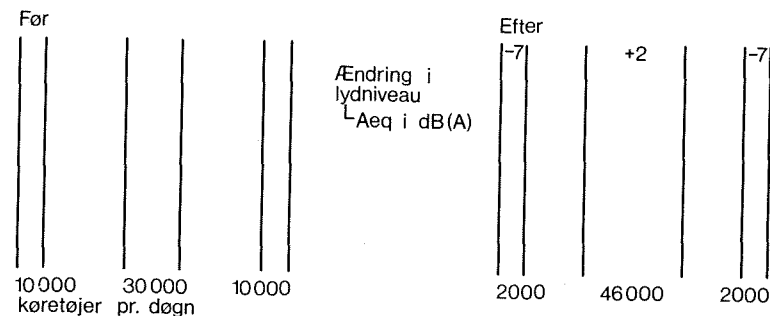
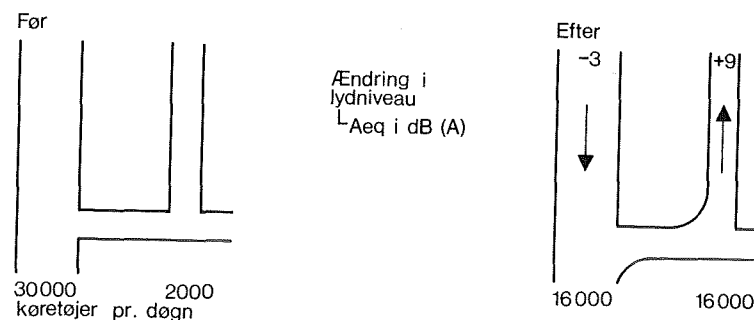


Fig. 6.1 Ændring i lydniveauet ved forskellige relative ændringer af trafikmængden.



En stærkt trafikeret gade udvides og overtager derved en betydelig del af trafikken på to nærliggende mindre gader. Lydniveauet i de mindre gader bliver herved væsentlig mindre, mens lydniveauet i den store gade ikke øges mærkbart.



For at kunne klare trafikpresset i en stærkt trafikeret gade gøres denne ensrettet, og en nærliggende mindre trafikeret gade udnyttes til at klare trafikken den modsatte vej. Ved sammenligning med figuren ovenover ses det, at forøgelsen af lydniveauet bliver meget stor.

Fig. 6.2 To eksempler på trafikomlægninger, der kan betyde ændringer af støjforholdene.

fremgår det, at lydniveauet øges med 3 dB(A) for hver gang trafikmængden fordobles.

En bestemt forøgelse af trafikmængden på en lidet befærdet gade betyder en større forøgelse af lydniveauet end den samme forøgelse af trafikmængden på en i forvejen stærkt befærdet gade. Hvis den gennemkørende trafik derfor kan samles på enkelte større gader, som derved aflaster mindre paralleltgående gader, vil der i mange situationer kunne opnås en støjmæssig gevinst. En sådan omlægning må almindeligvis fremmes ved hjælp af lokale reguleringer, f. eks. gennem-

kørselsforbud, som det netop kan ske i forbindelse med en systematisk klassificering af vejnettet i et område. Fig. 6.2 viser eksempler på omlægninger af trafikken, der dels kan betyde støjmæssig forbedring, dels støjmæssig forværring i et område.

En ændring af køretøjernes middelhastighed fra 90 km i timen til 50 km i timen betyder en reduktion af lydniveauet (L_{Aeq}) på 4 dB(A), jfr. fig. 3.4. De angivne ændringer forudsætter, at alle andre parametre end hastigheden holdes konstant. Hvis man f. eks. ved indførelse af en hastighedsbegrænsning tvinger trafikken til at skifte til lavere gear, højere motoromdrejningstal og eventuelt flere accelerationer, bliver virkningen sandsynligvis mere begrænset.

Både accelerationer og opbremsninger betyder øget støjudsendelse. Lydniveauet i en gade vil derfor kunne reduceres, såfremt man sikrer, at trafikken afvikles glidende, f. eks. ved at samordne signalreguleringen af gadekrydsene i såkaldte „grønne bølger”. Om koordinerede signalanlæg fungerer godt, afhænger blandt andet af trafikmængden i de forskellige retninger, afstanden mellem krydsene, trafikkenes sammensætning, gadens stigningsforhold m. v. Det vil oftest kun være muligt at skabe gode afviklingsforhold for den mest trafikerede retning. Der savnes også på dette område kendskab til, hvor stor en ændring af lydniveauet man kan opnå i praksis.

Vejstigninger og vejsving bevirker især for tunge køretøjer forøgelse af lydudsendelsen på grund af nedgearing. Forøgelsen af lydniveauet under acceleration indebærer bl. a. risiko for særlige gener i nærheden af busstoppesteder. Fig. 6.3 viser, hvor meget lydniveauet ændres ved helt at forbyde tunge køretøjer, når trafikmængden reduceres tilsvarende.

Oprindelig pct. tung trafik	Reduktion i dB(A) ved forbud mod tung trafik
50	10
40	9
30	7
20	5
15	4
10	3
5	2
0	0

Fig. 6.3 Reduktion af lydniveauet (L_{Aeq}) ved indførelse af forbud mod tung trafik.

Da lydniveauet ved en lastbils forbiørsel i gennemsnit er 10 dB(A) højere end ved en personbils, betyder en variation i andelen af tunge køretøjer fra 0 til 100 procent en forøgelse af lydniveauet på ca. 10 dB(A), jfr. fig. 3.3. Den andel, som den tunge trafik udgør af den samlede trafik, er temmelig varierende for de forskellige typer af gader. De kraftigst belastede gader har som regel den største andel tung trafik, fordi disse veje er bedst udbyggede og har bedst serviceniveau. Andelen af tung trafik udgør her 10–20% af den samlede trafik. Jo mere besværlig en gade er at gennemkøre, jo mindre er som regel andelen af tung trafik. I almindelighed kan man regne med 10% tung trafik som gennemsnit, men andelen kan være væsentlig større på veje, der giver adgang til større industriområder, godsbanegårde, lastbilcentraler o. lign.

Endelig kan nævnes indgreb over for trafikkenes fordeling over døgnet, specielt indgreb over for den tunge trafik på tidspunkter, hvor der ønskes særlig lav støjbelastning. Dette gælder f. eks. i visse dagtimer for trafikken tæt forbi undervisningsinstitutioner. Og det gælder især indgreb over for tung trafik tæt forbi boligområder, hospitaler og lign. i nattetimerne. I gader med ringe trafik, hvor der om natten kun kører enkelte tunge køretøjer, kan lydniveauet momentant stige med 40–50 dB(A), hvilket kan indebære søvnforstyrrelser. I sådanne gader vil forbud mod tung trafik om natten have særlig værdi. Eksempelvis vil en omlægning af arbejdstiden for renovationsvogne fra de tidlige morgentimer til dagtimerne bevirke en formindskelse af støjulempene for mange mennesker.

6.3 Byplanmæssige indgreb

Der skal skelnes mellem muligheder for lokale byplanmæssige foranstaltninger i en mindre del af byen (som i visse tilfælde kan sikres gennem en byplanvedtægt) og mere generelle midler omfattende hele bysamfundet (som f. eks. kan sikres i en dispositionsplan).

6.3.1 Bydelen

Det vil ofte vise sig, at kun en mindre del af foreliggende støj vil kunne elimineres gennem kortsigtede, hurtigtvirkende foranstaltninger i form af trafikale omlægninger. Det kan f. eks. være vanskeligt i fornødent omfang at finde frem til vejstrækninger, som vil være egnet til optagelse af gennemfartstrafik. Hertil kræves både omgivelser som er mindre følsomme over for støj og en linjeføring, der gør vejene egnet til at indgå i et primærvejnet til rationel afvikling af trafikken uden væsentlige omvejskørsler.

Det vil derfor være nødvendigt, at støjmæssige overvejelser indgår tidligt og med stor vægt i planer for byfornyelse, sanering m. v.

Mens de foranstaltninger, der kan komme på tale overfor eksisterende bebyggelse, som senere omtalt i afsnit 6.4, ofte har karakter af kostbare nødløsninger, har man i forbindelse med den nybebyggelse, der for eller siden vil blive aktuell i de støjplagede områder, betydeligt bedre muligheder for at søge støjen elimineret.

Generelt bør der tilstræbes en sådan indbyrdes placering af støjfølsomme og støjende byfunktioner, at generne for de støjfølsomme funktioner bliver mindst mulig. Til vurdering af dette forhold kan benyttes de i afsnit 2 og 3 opstillede grupperinger. De kommunale sanerings- og tidsfølgeplaner i medfør af saneringsloven vil i øvrigt kunne give et fingerpeg om, hvor langsigtet denne løsning på støjproblemerne må forventes at blive.

Ved overvejelser om udformningen må det erindres, at de ældre byområders største chance rent støjmæssigt ligger i en opretholdelse af den sluttede randbebyggelse. Selv med en ret intensiv trafik mod gaden, giver dette rolige forhold mod gården, hvor tilfredsstillende udendørs opholdsarealer og altaner vil kunne indrettes under forudsætning af rimelige lysforhold.

En udnyttelse af dele af gårdarealerne til parkerings- og tilkørselsfunktioner vil vanskeligt kunne forenes med uforstyrrede forhold,



under hensyn til de talrige muligheder for lydtilbagekastning fra facaderne. Græs, træer, klatrende planter og lydabsorberende facadebeklædninger vil kunne mildne virkningerne noget.

Der skal ikke mange gennembrydninger til, før den sluttede bebyggelses støjafskærmende virkning reduceres væsentligt. Det er specielt vigtigt, at bebyggelsen er sluttet i de to underste etager, medens bygningshøjden i øvrigt er mindre afgørende. I de senere år har man set flere eksempler på randbebyggelse med énsidigt orienterede lejligheder, især af altangangstypen, samt erhvervsbebyggelse til kontorformål med særligt lydisolerende facader mod gaden.

Hvor byfornyelsen omfatter større samlede arealer, vil en randbebyggelse mod de omliggende gader kunne kombineres med en mere fri bebyggelsesdisponering i karreens indre.

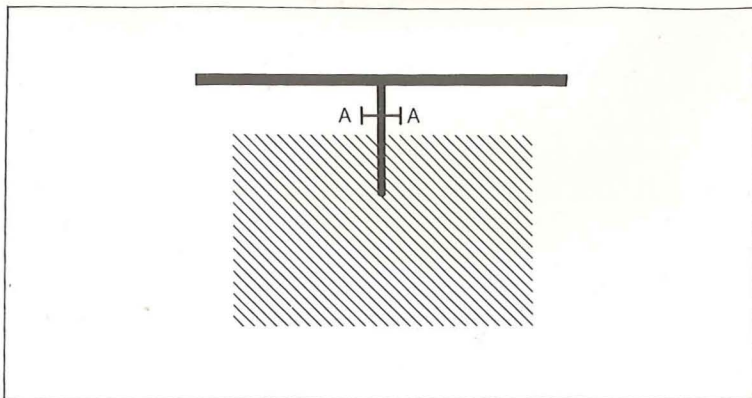
Ved høje udnyttelsesgrader vil kravene til opholds- og parkeringsarealer nødvendiggøre, at parkeringen placeres i kældre under bebyggelsen eller under opholdsarealerne mod gården. Disse løsninger indebærer en visuel og akustisk adskillelse af opholds- og parkerings-/tilkørselsarealer, og eliminerer dermed støjproblemerne med undtagelse af dem, der vil kunne være forbundet med op- og nedkørselsramperne samt med eventuelle ventilationsanlæg.

Undersøgelser synes imidlertid at vise, at de økonomiske fordele ved høje udnyttelsesgrader som oftest ikke opvejer ekstraomkostningerne til parkeringsanlæggenes etablering og trafiknettets udbygning.

6.3.2 Byen

Også ved planlægning for det samlede bysamfund er det vigtigt at stille imod en hensigtsmæssig indbyrdes placering af støjende og støjfølsomme byfunktioner.

I sine arealdispositioner må man endvidere først og fremmest medvirke til at begrænse trafikens omfang. Dette opnås ved at undgå overgang fra mindre til mere trafikskabende byfunktioner f. eks. fra boliger til kontorer eller butikker. Endvidere ved at undgå forøgelse af udnyttelsesgraden eller intensiteten af arealanvendelsen i øvrigt. Fig. 6.5 er et eksempel på, at man i princippet kan opnå ændringer af størrelsesordenen 4–6 dB(A) eller mere af lydniveaueet fra de overordnede veje i et tilgrænsende område, ved radikale ændringer i udnyttelsesgrad og arealanvendelse i området.



Et byområde på ca. 25 ha, hvor trafikken til og fra området må passere snittet A–A.

Trafikmængden gennem snittet A–A afhænger af byområdets karakter.

a) Såfremt området er et etageboligområde med den i landsbyggeoven fastsatte maksimale udnyttelsesgrad på 0,6 for etageboliger, kan man ifølge svenske erfaringer beregne, at der gennem snit A–A vil passere ca. 5.300 biler/døgn.

b) Forudsættes det, at der gennem tiden sker en øget udnyttelse af området, så dette får en udnyttelsesgrad på 2,0, øges trafikmængden til ca. 13.000 biler/døgn.

Såfremt de øvrige trafikale parametre (hastighed, sammensætning m. v.) ikke ændres, vil ifølge figur 6.1 lyd-niveaueet (L_{Aeq}) ud for snit A–A blive forøget med ca. 4 dB(A).

c) Såfremt man for det i b) beskrevne område får en intensiveret anvendelse, så 30 % af etagearealet anvendes til henholdsvis butik (10 %) og kontor (20 %), bevirker dette en yderligere forøgelse af trafikmængden ved snit A–A.

I forhold til boliger fremkalder butikker 3–4 gange så meget trafik, mens kontorer tilsvarende fremkalder 1–2 gange så meget trafik. Man vil derfor gennem snit A–A få ca. 19.000 biler/døgn.

Såfremt trafikken i øvrigt ikke ændres, får man ifølge figur 6.1, at lyd-niveaueet yderligere øges med ca. 1–2 dB(A) i forhold til situationen beskrevet under b).

Butikkerne vil dog bevirke en øget andel tung trafik (aflevering af varer), hvilket yderligere vil øge lyd-niveaueet (L_{Aeq}) i snit A–A.

Er butikkerne placeret i nærheden af den viste gennemfartsvej (dvs. i nærheden af snit A–A), påfører denne tunge trafik området mindre gene, end det er tilfældet, hvis butikkerne er placeret dybere inde i området.

Fig. 6.5 Regneeksempel på de støjmæssige konsekvenser af ændringer i udnyttelsesgrad og arealanvendelse.

Særlige problemer knytter sig til de ældre bykerner, der i altovervejende grad varetager centerfunktionerne. Den største del af byudviklingen foregår stadig efter „kagebyprincippet” ved massiv udbygning omkring disse bykerner, der således opretholder deres centrale placering i forhold til oplandet, samtidig med at de er afskåret fra udvidelser. Denne situation har medført, at bykerne bevarer deres tiltrækningskraft over for de ekspanderende centerfunktioner, hvilket skaber en tendens til stigende bebyggelsestæthed. Ved etablering af kælderparkering og parkeringshuse vil der være mulighed for at opnå betydelig højere udnyttelsesgrader, end det vil være samfundsøkonomisk forsvarligt, når der sammenlignes med etableringsomkostningerne ved udflytning til trafikalt mere velbeliggende aflastningscentre i byområdernes udkant. Dertil kommer, at en mere intensiv arealanvendelse og dermed øget trafik betyder en forværring af den støjmæssige situation.

Der er derfor i kommunale kredse en stigende erkendelse af, at det vil være uforvarsomt yderligere at forhøje udnyttelsesgraderne i de gamle bykerner, når de trafikale problemer har antaget så stort et omfang, at denne situation foreligger.

Man modsætter sig også i stigende omfang en yderligere omdannelse af boligbebyggelse til erhvervsformål, der i relation til trafik- og parkeringspresset har samme virkning som nybebyggelse til erhvervsformål. Man lægger tillige vægt på, at et vist mindstemål af boliger vil sikre imod, at bykernen dør ud ved lukketid, og måske vil kunne medvirke til at opretholde en mere alsidig butiksstruktur.

Visse steder er man endda gået ind for en generel nedsættelse af udnyttelsesgraden i bykernen i forbindelse med en detailplanlægning, der karré for karré tager nærmere stilling til bevaring, nedrivning og nybebyggelse. Det er givet, at man igennem sådanne bestræbelser vil medvirke til en gradvis nedsættelse af trafikstøjen i både bykernen og de omgivende forstæder, der er plaget af gennemkørende biltrafik.

Blandt de byplanmæssige indgreb må endelig regnes en mere omfattende omlægning af det samlede trafiksystem, evt. med tilstræbt overgang til andre trafikformer f. eks. en større andel af kollektiv trafik. For at dette kan have en gunstig støjmæssig effekt, må der dog stilles ret strenge krav til de busser, der anvendes i den kollektive trafik. Der skal i dag i princippet ske en reduktion af antallet af personbiler på mindst 10, for hver gang der kommer 1 bus mere, for at der vil være nogen støjbegrænsende effekt. Men man kan – og bør – lave mindre støjende busser, eller andre kollektive transportmidler. Anvendes sådant mindre støjende materiel må kollektiv transport

betragtes som en hensigtsmæssig transportform i de tætte byområder, hvor støjproblemerne er vanskeligst at løse med andre midler.

Muligheden for at overføre en større andel af persontransporten til de kollektive trafikmidler, fortrinsvis busnettet – i storbyerne tillige bybanenettet – har i de senere år været et gennemgående tema i diskussionen om byplanlægningens målsætning.

Det står efterhånden klart, at en forbedring af kollektivtrafikkens standard m.h.t. hastighed, hyppighed, bekvemmelighed og omstigningsmuligheder vil være en forudsætning for opnåelse af den konkurrenceevne, der, såfremt overgangen skal baseres på en valgfrihed, vil være den udslagsgivende faktor.

Opinionsundersøgelser og erfaringer synes imidlertid at vise, at det kun vil være muligt at overføre mindre procentdele af persontrafikken fra personbiler til busser og baner alene ved forbedringer af det kollektive trafikapparat. Disse foranstaltninger får først virkelig effekt, når de følges op med restriktioner, hvorigennem benyttelsen af egen bil vanskeliggøres og fordyres. Parkeringsrestriktioner af forskellig art har længe været benyttet som et led i denne strategi. Spærringer af det gennemgående vejnet og indretning af bilfri gågader med bekvem adgang til kollektive trafikmidler kan ligeledes medvirke til en nedsættelse af brugen af egen bil.

6.4 Bygningsmæssige indgreb

Ved ændring af vindueskonstruktionerne vil det være muligt yderligere at begrænse lydniveauet inde i bygninger. Der vil herved kunne opnås en forøgelse af lydisolationen på op til 15–20 dB(A). For boliger er sådanne løsninger dog af begrænset værdi, hvis beboerne f. eks. ikke kan sove med åbne vinduer. Det kan derimod have stor betydning i undervisningslokaler og andre arbejdslokaler (biblioteker o. lign. steder), hvor udluftning kan foretages i korte perioder med mellemrum eller med mekanisk ventilation, men hvor det ikke altid er et ufravigeligt krav, at man skal kunne opholde sig med åbne vinduer.

I forbindelse med ombygninger kan de muligheder, der ligger i ændret rumanvendelse, udnyttes til at reducere generne ved udefra kommende lyd. Soverum kan flyttes væk fra stærkt trafikerede veje og placeres ud til fredelige gårdum osv. Ombygning af bestående boliger i randbebyggelsen til énsidig orientering af opholds- og soverum mod bagfacaderne, vil dog normalt være særdeles kostbare. Desuden må en tilpasning af bestående randbebyggelse til at kunne tåle den støjbelastning, som påføres ved en strækningens benyttelse til intensiv gennemfartstrafik, almindeligvis betragtes som en nødløsning,



... ud mod den støjende gennemfartsvej.



... ud mod det fredelige parkområde.

idet boligfunktioner også på mange andre punkter end det støjmæssige er vanskelig forenelige med tæt trafik. Overgang til erhvervsformål kan her synes at være en nærliggende løsning, såfremt der er behov for disse funktioner og fornøden kapacitet i trafik- og parkeringsanlæg til at klare den merbelastning, en sådan overgang vil give anledning til. Imidlertid vil de erhvervsvirksomheder, der rent støjmessigt kan komme på tale, sjældent kunne indrettes rationelt i tidligere boliger og

oftest medvirke til en yderligere forøgelse af trafik- og parkeringspreset. Desuden kan det, hvis denne løsning anvendes i udstrakt grad, give et meget uønsket lokaliseringsmønster for byens erhverv.

6.5 Afvejning af de støjbegrænsende midler mod andre forhold

I praksis må de angivne midler til støjbegrænsning samordnes med andre hensyn som trafikafvikling, trafiksikkerhed, luftforurening og tilgængelighed og endvidere bebyggelsesmæssige hensyn, som f. eks. lys- og solforhold, indblik og adgangsforhold samt æstetiske og økonomiske hensyn. I langt de fleste tilfælde vil der dog være tale om sammenfaldende interesser.

7. Strategi for begrænsning af støj i byen

Den hidtidige indsats fra det offentlige i forbindelse med støjproblemer har været af overvejende passiv art. I forbindelse med foreliggende planforslag eller aktuelle klager har den bestået i forsøg på vurdering af de fremtidige lyd niveauer eller i afbødning af de mest påtrængende ulemper. I en række tilfælde er støjforholdene dog slet ikke taget i betragtning, eller de er først kommet ind i overvejelserne på et så sent tidspunkt, at effektive foranstaltninger for at undgå gener – f. eks. ved udlægning af afstandszoner – vanskeligt eller slet ikke har kunnet gennemføres. Kommuner og amtskommuner bør gå ind i en mere aktiv og forebyggende rolle i forbindelse med de stadig mere påtrængende støjproblemer.

Den indsats, der bør gøres, er noget forskellig, alt efter om det drejer sig om nye eller eksisterende byområder. Uanset dette bør der for hele den administrative enhed fastlægges en politik og foregå en løbende planlægning af indsatsen for at undgå fremtidig støj og begrænse den eksisterende. I det følgende skal skitseres en strategi hertil.

Kommunernes indsats bør omfatte følgende:

- tilvejebringelse af et grundlag for vurdering af problemernes omfang,
- formulering af en målsætning for den nødvendige indsats,
- stillingtagen til hvilke midler man vil benytte,
- opstilling af en tids- og finansieringsplan for gennemførelsen af indsatsen.

7.1 Grundlag og målsætning

Grundlaget for en vurdering af problemernes omfang må bl. a. være beregninger eller målinger, der giver oversigt over de byfunktioner, der er udsat for støj, der ligger over fastlagte grænser f. eks. svarende til de i afsnit 2 angivne niveauer. Oversigten må bl. a. omfatte en situationsbeskrivelse for kommunens boliger; hvad angår de støjmæssige forhold. En sådan oversigt kan f. eks. tilvejebringes ved hjælp af den i afsnit 5 skitserede registreringsmetode.

Som grundlag for vurdering af problemets omfang må herefter også tilvejebringes en samlet oversigt over de klager, der er fremkommet over støj inden for kommunens grænser. Klagerne kan være en god indikator for, hvor den første indsats bør gøres. Klagerne kan dog også

være udtryk for en almindelig irritation over småændringer i et område, uden at lydniveauet i øvrigt kan siges at være særlig alarmerende, endsige skadeligt. Klager må derfor altid sammenholdes med det målte eller beregnede lydniveau.

Der må dertil ske en løbende ajourføring af grundlaget for vurdering af støjproblemerne.

Da kommunens indsats overfor støjproblemerne nok så meget vil være langsigtet og af forebyggende art, er det nødvendigt at have præciseret målene på et tidligt tidspunkt. I det omfang der ikke foreligger generelt fastsatte normer, bør der tages stilling til, hvilke maksimale værdier for lydniveauet man vil tilstræbe overholdt for forskellige byfunktioner. Også selv om normer foreligger, vil det ikke nødvendigvis fritage for en stillingtagen til visse målsætningsproblemer. F. eks. kan kommunen ønske, at byfunktioner som hospitaler, plejehjem og vuggestuer skal have en preferencestilling med hensyn til støjbegrænsning.

Ofte vil der være flere områder i byen, der er ramt af støj over de ønskelige grænser eller fastlagte normer og spørgsmålet er da, hvordan prioriteringen skal være med hensyn til en indsats? Skal man satse på en bred indsats for at opnå små forbedringer for de mange eller skal man hjælpe de få, der er mest generede?

Et særligt målsætningsproblem er, hvilken status parkområder og andre rekreative områder bør have – støjmæssigt set. Man kan mene, at de rekreative områder virkelig skal give mulighed for fuldstændig fred eller at det alligevel er en begrænset tid af døgnet, folk opholder sig i de rekreative områder og at de derfor kan anvendes som „stødpude” til støjmæssig beskyttelse af et boligområde og f. eks. anvendes til visse former for leg. Der vil i almindelighed være behov for en differentieret politik over for de enkelte rekreative områder, afhængig bl. a. af deres placering og størrelse.

7.2 Valg af midler

De midler, som kommunen bringer i anvendelse overfor eventuelle støjproblemer, må ses som et led i kommunens samlede politik. Det er tidligere i denne rapport understreget, at den mest effektive indsats mod støj foregår ved kilden, og først når en sådan indsats ikke er tilstrækkelig, kommer mulighederne for begrænsning af lyden under udbredelsen og hos modtageren på tale. Hvor kildedæmpning derfor er mulig og realistisk, bør indsatsen begynde der. For kommunen gælder dette bl. a., hvor den gennem egen virksomhed optræder som støjkilde. Det drejer sig om kommunens drift af en række faste anlæg som f. eks. vandværk, rensningsanlæg, gasværk, forbrændingsanstalt o.

lign. og om kommunens mobile virksomhed i form af busdrift, renovationsvæsen, anlæg og vedligeholdelse af veje osv.

Dertil kommer, at kommunen er ansvarlig for anlæg og drift af en række byfunktioner, som udpræget må betegnes som støjfølsomme. Dette gælder f. eks. skoler, alderdomshjem og vuggestuer. Såvel ved placering som udformning bør kommunen tilse at sådanne aktiviteter sikres så effektivt som muligt mod støj.

Endelig har kommunen som planlægningsmyndighed mulighed for at øve afgørende indflydelse på de fremtidige støjforhold i kommunen. Om midlerne hertil og deres effekt er der nærmere redegjort for i afsnit 6. Hvilke midler der især vil være aktuelle under forskellige forudsætninger er oversigtligt behandlet i det følgende.

Der er en markant forskel på, om det drejer sig om nye byområder, der opbygges på bar mark eller om eksisterende, allerede udbyggede byområder. For de nye byområder vil det være muligt at sikre tilfredsstillende støjforhold gennem den indbyrdes placering af byfunktionerne. Her vil et af de enkleste midler være at sikre tilstrækkelig afstand mellem støjkilde og støjmodtager.

For de eksisterende byområder må midlerne vurderes i sammenhæng med, hvilke ændringer i området der i øvrigt er aktuelle af andre årsager end de støjmæssige. Det kan f. eks. dreje sig om kondemnering, sanering, trafikuheldssanering, udbygning af institutioner, udflytning af arealkrævende industrier og forøgelse af transportkapaciteten til og fra et område. I det følgende skal der gives eksempler på, hvad der kan gøres i forskellige typer af områder.

7.2.1 Centerområder domineret af detailhandel, kontorer og liberale erhverv

Centerområder hører til de mest trafikfremkaldende. En politik, der har til formål at begrænse væksten af trafikken til og fra sådanne områder, vil ud fra en støjmæssig betragtning være hensigtsmæssig. Dette kan f. eks. ske ved en fastholdelse eller forøgelse af boligandelen i områderne. Det kan ligeledes ske ved udskillelse af uvedkommende trafik og ved en forbedring af den kollektive trafikbetjening af områderne, dog kun hvis dette kan ske med støjsvage busser, da det ellers kan betyde en forværring af situationen. De mest støjfølsomme funktioner kan placeres i forbindelse med de fodgængerområder, som områdernes intensive udnyttelse skaber baggrund for at etablere.

7.2.2 Tæt bebyggede etagehusområder

Tætte etagehusområder er karakteriseret ved udnyttelsesgrader over 1,0. Områderne er almindeligvis af ældre dato og byfornyelse både i

form af bygningssanering og trafikalsanering vil ofte være aktuel. I forbindelse med en byfornyelse bør man udnytte mulighederne for en hensigtsmæssig placering af nye boliger og andre støjfølsomme funktioner, først og fremmest i forhold til de overordnede trafik anlæg. Ved egentlig bygningssanering foreligger mulighed for at disponere bygningernes anvendelse således, at de støjfølsomme rum som soveværelser og undervisningslokaler placeres væk fra de stærkt trafikerede gader og andre støjklude. Byfornyelsen bør omfatte en trafikalsanering, der så vidt muligt samler gennemgående trafik på nogle få trafikårer, der om muligt vælges gennem erhvervsområder eller tracés med passende afstande fra støjfølsomme bygninger som boliger, hospitaler og lignende. Eksisterende industrivirksomheder, der optræder som støjklude i området, bør så vidt muligt udflyttes til egentlige industriområder.

7.2.3 Områder med åben etagehusbebyggelse

Åbne etagehusområder er karakteriseret ved udnyttelsesgrader fra 0,4 til 1,0. Områderne er almindeligvis opbygget inden for de sidste 30–40 år og egentlig bygningssanering er derfor ikke aktuel. Derimod kan en trafikalsanering være ønskelig både af støjmessige hensyn og med henblik på begrænsning af antallet af trafikuheld.

7.2.4 Områder med tæt lav bebyggelse

Række- eller gårdhudområder er karakteriseret ved udnyttelsesgrader fra 0,2 til 0,4. Områderne vil almindeligvis være i en sådan stand, at mere omfattende bygningssanering ikke kommer på tale. Derimod vil en trafikalsanering kunne være aktuel, ligesom indplacering af nye skoler, børnehaver og mindre detailcentre kan forekomme. Områderne er ofte opbygget ud fra en samlet planlægning, der allerede på forhånd sikrer, at gennemgående trafik ikke forekommer. Støjproblemer i forbindelse med sådanne områder vil almindeligvis være trafikstøj fra nærliggende overordnede trafikårer, støj fra industrivirksomheder i området eller begrænsede problemer som støj fra børnehaver, legepladser eller lignende.

7.2.5 Områder med åben lav bebyggelse

Villaområder er karakteriseret ved udnyttelsesgrader fra 0,1 til 0,3. Områderne kan både være af nyere og ældre dato, men på grund af varierende bygningsstandard vil selv sådanne ældre områder almindeligvis ikke være modne for total sanering. Derimod vil en trafikalsanering ofte være ønskelig af trafikalsikkerhedsmæssige årsager. Gen-

nemføres en trafikalsanering, bør de støjmessige forhold selvfølgelig tilgodeses gennem udskillelse af gennemgående trafik, sikring af tilstrækkelig afstand mellem boligen og større trafikårer osv.

Et særligt problem udgør den spredte bebyggelse eller landsbybebyggelsen langs hovedlandeveje o. lign. På den ene side er trafikken og støjen her ofte betydelig – på den anden side er omkostningerne ved trafikalsanering så store, at en omlægning ofte betragtes som økonomisk uigennemførlig. Strækningsvise eller områdevis hastighedsbegrænsninger kan her komme på tale, ligesom ændret anvendelse af bygninger og rum samt en forbedret lydisolering heraf må komme ind i overvejelserne.

7.3 Gennemførelse af ændringer

Kommunens intentioner med hensyn til støjbegrænsning bør så vidt muligt fastlægges i en tidsfølgeplan hvoraf det fremgår, hvilken støjmessig situation der vil foreligge i forbindelse med gennemførelse af kommunens øvrige planer som de f. eks. udtrykkes i dispositionsplanen.

7.4 Afslutning

Som det vil ses af de nævnte rekkommendationer er der ikke tale om mirakelkure, men i stedet for forslag og krav, som måske nok er kendt og efterprøvet mange gange tidligere, men praktiseret i alt for ringe grad idag. Støjen fra vore veje er vokset støt igennem den sidste generations tid. At ændre denne udvikling, der ikke kan undgå at føre til særdeles uønskede resultater, er i første omgang et spørgsmål om en pædagogisk indsats og derefter en planlæggende støttet af lovgivning og en tilstrækkelig kontrol, så man på længere sigt helt kan undgå gener.

Noter

- dB \supset : decibel. Lydtrykniveauet i decibel er et mål for en lyds fysiske styrke (intensitet) i forhold til den svagest hørlige lyd et ungt normalthørende menneske kan opfatte. Den svagest hørlige lyd har derfor lydtrykniveauet 0 dB. Decibelskalaen er logaritmisk. Fordobles intensiteten, øges lydtrykniveauet med 3 dB. Ved en ti gange så stor intensitet er lydtrykniveauet 10 dB større, ved en hundrede gange så stor intensitet er lydtrykniveauet 20 dB større osv.
- dB(A) \supset : decibel-A. Lydniveauet i dB(A) eller det A-vejede lydtrykniveau er ligeledes et mål for en lyds styrke. Ved bestemmelsen af lydniveauet i dB(A) tages hensyn til, at ørets følsomhed er forskellig overfor lyde med forskellig tonehøjde, idet der ved målingen anvendes et såkaldt A-filter. Derved opnås erfaringsmæssigt god overensstemmelse mellem det fysiske mål for en lyds styrke og den subjektivt oplevede styrke af lyden. En forøgelse af lydniveauet med 8–10 dB(A) svarer nogenlunde til en fordobling af den subjektivt oplevede styrke af lyden.
- L_{Aeq} \supset : det ækvivalent konstante lydniveau f. eks. på time- eller døgnbasis. Herved forstås den konstante støj, der har samme lydenergiindhold som den faktiske forekommende støj, hvis lydniveau varierer.

Summary

This Report deals with noise in the town – i.e. the undesirable sound which spreads in the open air, first and foremost from the traffic, but also from industrial activities and service functions:

Abatement of the urban noise problems is an important part of the town planner's field of work, and the possibilities of systematically preventing or avoiding future noise lie first and foremost in the planning of the land use.

As the basis of the necessary effort the Report gives an account of what must be done in order that everyday occurrences such as sleep, rest, conversation, teaching etc. can take place without disturbance. The Report also tries to lay a groundwork which makes it possible to assess the expected extent of inconvenience which will be felt by a group of residents exposed to noise.

The Report also gives an account of the intensity of the various noise sources – first and foremost of road traffic of varying volume and composition.

Thereafter the Report examines the means for the abatement of noise. They range from abatement at the source – especially the heavy vehicles and the industrial activities – by traffic technical intervention to town planning measures in the form of an altered location of the urban functions, altered densities or more comprehensive changes of the traffic system in connection with urban renewal. Control of the form and use of buildings may also be considered.

The Report finally recommends a strategy to the municipalities which involves a systematic effort at reducing the noise in the town.

Part II of the Report gives a comprehensive technical background, material etc. for the present Part I of the Report.

SBI-byplanlægning

1. **Rundspørge vedrørende byplanforskning maj 1962**, 2. oplag 1963. 20 s. A4 (Gratis)
2. **Oversigt over lovbestemmelser af betydning for sommerhusbebyggelse**. Ebbe Heilmann. 1965. 2. reviderede udg. 1967. 30 s. A4. Kr. 14,95
3. **Vejledning i dispositionsplanarbejde**. Arne Gaardmand. 1966. 2. oplag 1966. 38 s. & 25 kortplancher. A4. Udsolgt
4. **27 slags planer. Oversigt over og kritisk analyse af den offentlige fysiske planlægning i Danmark**. Erik Kaufmann. 1966. 2. oplag 1968. 198 s. ill. A4. Udsolgt
5. **Generende virksomheder. Støj og luftforurening i forbindelse med byplanlægning**. T. C. Windfeld Lund. 1966. 24 s. A4. Kr. 12,45
6. **Modeller for befolkningsstruktur og befolkningsudvikling i storby-områder - specielt med henblik på Storkøbenhavn**. Poul O. Pedersen. 1967. 2. oplag 1970. 222 s. ill. A4. Kr. 78,55
7. **Udstykningsplaner og parcelhusbyggeri**. Niels Østergaard. 1968. 76 s. ill. & 3 bilag. A4. Kr. 25,30
8. **Byplanvejviser 1968**. 56 s. ill. A5. Kr. 11,50
9. **Sikrere veje. Retningslinier 1968 for byplanlægning med henblik på trafikikkerhed**. 1969. 42 s. ill. A5. Kr. 16,70
10. **Børns brug af friarealer. Disponering af friarealer i etageboligområder med særlig henblik på børns legemuligheder**. Jeanne Morville. 1969. 80 s. & 10 kortplancher. A4. Udsolgt
11. **Planlægning af børns udemiljø i etageboligområder**. Jeanne Morville. 1969. 2. oplag 1971. 46 s. ill. A5. Kr. 13,80
12. **Motorveje i landskabet**. Michael Varming. 1970. 118 s. ill. A5. Kr. 32,20
13. **Fritidsområder og sommerhusbebyggelse. Rapport om planlægningens og udførningens problemer**. 1970. 136 s. ill. A4. Kr. 69,00
14. **Værebros Park. Undersøgelse af et boligområde og dets fællesanlæg. Et case study**. Jens Scherup Hansen og Mogens Holm. 1972. 132 s. ill. A4. Kr. 54,00
15. **Beboernes færden i byen**. Jens Kofoed. 1972. 192 s. ill. A4. Kr. 69,00
16. **Offentlig planlægning. Seks radioforedrag**. H. P. Myrup. 1972. 60 s. ill. A5. Kr. 24,15
17. **Primærkommunal langtidspanlægning. Et metodeforslag**. Johannes Møllgaard. 1972. 26 s. ill. A4. Kr. 26,10
18. **Bussen i byplanen**. Dansk oversættelse af »Bussen i stadsplanen« ved Michael Varming. 1973. 32 s. ill. A5. Kr. 16,10. (Delrapport 1 vedr. kollektiv transport og bystruktur)
19. **Datasystemer og bymodeller**. L. S. Jay, Vibeke Hein Olsen, Ulf Christiansen og Eilert Løvborg. 1973. 48 s. A5. Kr. 21,85
20. **Plan og virkelighed. En efterundersøgelse - kan man arbejde empirisk med byplaner?** Erik Kaufmann. 1974. 207 s. A5. Kr. 96,60
21. **Skitse til en organisk bybygningsmodel - principper for det urbane lags udvikling og humanisme. Delrapport 2, vedrørende kollektiv transport og bystrukturer**. Peter Broberg. 1974. 380 s. A4. Kr. 59,80
22. **Offentlighed, hemmelighed og medindflydelse i planlægningen 1. Introduktion og udenlandske forhold**. Georg Gottschalk og Jens Chr. Tonboe. 1974. 200 s. A5. Kr. 39,10
23. **Trafikuheld og trafikmiljø i boligområder** (under forberedelse)
24. **Landdistrikterne og planlægning** (under forberedelse)
25. **Skovplantninger ved byområder** (under forberedelse)
26. **Støj i byen. Del I**. Henrik Hvidtfeldt. 1974. 66 s. A5. Kr. 20,35

**Ny viden om byplanlægning
- direkte til Dem
tegn et byplan-abonnement**

I rækken af SBI-abonnementer er der også mulighed for at tegne sig for udgivelsesrækken **SBI-byplanlægning**. Alle nyudgivelser heri tilsendes Dem automatisk og omgående ved udgivelsen, samtidig med at De orienteres om alle nye SBI-publikationer **udenfor** denne serie. Som abonnent er De yderligere berettiget til 20 pct. rabat ved køb af al SBI-litteratur. Abonnement tegnes ved henvendelse til Teknisk Forlag, Skelbækgade 4, 1717 København V. Tlf. (01) 21 68 01.



STØJ I BYEN er mange ting, men mest støj fra biler.

Hvordan begrænser man støj?

Hvad har mest effekt?

Hvad kan kommunen gøre? Beboeren?

Hjælper fartbegrænsning, afskærmning, isolering?

Nok?

Hvad er »nok«?

Denne bog er en oversigt over det vi ved idag om støj,
og om hvordan vi kommer den til livs.

Skrevet for borgere, politikere, teknikere og administratorer.

ISBN 87 563 0176 6