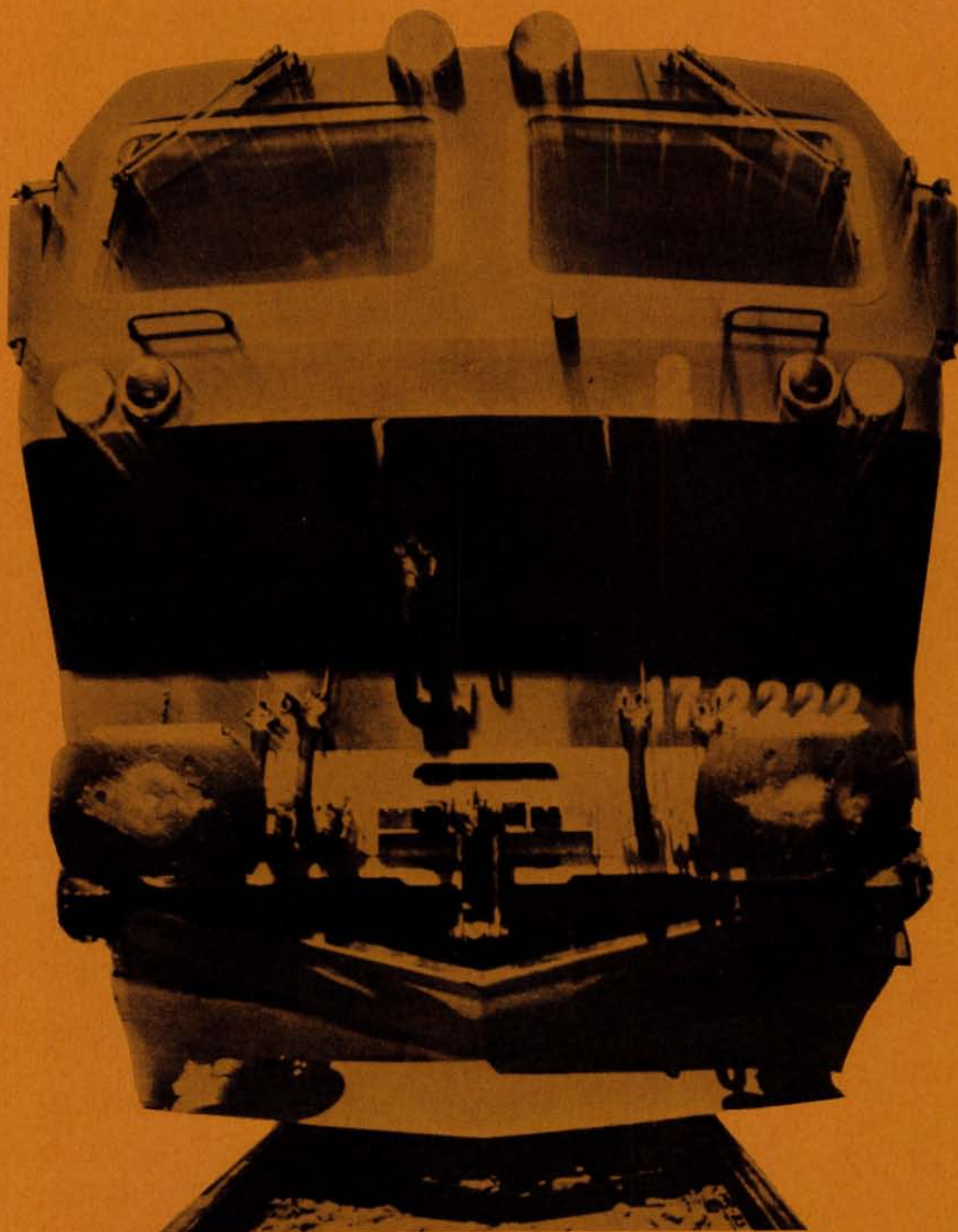


Stortrykk 433 NSB

# Beregningsmetode for støy fra skinnegående trafikk

---



Statens  
forurensningstilsyn



NSB

Eks. 1  
29. JAN. 1991

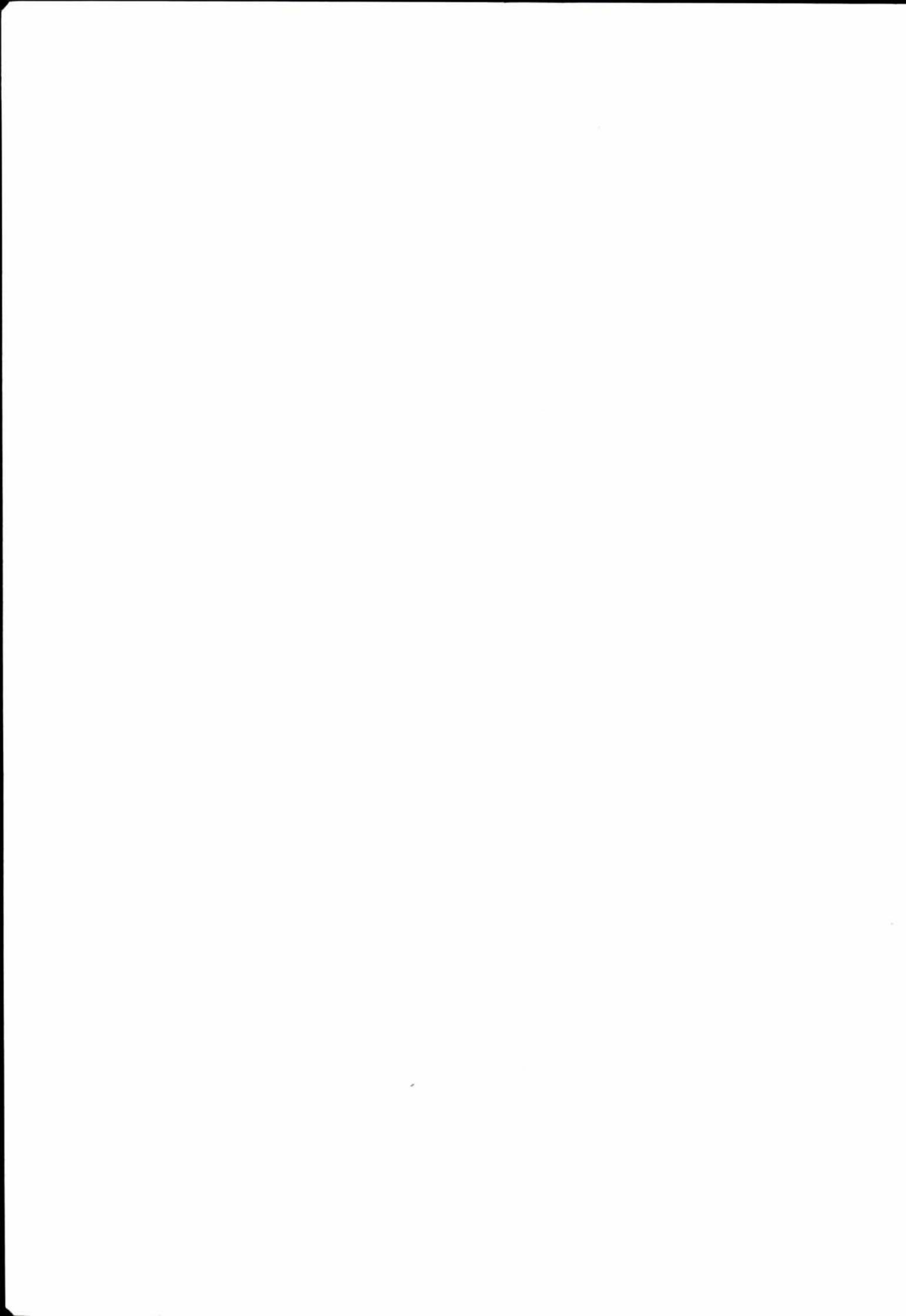
q 656.2 1.3.053.7 - NSB Ber

Stortykk 433 NSB

## INNHOOLD:

	side:
1. INNLEDNING .....	1
2. FORUTSETNINGER OG BEGRENSNINGER .....	2
3. METODENS OPPBYGNING .....	3
4. EKVIVALENT STØYNIVÅ (DØGN) .....	4
4.1 Utgangsverdien, figur 1 .....	4
4.2 Delstrekning .....	6
5. MAKSIMALT STØYNIVÅ .....	7
5.1 Utgangsverdien, figur 4 .....	7
5.2 Delstrekning .....	9
6. KORREKSJONER FOR EKVIVALENT OG MAKSIMALT STØYNIVÅ .....	10
6.1 Togtype .....	10
6.2 Kjørefart og aksellerasjon .....	10
6.3 Mark mellom bane og beregningspunkt ....	11
6.4 Skjerm mellom bane og beregningpunkt .....	13
6.5 Diverse korreksjoner .....	14
6.6 Summasjon av støynivå fra flere kilder .....	14
6.7 Støynivå inne .....	15
6.8 Strukturlyd .....	16
7. REFERANSER .....	17
8. BEREGNINGSSKJEMA .....	19





## FORORD

Denne beregningsmetoden for støy fra skinnegående trafikk er utarbeidet for Nordisk ministerråds støygruppe. Embetsmannskomiteen for miljøvernspørsmål under Nordisk ministerråd har ved vedtak i januar 1984 anbefalt at metoden tas i bruk i de nordiske land.

Metoden er utarbeidet av Matias Ringheim (KILDE, siv.ing. Falch, Ringheim og Solberg) med støtte i en prosjektgruppe med medlemmene:

Kjell Andersson, Statens Naturvårdsverk, Sverige  
Jan Karlsson, Statens Naturvårdsverk, Sverige  
Jørgen Kragh, Lydteknisk Institut, Danmark  
Rudolf Lutz, Statens Järnvegar, Sverige  
Juhani Parmanen, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Finland  
Matias Ringheim, KILDE, Norge

og en referansegruppe med medlemmer fra Norges statsbaner, Danmarks statsbaner, Sveriges järnvägar, Järnvägsstyrelsen (i Finland) samt Nordisk støygruppe.

Denne rapporten er bortsett fra omslag og forord et uforandret opptrykk av Kilde-rapport 67, 2. utgave. Det foreligger også en engelsk utgave av rapporten som kan fås ved henvendelse til Statens forurensningstilsyn.

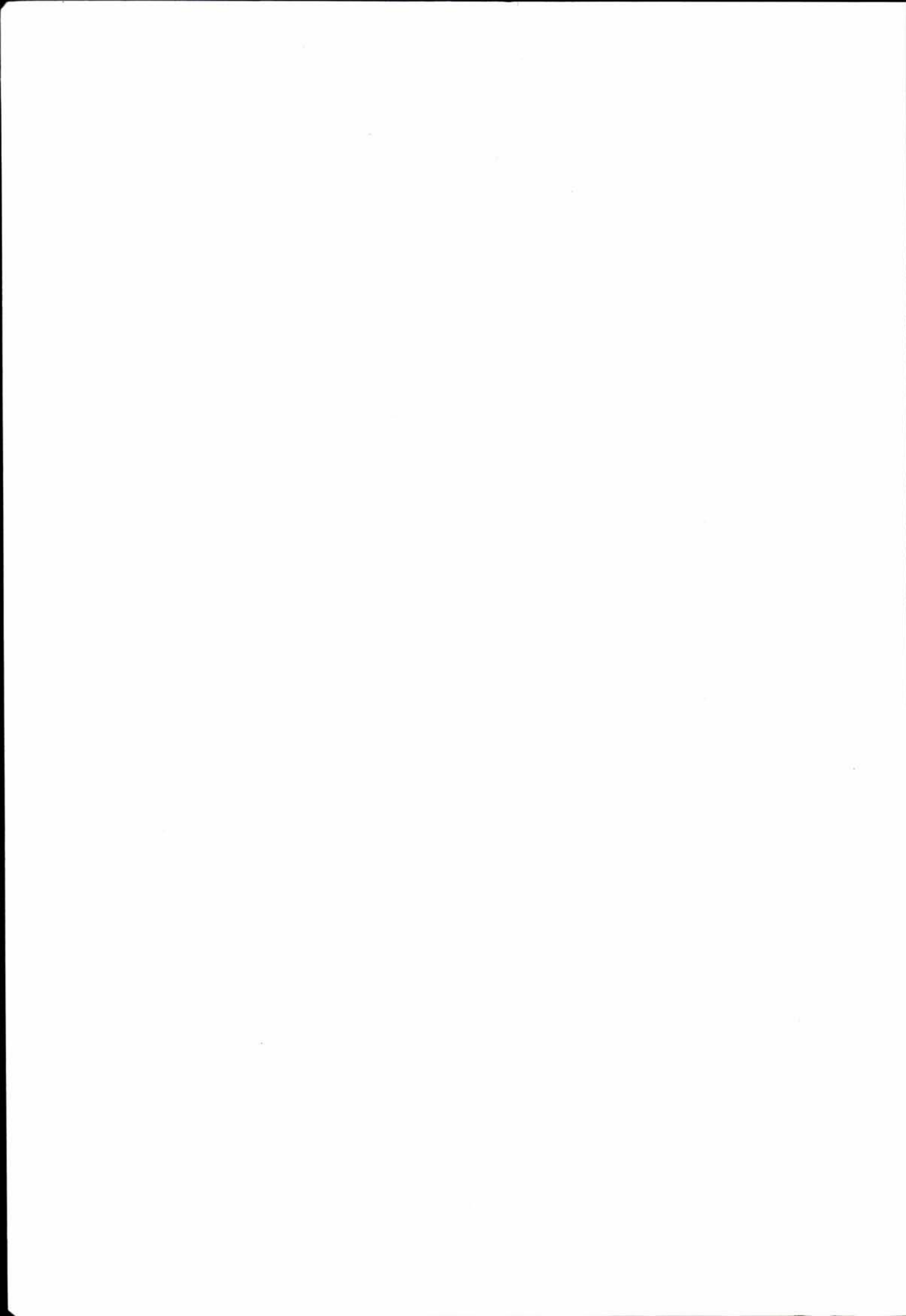
Ved siden av denne beregningsmetoden er det også utarbeidet en beregningsmetode for støy fra stasjonsområder, skiftestasjoner og godsterminaler:

Jørgen Jakobsen og Jørgen Kragh:  
Beregningsanvisninger for støy fra rangering.  
Rapport LI 922/83, 1983.  
Lydteknisk institut  
c/o Danmarks tekniske Højskole  
Bygning 352  
DK-2800 Lyngby  
Tlf (02) 88 16 22

Oslo i juli 1984

Norges statsbaner

Statens forurensningstilsyn



## 1. INNLEDNING.

Denne felles nordiske beregningsmetoden gjør det mulig å bestemme det A-veide støynivået forårsaket av luftlyd fra jernbane, T-bane eller trikk i "over mark" trafikk. (\*) Maksimalt støynivå ved tog-passering og gjennomsnittlig støynivå over døgnet (døgn-ekvivalent støynivå) er brukt som mål på støyen.

Metoden er et alternativ til de relativt omfattende målinger som vanligvis er nødvendige for å bestemme støynivået med en brukbar grad av nøyaktighet. Den er tenkt som et planleggingshjelpemiddel i områder nær traséer for skinnegående trafikk når det gjelder bl.a.

- arealdisponering
- bygningsplassering og -bruk,
- bygningsutforming,
- støyreduksjonstiltak

og kan også brukes som et hjelpemiddel til bestemmelse av støymessige effekter av trafikk-endringer.

Metoden er i stor grad basert på KILDE rapport 44 (ref. 15) som her er videre bearbeidet av en prosjektgruppe under Nordisk Ministerråd. Medlemmene i denne gruppa er:-

- Kjell Andersson, Statens Naturvårdsverk, S
- Jan Karlsson, Statens Naturvårdsverk, S
- Jørgen Kragh, Lydteknisk Laboratorium, DK
- Rudolf Lutz, Statens Järnvegar, S
- Juhani Parmanen, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, SF
- Matias Ringheim, KILDE, N (Prosjektleder).

Den viktigste endringen i forhold til ref. 15 er innføring av lydforplantningsmodellen fra Lydteknisk Lab. rapport 32 (ref.16), som har medført endringer i fig. 9 og 11.

\* Uttrykket "luftlyd" brukes her for den lyd som overføres, via luft, fra jernbanen til beregningspunktet. Beregningene omfatter altså ikke lyd overført via mark og bygningsfundament. Denne "strukturlyden" kan i noen tilfeller dominere over luftlyden når beregningspunktet ligger innadørs (se s.16).

Lydteknisk Laboratorium har utarbeidet et supplement til beregningsmetoden,\* som gjør det mulig å beregne støy fra stasjonsområder, skiftestasjoner og godsterminaler.

Det er aktuelt å utarbeide en mer detaljert beregningsmetode i løpet av de neste 4-5 år. Denne vil i så fall fange opp de usikkerheter og relativt grove tilnærmelser som det har vært nødvendig å gjøre her.

## 2. FORUTSETNINGER OG BEGRENSNINGER.

Beregningsmetoden forutsetter bl.a.

- Helseveisa skinne (korreksjon for skinneskjøter, se s.14).
- Middels bra vedlikehold av bane og rullende materiell. Svært dårlig vedlikehold av skinne eller hjul kan f.eks. gi minst 5 dB økning i A-veid støynivå.
- "Kurve-skrik", bremselyder og lydsignal er ikke inkludert. Spesielt kan kraftige lydsignal fra lokomotiv ventes å gi vesentlige utslag, både i støynivå og menneskets reaksjon på støyen, der de brukes på faste plasser i tettbygde strøk.
- Avstrålt støy fra vogner og lokomotiv er stort sett uendret relativt 1982.
- Støy fra tilleggsutstyr, kjøle- og varmeanlegg, dominerende skramle-lyder i gods og vogner, osv. på det rullende materialet er ikke inkludert.
- Beregningene tar ikke hensyn til at støynivået, spesielt nær myke bakkeflater og bak skjermer, kan variere mye avhengig av værforhold. Beregningsresultatene tilsvarer omtrent målt støynivå ved svak medvind og/eller svak positiv temperaturgradient (se f.eks. ref.1).
- Snøfri, ikke frossen mark.
- Maksimalt støynivå tilsvarer omtrent det som registreres ved måling med meterinstilling "slow".

For uskjermet mottakerposisjon mindre enn ca. 25 meter fra bane, har de atmosfæriske forhold vanligvis liten innflytelse på støynivået. Men når avstanden auker, vil det på grunn av vanlig forekommende endringer i atmosfæriske forhold, oppstå endringer på minst 10 dB i målt, A-veid støynivå. For bl.a. å unngå disse store usikkerhetene gjelder beregninger for medvindsforhold, og eventuelle kontrollmålinger må også utføres under tilsvarende forhold.

\* Ref. 17.



Et annet moment ved kontrollmålinger er at disse må gi gjennomsnittsverdier for en rekke togpasseringer. Ulike tog av samme type kan gi vesentlig forskjell i støynivå. Dette gjelder spesielt korte tog. Her er det naturlig å bruke en aritmetisk middelværdi for maksimalnivået og et energimiddel for ekvivalent støynivå.

Støynivået forårsaket av hjul/skinne kontakt vil i mange tilfeller dominere over andre del-støykilder, og data-underlaget må da sies å være relativt pålitelig. Derimot er data-underlaget tynt for mange driv-enheter, og dette har betydning for strekninger trafikkerte med motorvogner, diesel-lokomotiv og helt nye lokomotiv. Spesielt er underlaget tynt for finske og svenske drivenheter. "Utgangsverdiene" for beregning av maksimalt- og ekvivalent støynivå er gjennomsnittsverdier fra referansene 2,3,5,10,12,13 og 14, men bare med vekt på togtyper som finnes i de nordiske land.

Med utgangspunkt i manglende data er det gjort en del forenklinger i beregningsmetoden bl.a. ved bruk av like korreksjoner for maksimalt og ekvivalent støynivå i flere tilfeller, og ved bruk av enkle figurer for beregning av mark og skjerm-dempning. Det finnes vesentlige behov for avklaring før utarbeidelse av en mer detaljert nordisk beregningsmetode. Ikke minst gjelder dette for metoden brukt som et hjelpemiddel til vurdering av støyreduksjonstiltak og effekt av framtidige bane- og trafikk-endringer. Metoden vil i de fleste, enkle beregningstilfeller gi en nøyaktighet på ca  $\pm 2$  dB for ekvivalent støynivå (døgn) og ca  $\pm 5$  dB for maksimalt støynivå.

### 3. METODENS OPPBYGNING.

Det støynivå som eksisterer ved en banestrekning er avhengig av en rekke faktorer. Det er praktisk å starte med fastsettelse av en utgangsverdi som gjelder for visse, enkle forutsetninger. Denne korrigeres om nødvendig, når tog-type, trafikkforhold, topografi, osv. avviker fra forutsetningene.

For beregning av ekvivalent støynivå gjelder utgangsverdien, L, for kjørefart 80 km/t og er gitt som funksjon av avstand bane/beregningspunkt og totalt passerende tog lengde pr. døgn i fig. 1. L er det støynivået som eksisterer når det er fri sikt fra banelegemet til beregningspunktet, og markflata mellom bane og beregningspunktet er "hard" (asfalt, fjell, vatn, betong e.l.). I praksis vil det ofte være nødvendig å korrigere utgangsverdien fordi lydforplantningsforhold eller andre faktorer ikke tilsvarer forutsetningene.

Dette gjøres ved bruk av korreksjonsfaktorene for

togtype,	$\Delta L_{\text{type}}$
kjørefart,	$\Delta L_{\text{fart}}$
markdempning,	$\Delta L_{\text{mark}}$
skjerm,	$\Delta L_{\text{skjerm}}$

samt diverse korreksjoner for husvegg og bane ( $\Delta L_{\text{div}}$ ), slik at det endelige beregningsresultatet for ekvivalent støynivå (døgn) blir

$$L_{\text{ekv}} = L + \Delta L_{\text{type}} + \Delta L_{\text{fart}} + \Delta L_{\text{mark}} + \Delta L_{\text{skjerm}} + \Delta L_{\text{div}}.$$

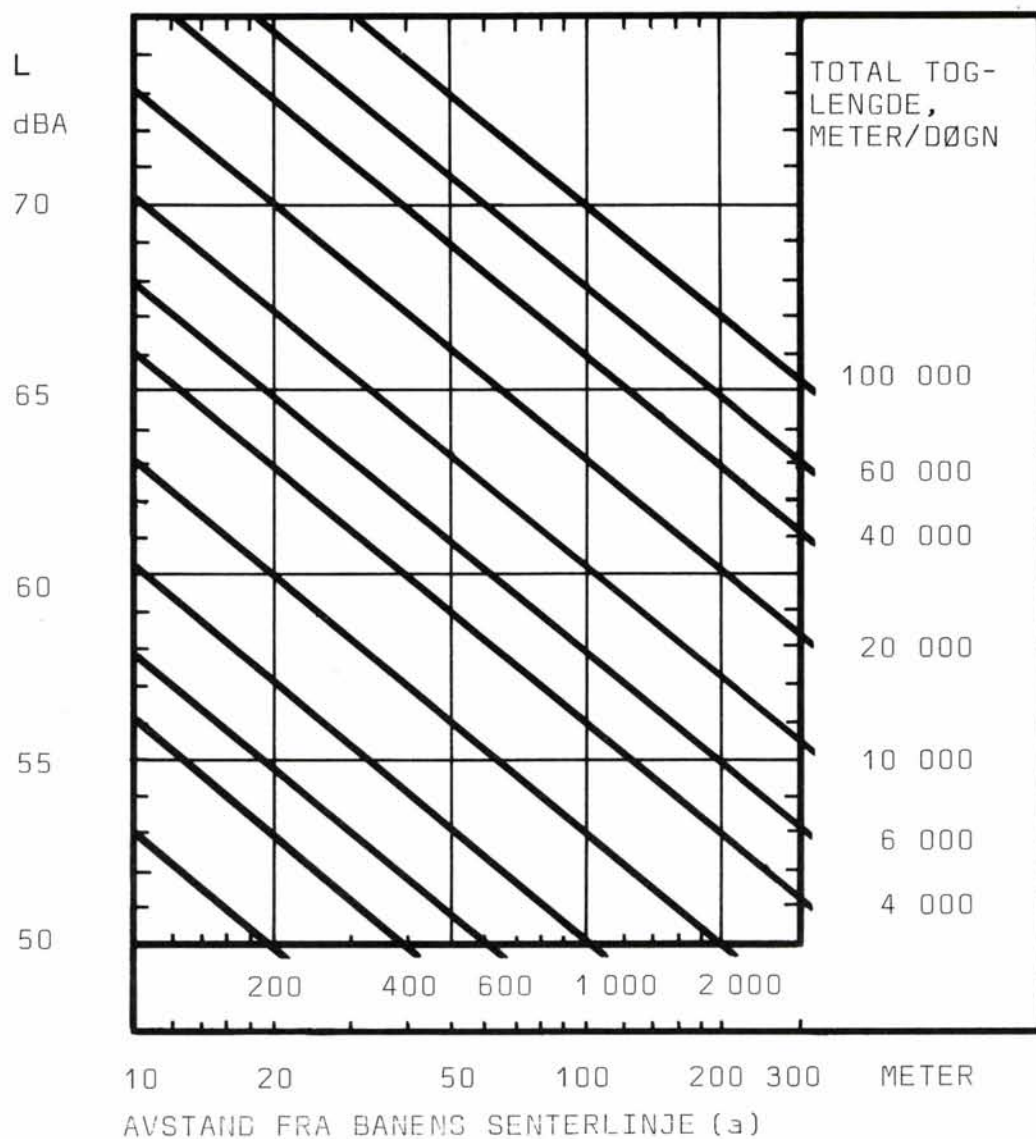
Det kan være nødvendig å dele banen opp i delstrekninger, beregne støynivået for hver av disse, og så summere bidragene til slutt (s.14). Oppdeling, og behandling av delstrekninger er vist på side 6 og 7. På tilsvarende måte bestemmes maksimalt støynivå ved først å finne utgangsverdien,  $L$ , fra fig.4. De andre korreksjonene utføres som for ekvivalent støynivå, selv om tallverdiene i noen tilfeller kan være forskjellige.

Med utgangspunkt i støynivå ute kan støynivå inne i hus beregnes som vist på side 15. Ved beregning av støynivå ute bør ikke mottakerposisjonen velges lågere enn 1,5 m over mark. Ved beregning støynivå inne vil valget av mottaker-posisjon være bestemt av etasje-høgde.

#### 4. EKVIVALENT STØYNIVÅ (DØGN).

##### 4.1. UTGANGSVERDIEN, FIGUR 1.

Den totale tog lengde i meter pr. døgn (årsgjennomsnitt) bestemmes ut fra kjente trafikk tall for banestrekningen. Avstand fra bane måles vinkelrett fra bane til beregningspunkt,  $a$ . Kildeposisjonen forutsettes å ligge 0,5 m over banens midtlinje. Beregningsavstanden er derfor vanligvis ikke helt lik den horisontale avstanden, mellom bane og beregningspunkt. For varierende terrengforhold, f.eks. med deler av bane i skjæring eller tunnel, eller bane i sving, utføres beregningene for delstrekningene som vist på side 6. For andre beregnings-perioder enn døgn, se vedlegg A, side A5.



FIGUR 1. UTGANGSVERDI FOR BEREGNING AV EKVIVALENT STØY-NIVÅ. Gjelder for:-  
kjørefart = 80 km/t  
helsveisa skinne  
uendelig lang, rett bane

#### 4.2. DELSTREKNING.

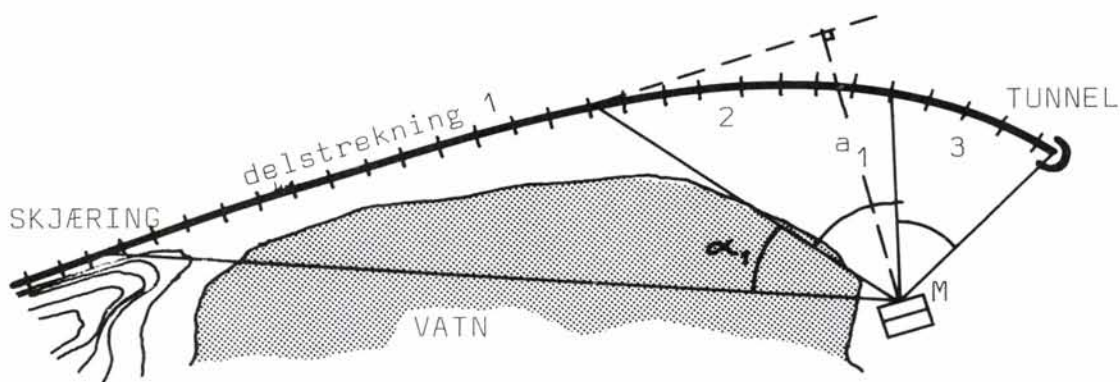
Fig. 1 gjelder for en uendelig lang, rett banestrekning. Vanligvis vil enkelte deler av banen bidra mer til støynivået enn andre, fordi terrengforholda varierer langs banen eller banen går i sving. Det er da nødvendig å dele den aktuelle strekningen i tilnærmet rette delstrekninger som velges slik at baneretning, vegetasjon, terreng- og markforhold varierer lite innafor strekningen, se Fig. 2.

For hver delstrekning bestemmes vinkelen (f.eks.  $\alpha_1$  for delstrekning 1) og vinkelrett avstand fra beregningspunkt M, til delstrekningen eller forlengelsen av denne (f.eks.  $a_1$ ). Hver delstrekning vil gi et bidrag til støynivået i M, og støynivå fra delstrekning 1 bestemmes ved først å finne utgangsverdien L i fig. 1 for avstand  $a_1$ . Denne verdien korrigeres så for siktvinkel  $\alpha_1$  ved bruk av Fig. 3, slik at støybidraget fra delstrekning 1 blir

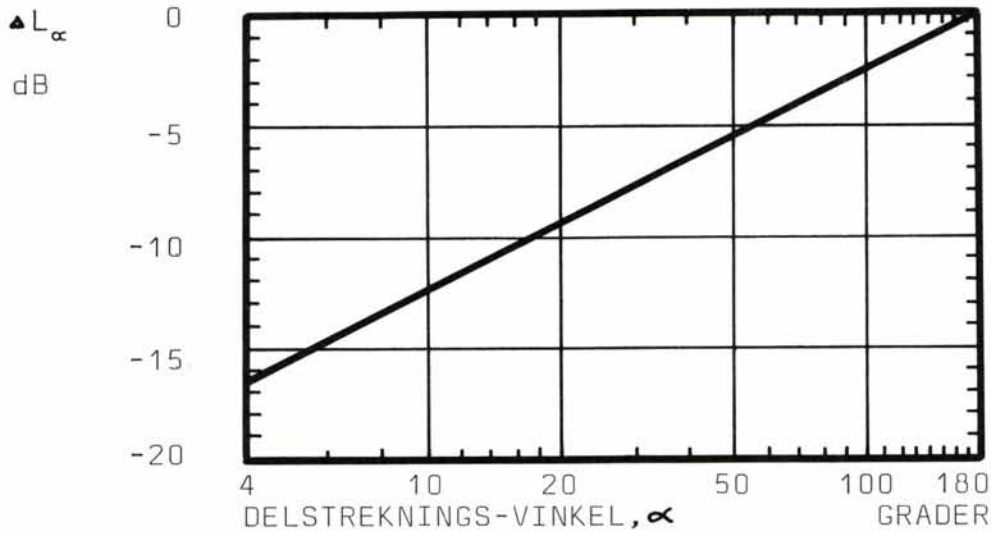
$$L_1 = L + \Delta L_\alpha$$

før andre korreksjoner utføres. Så korrigeres for kjørefart, mark, skjerm, osv.

Tilsvarende beregninger utføres for de andre delstrekningene, og til slutt summeres alle bidrag som vist på side 14.



FIGUR 2. OPPDELING AV BANEN I DELSTREKNINGER (1,2 og 3).



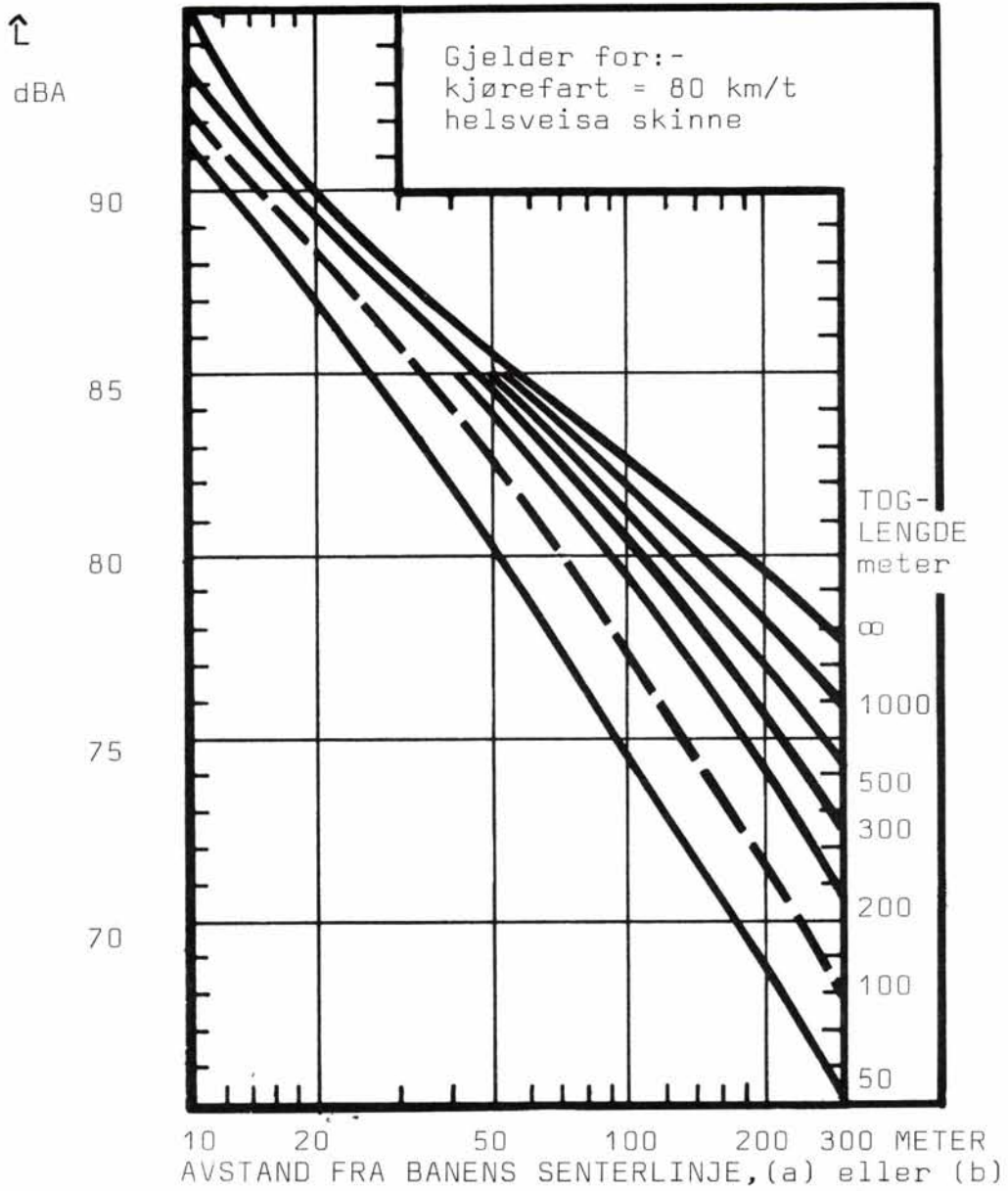
FIGUR 3. KORREKSJON FOR DELSTREKNING. EKVIVALENT STØYNIVÅ.

## 5. MAKSIMALT STØYNIVÅ.

### 5.1. UTGANGSVERDIEN, FIGUR 4.

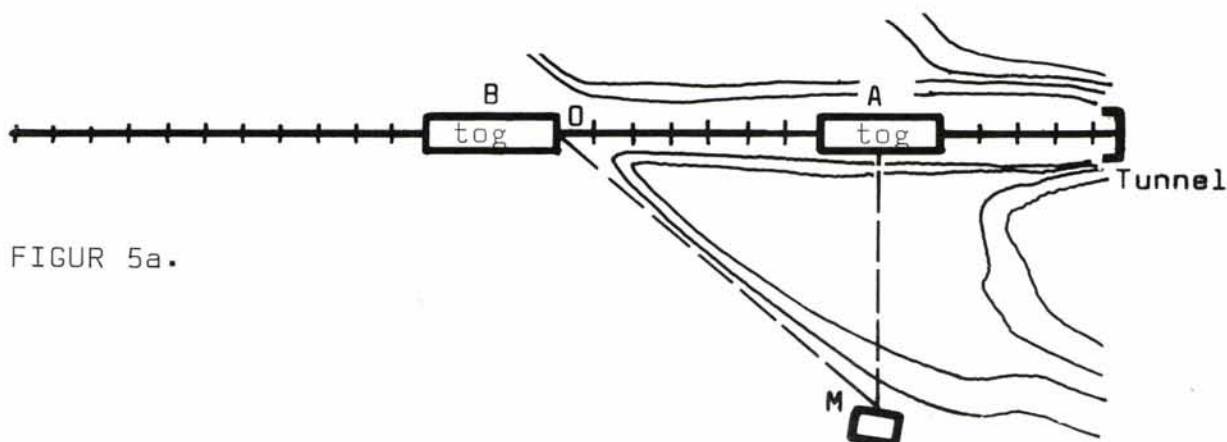
Toglengden settes lik lengden på det lengste tog som regelmessig brukes på banestrekningen. Når det lengste toget som regelmessig bruker banestrekningen har vesentlig mindre kjørefart enn andre tog, beregnes utgangsverdien for flere togtyper. Maksimalt støynivå bestemmes av den togtypen som gir den høyeste utgangsverdien, etter korreksjon for kjørefart. For dieseldrevne tog som er kortere enn 100 m, settes støynivået lik verdien på den striplede linja.

"Avstand frå banens senterlinje" settes lik den vinkelrette (vanligvis ikke-horisontale) avstanden fra beregningspunkt til bane. Kildeposisjonen forutsettes å ligge 0,5 m over banens senterlinje. Med bane i tunnel, skjæring e.l. kan det vere nødvendig å bruke en skråavstand (b) i beregningene, se side 9.



FIGUR 4. UTGANGSVERDI FOR BEREGNING AV MAKSIMALT STØYNIVÅ.

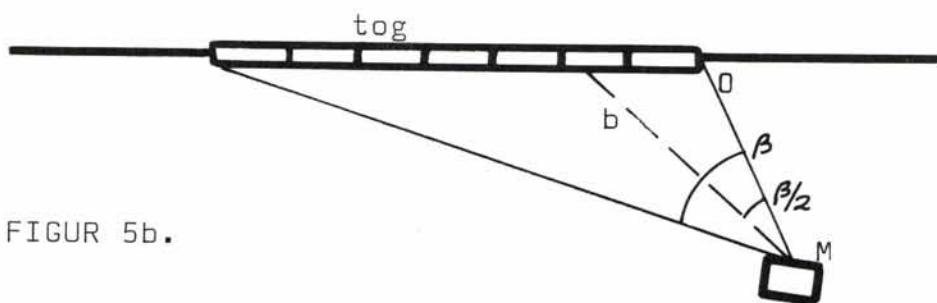
## 5.2. DELSTREKNING.



FIGUR 5a.

Maksimalt støynivå.

Begrepet "delstrekning" brukes her om en endring i beregningsavstand som kan være nødvendig når banen må deles i flere delstrekninger. Den nye beregningsavstanden faller omtrent sammen med skillelinja mellom to delstrekninger (se side 6). Fig. 5a viser et tog i to posisjoner på en bane i kupert terreng. I posisjon A er avstanden til beregningspunktet (M) lik den vinkelrette avstanden, og toget er skjermet i en skjæring. I posisjon B passerer toget et skille mellom to delstrekninger (O) og skjermeffekten er ubetydelig til venstre for O. I dette tilfellet må beregningene utføres for begge tog-posisjonene, når det maksimale støynivå skal finnes. For posisjon A brukes Fig. 4 direkte og korrigeres for kjørefart, skjerm, mark, osv. For posisjon B der "avstand fra banens senterlinje" ikke er lik den vinkelrette avstanden, gjelder følgende:



FIGUR 5b.

"Avstand fra banens senterlinje" settes lik avstanden,  $b$ , fra beregningspunkt til tog, målt langs delingslinja for vinkelen  $\beta$ . Dette gir en  $\hat{L}$  verdi som så korrigeres for kjørefart, mark, osv.

Den høyeste av de to beregna nivåa gjelder som maksimalt støynivå i beregningspunkt M. I mer kompliserte tilfeller må kanskje beregningene utføres for flere enn to tog-posisjoner.

## 6. KORREKSJONER FOR EKVIVALENT OG MAKSIMALT STØYNIVÅ.

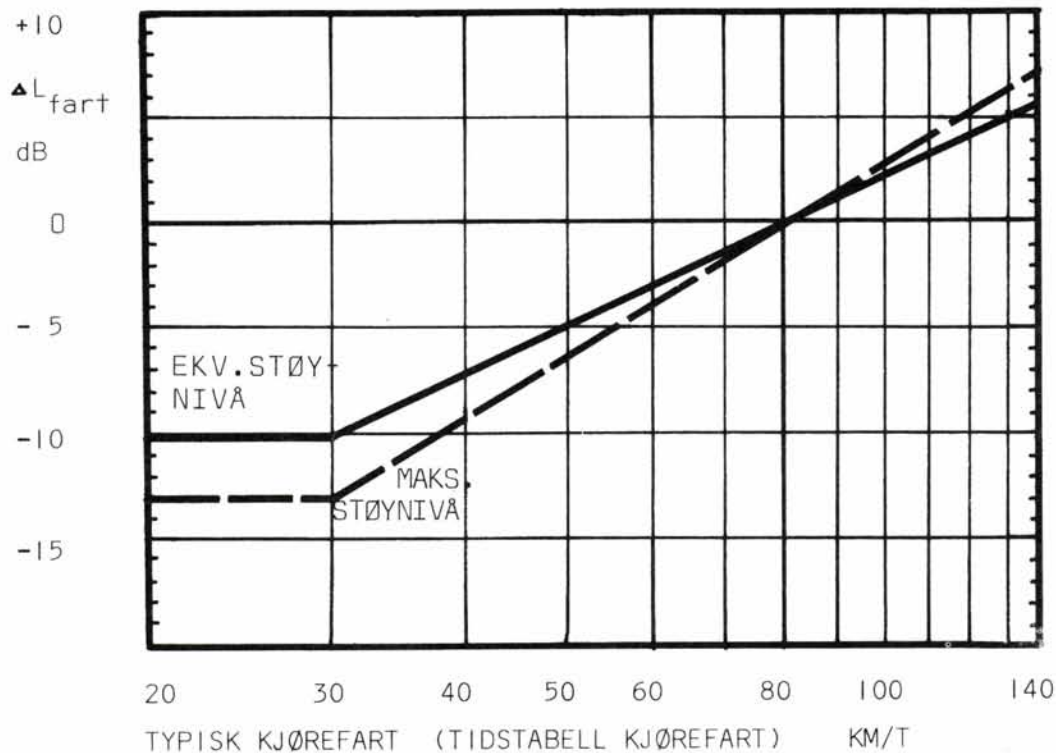
### 6.1. TOGTYPE.

Korreksjon for togtype brukes bare ved beregning av støy fra

- (a) T-bane utafør tunnel, og sporvogn,  $\Delta L_{type} = - 5$  dB
- (b) Norsk lokaltog, type B69,  $\Delta L_{type} = - 3$  dB

### 6.2. KJØREFART OG AKSELLERASJON.

Korreksjon for kjørefart er gitt i fig. 6.  
For dieseldrevne tog og motorvogner på aksellerasjonsstrekninger der kjørefart er mindre enn 80 km/t settes  $\Delta L_{fart} = 0$  dB.



FIGUR 6. KORREKSJON FOR KJØREFART,  $\Delta L_{fart}$



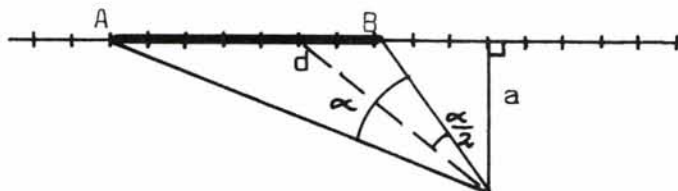
### 6.3. MARK MELLOM BANE OG BEREGNINGSPUNKT.

Når marka består av betong, fjell, asfalt, vatn, e.l. betraktes den som hard og mark-korreksjonen blir  $\Delta L_{\text{mark}} = 0$  dB.

Åker, grasdekt mark, e.l. betraktes som myk mark og vil gi tilleggsdempning som vist i fig. 9.

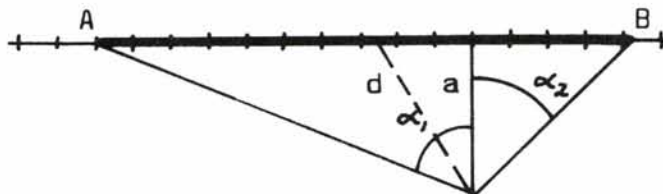
Ved beregning av markdempning for det ekvivalente støynivået settes avstand (d) lik avstanden langs delingslinja for vinkelen  $\alpha$ . AB er lengda på den aktuelle bane-delstrekningen, fig. 7a.

FIGUR 7a.



Dersom A og B ligger på hver sin side av den vinkelrette linja fra beregningspunkt til jernbane, deles vinkelen i to ( $\alpha_1$  og  $\alpha_2$ ), fig. 7b. Delingslinja for den største vinkelen gjelder som beregningsavstand for hele strekningen. Avstand for en uendelig lang, rett banestrekning blir derfor  $d = 1.4a$ . For oppdeling i delstrekninger se pkt. 4.

FIGUR 7b.



Ved beregning av markdempning for det maksimale støynivået brukes den samme avstand som ved bestemmelse av utgangsverdien, (pkt. 5.1 eller 5.2).

FIGUR 8.

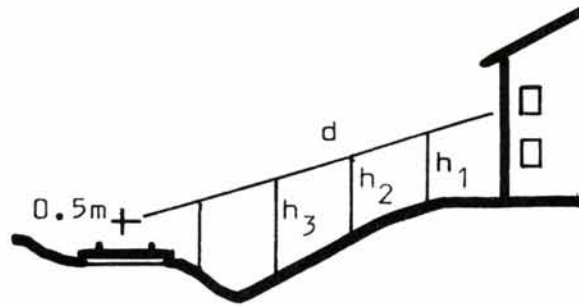
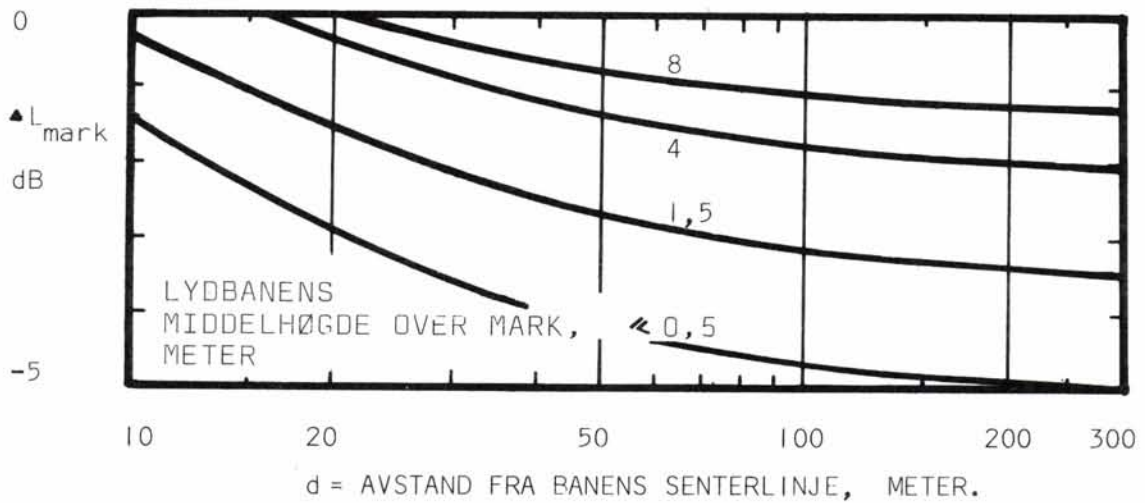


Fig. 8 viser et snitt langs delingslinjen for den aktuelle bane-delstrekningen. Lydbanens middelhøgde over mark finnes ved å dele avstanden mellom beregningspunkt og jernbane i like intervall, og så finne middelveien av intervall-høgdene  $h_1, h_2, h_3, \dots, 0,5m$  (kilde).

Intervallene kan være store, i relativt flatt terreng kan det være nok å bruke middelveien av kilde- og mottakerhøgde over det gjennomsnittlige bakkeplan som et mål på lydbanens middelhøgde. I sterkt kupert terreng kan det være nødvendig å bruke intervall på noen få meter.

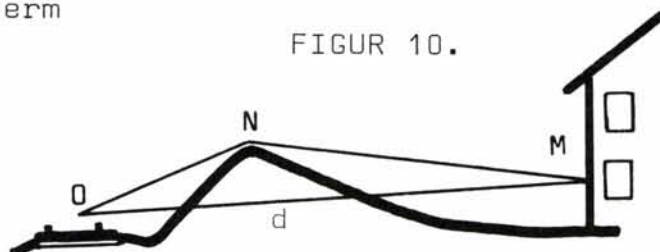


FIGUR 9. KORREKSJON FOR MARKDEMPNING,  $\Delta L_{\text{mark}}$ , SOM FUNKSJON AV LYDBANENS MIDDELHØGDE OVER MARK OG AVSTAND FRA BANE,  $d$ .

#### 6.4. SKJERM MELLOM BANE OG BEREGNINGSPUNKT.

Skjerming kan oppstå p.g.a. en skjæring, haug, bygning, spesialbygd skjerm e.l. Fig. 10 viser et snitt langs delingslinja for den aktuelle bane-delstrekningen.(pkt.6.3.). Skjermkorreksjonen,  $\Delta L_{\text{skjerm}}$  er avhengig av faktoren  $e$ .

Gangskilnad,  
 $e = ON + NM - OM$   
 $OM = d$



FIGUR 10.

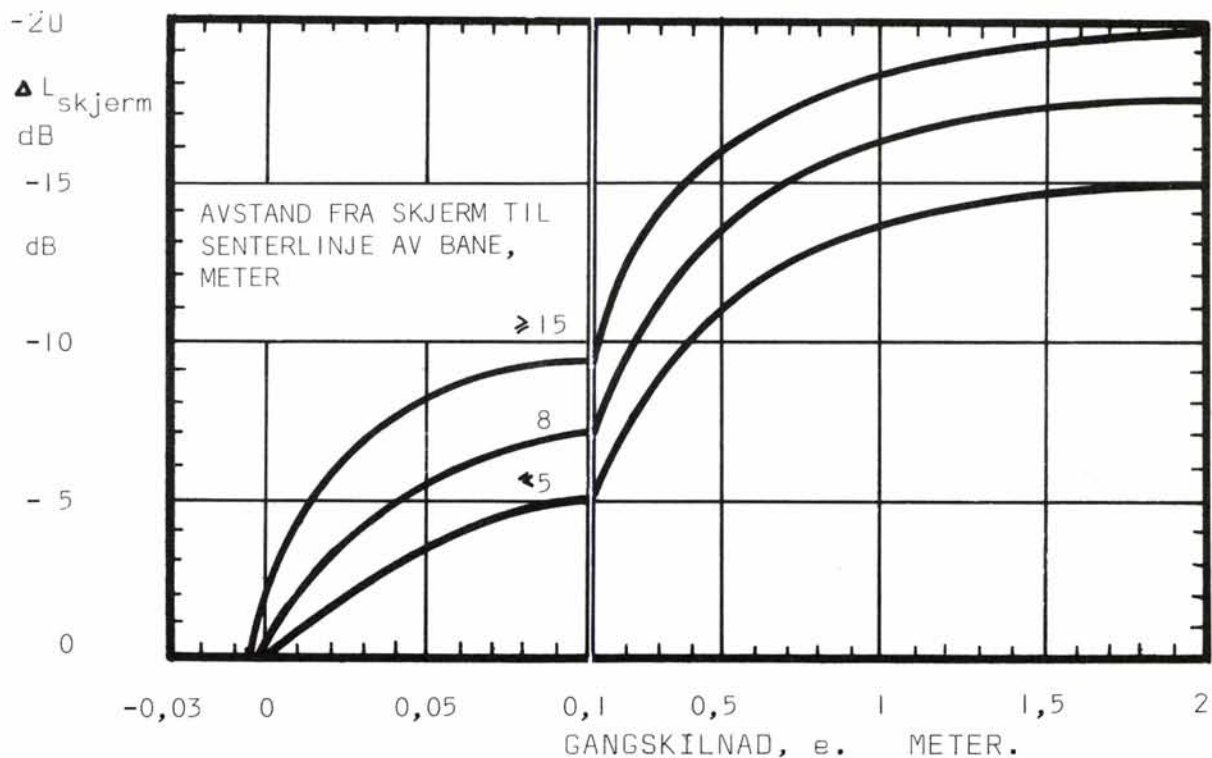
O er støykilda 0,5 m over skinne. M er beregningspunktet. N er toppen av skjermen.

Dersom den skjermflata som vender mot banen består av reflekterende materialer, er skjermkorreksjonen noe avhengig av avstand mellom skjerm og bane, som vist i fig.11. Er denne skjermflata absorberende, brukes bare den øverste kurven i figuren.

Når skjermkorreksjonen,  $\Delta L_{\text{skjerm}} =$

- 0 → - 4 dB summeres mark- og skjermkorreksjon
- 5 → -10 dB summeres halve markkorreksjonen til skjermkorreksjonen.
- 11 → settes markkorreksjonen lik null.

FIGUR 11. KORREKSJON FOR SKJERM,  $\Delta L_{\text{skjerm}}$ .



6.5. DIVERSE KORREKSJONER -  $\Delta L_{div}$ .

Ved bygninger. Ved beregning av støynivå ved bygninger økes støynivået med + 3 dB p.g.a. refleksjoner, når beregningspunktet ligger fra 0,5 m til 10-15 m fra fasaden.

<u>Banemessige forhold.</u> <sup>*</sup>	<u>Ekv.nivå:</u>	<u>Maks.nivå:</u>
For banestrekninger med skinne-skjøter	+ 3 dB	+ 3 dB
For banestrekninger med veksler		+ 6 dB
For banestrekninger som omfatter stålbru uten pukkbullast	+ 6 dB <sup>1</sup>	+ 6 dB <sup>2</sup>

\* Disse korreksjonene skal ikke summeres.  
Den som gir høgste nivå skal brukes.

6.6. SUMMASJON AV STØYNIVÅ FRA FLERE KILDER.

Når det ved beregning av ekvivalent støynivå blir nødvendig å dele banen i delstrekninger, må bidragene ( $L_1, L_2, L_3, \dots$ ) fra disse til slutt summeres. Dette gjøres ved å beregne differansen mellom to av bidragene (f.eks.  $L_1$  og  $L_2$ ) i hele dB. Denne differansen tilsvarer en verdi  $\Delta$  i tabellen nedafor. Dersom  $L_2$  er høgst av de to verdiene  $L_1$  og  $L_2$ , blir det totale bidraget fra disse delstrekningene

$$L_2' = L_2 + \Delta$$

Gir en tredje delstrekning også bidrag til støynivået ( $L_3$ ), brukes tallverdien ( $L_2' - L_3$ ) til å finne en ny verdi av  $\Delta$  som legges til den høgste av verdiene  $L_2'$  og  $L_3$ , osv.

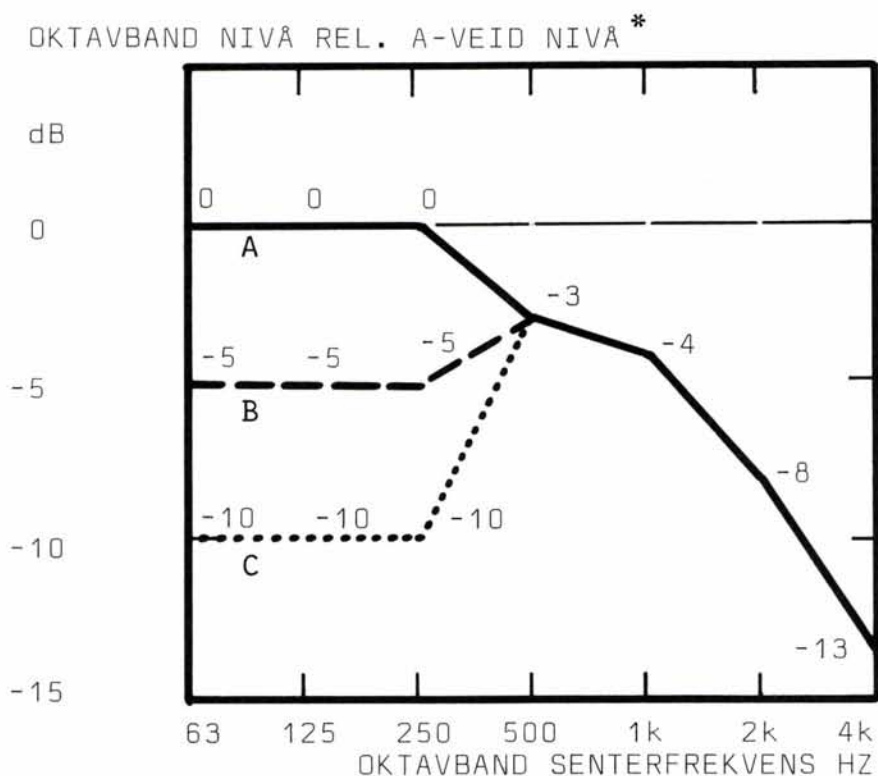
Differanse i støynivå fra to delstrekninger, dB.	0-1	2-3	4-9	>9
$\Delta$ = Tillegg til det høgste støynivå, dB.	3	2	1	0

- (1) For delstrekning som tilsvarer brulengde.  
(2) For beregningsavstand bru/beregningspunkt.

### 6.7. STØYNIVÅ INNE.

Støynivå ute, med tillegg "ved bygninger", pkt.6.5, beregnes først. På et tidlig planleggings-stadium og i andre tilfeller der ytterveggenes akustiske egenskaper er ukjente, kan innnivået settes 25 dB lågere enn utenivået.

Når ytterveggenes og det aktuelle rommets akustiske egenskaper er kjente, beregnes støynivået inne ved å ta utgangspunkt i beregnet utenivå og støyspektra som gitt i fig. 12. Disse gjelder for uskjermet beregningspunkt nær bane. Eventuelle korreksjoner for mark og skjerm finnes ved bruk av ref.16.



FIGUR 12. SPEKTRALFORDELING AV STØY FRA SKINNEGÅENDE TRAFIKK.

Spektrum A: Alle tog med kjørefart under 50 km/t. Dessuten alle dieseldrevne tog med kjørefart over 50 km/t, unntatt danske MzII, ny My og ME støydempa.

Spektrum B: Alle tog som ikke er dekket av A eller C.

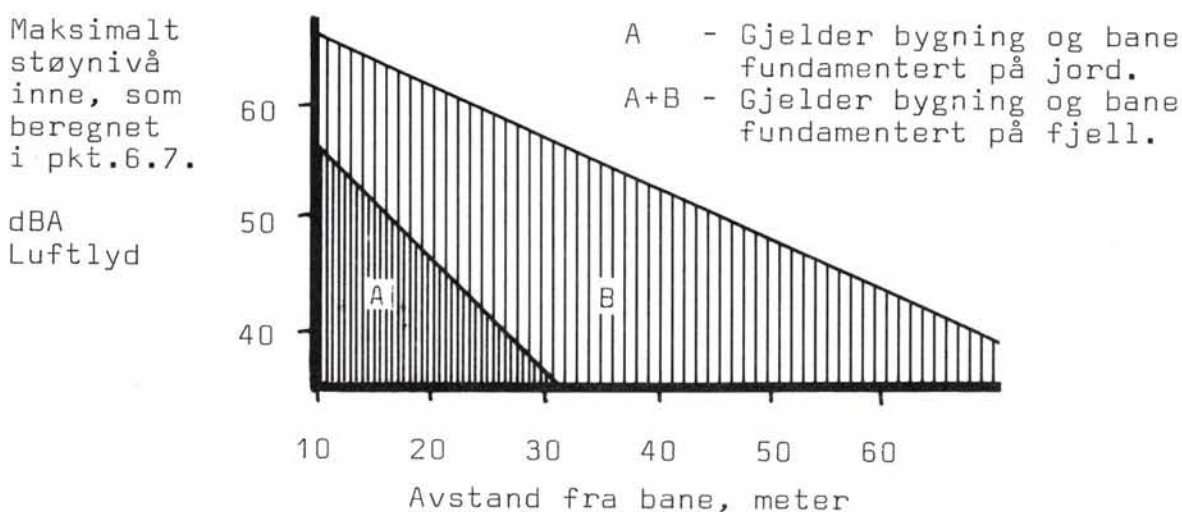
Spektrum C: Elektrisk drevne passasjertog med kjørefart lik eller over 70 km/t, unntatt norsk lokaltog type B69.

\* Eksempel. Hvis A-vegd nivå er 65 dBA blir nivået ved 250 Hz for spektrum B lik 65-5 = 60 dB. Oktafbånd-nivåa er ikke A-veide.

### 6.8. STRUKTURLYD.

Strukturlyd overført via banefundament, grunn og bygningskonstruksjon kommer i tillegg til den luftlyd som beregnes innadørs. Det finnes et visst underlag for beregning av strukturlyd fra skinnegående trafikk (se f.eks. ref. 4) og dette bør brukes som supplement til pkt. 6.7. i bygninger

FIGUR 13.



som faller innfor det skraverte området i fig. 13. Framgangsmåten ved prosjektering av bane nær bygg, eller bygg nær bane, bør i slike tilfeller omfatte

- (a) En kartlegging av grunnforhold og fundamentering både ved bygg og bane.
- (b) En gransking av grunnforhold mellom bygg og bane.
- (c) Grovberegning av sannsynlig strukturlydnivå i bygget, eventuelt supplert med målinger for å redusere usikkerhetene i beregningene.
- (d) Sammenlikning mellom summen av strukturlyd og luftlyd og grenseverdiene i planleggingsretningslinjene for skinnegående trafikk.
- (e) Om nødvendig, utarbeidelse av forslag til støyreduksjonstiltak for strukturlyd som står i samsvar med usikkerhetene i strukturlydberegningene.

7. REFERANSER.

1. C. Larsson, S. Israelson.  
Beskrivning och krav på meteorologiska parametrar vid  
ljudnivåmätningar. Naturvårdsverket, rapport SNV PM 1388,  
Stockholm 1980.
2. Proceedings of the workshop on railway and tracked  
transit system noise, I, II, III - Derby 1976, Lyon 1978,  
Monument 1981.
3. O. Solbakken, A. Ustad.  
Måling av jernbanestøy, Melhus 1977, Akustisk Laboratorium  
1978.
4. J. Saurenmann.  
Handbook of Urbain Rail Noise and Vibration Control,  
UMTA-MA-06-0099-82-1, DOT, Washington, Feb. 1982.
5. C. Stüber.  
Geräusche von Schienenfahrzeugen.  
Taschenbuch der Technischen Akustik, Springer-Verlag, 1975.
6. T. Isei, T.F.W. Embleton, J.E. Piercy.  
Noise reduction by barriers on finite impedance ground.  
J. Acoust. Soc. Am., vol. 67, no. 1, 46-58. 1980.
7. Statens Vegvesen, Miljøverndepartementet.  
Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy.  
Statens Vegvesens håndbok 064, 1979.
8. Z. Maekawa.  
Noise Reduction by screens.  
Applied Acoustics, 1 (1968) 157-173.
9. G. Hölzt, P. Hafner.  
Schienenverkehrsgeräusche und ihre Minderung durch  
Schallschutzwände. Lärmbekämpfung, Mai 1980.
10. R. Hofmann, A. Rosenhech.  
Berechnungsmodell für Eisenbahnlärm  
EMPA, Dübendorf, Sveits 1978.
11. S. Solberg, G. Djupvik.  
Feltmåling av lydisolasjon i Oslo.  
Oslo Helseråd, 1980.
12. M. Ringheim.  
Støymåling på skinnegående trafikk.  
KILDE rapport 43, 1981.
13. J. Kragh, O. Carlsen.  
Støy fra accelererende tog.  
Lydteknisk Laboratorium, Lyngby. Rapport LL 1260/82. Des.1982.

14. KILDE.

Resultat av målinger på norske, elektrisk drevne tog, 1982.  
Rapport, under bearbeiding.

15. M. Ringheim.

Støy fra skinnegående trafikk.  
KILDE rapport 44, 1981.

16. J. Kragh et al

Environmental Noise from Industrial Plants,  
Lydteknisk Laboratorium, Lyngby, Rapport 32, 1982.

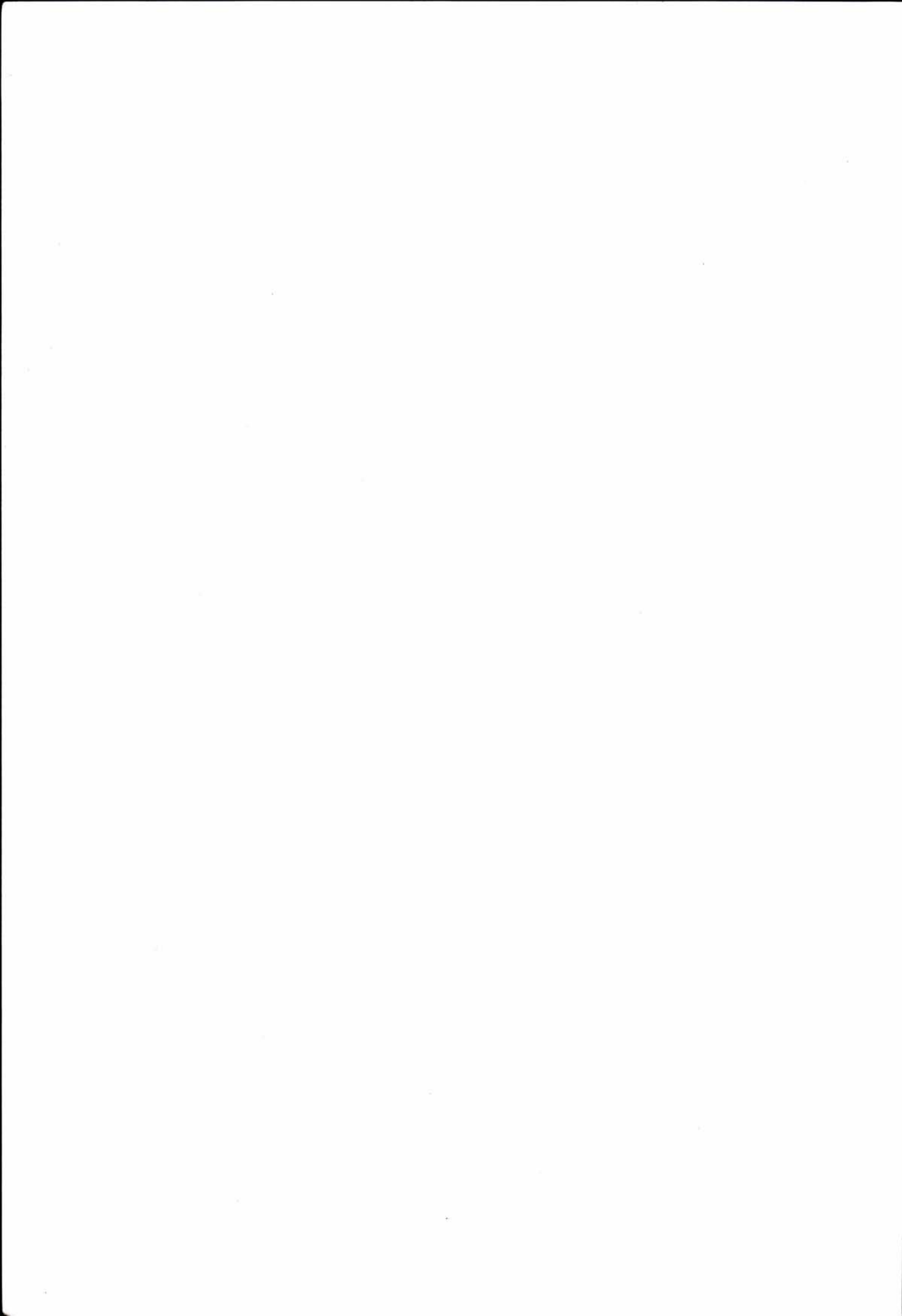
17. Jørgen Jakobsen og Jørgen Kragh.

Beregningsanvisninger for støj fra rangering,  
Lydteknisk Institutt, Lyngby, Rapport L1 922/83, 1983.



## STØY FRA SKINNEGÅENDE TRAFIKK

STED	POSISJON	HØCDE O. MARK	SIGNATUR	SIDE
TOGTYPE		B69 TOG	DIESELTOG	
TOGLENGDE meter/døgn				
LENGSTE TOG meter				
KJØREFART km/t				
DELSTREKNING NR.				
AVSTANDER, meter                    a=                    d=                    gangskilnad, e=				
Avstand for beregning av maks. nivå (når den ikke er lik a), b=				
LYDBANENS MIDDELHØGDE=                    meter                    DELSTREKNINGSVINKEL, $\alpha$ =                    grader				
STØYNIVÅ,                    dBA	$L_{ekv}$	$L_{maks}$	$L_{ekv}$	$L_{maks}$
UTGANGSVERDIER $L, \hat{L}$				
KORREKSJONER FOR				
- TOGTYPE				
- KJØREFART				
- BANEFORHOLD				
SUM FOR HVER TOGTYPE				
SUM EKVIVALENT STØYNIVÅ=		= HØGSTE MAKSIMALNIVÅ		
- DELSTREKNING				
- SKJERM				
- MYK MARK				
DELSTREKNING NIVÅ				
DELSTREKNING NR.				
AVSTANDER, meter                    a=                    d=                    gangskilnad, d=				
Avstand for beregning av maks. nivå (når den ikke er lik a) =				
LYDBANENS MIDDELHØGDE=                    meter                    DELSTREKNINGSVINKEL, $\alpha$ =                    grader				
UTGANGSVERDIER $L, \hat{L}$				
KORREKSJONER FOR				
- TOGTYPE				
- KJØREFART				
- BANEFORHOLD				
SUM FOR HVER TOGTYPE				
SUM EKVIVALENT STØYNIVÅ=		= HØGSTE MAKSIMALNIVÅ		
- DELSTREKNING				
- SKJERM				
- MYK MARK				
DELSTREKNING NIVÅ				
SLUTTVERDIER STØYNIVÅ				
DELSTREKNING NR. OG NR.				
ANDRE KORREKSJONER				
- VED BYGNING				
-				
-				
STØYNIVÅ UTE, DBA				
FASADEISOLASJON				
STØYNIVÅ INNE, DBA				



**NSB**

Hovedadministrasjonen

Biblioteket



**MIKROMARC**  
BIBLIOTEKSYSTEM



200000030967