

**RAPPORT FRA
BANEDIVISJONENS
PLANSAMLING
GEILO, 07.-08.09.93**

NSB Hovedkontoret
Tilsluttet



**RAPPORT FRA
BANEDIVISJONENS
PLANSAMLING**

GEILO

7 - 8 SEPTEMBER 1993

Bks. 1

g 625. 1/. 2 (481) NSB Nor

11tu 00798

PROGRAM

DELTAGERE

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNHOILDSFORTEGNELSE

Side

| | | |
|-----------------|--|----|
| Ivar Hagland | Innledning | 6 |
| Signe Nyhus | Landskapsøkologi og jernbanebygging. | 7 |
| Erik Gamås | Jernbane - på langs og på tvers av vassdrag - utforming. | 31 |
| Jon Østgård. | Jernbane og viltkryssing - utforming. | 48 |
| Morten Kielland | Om naturforvaltningen | 55 |
| Lars Mørk. | Orientering om mandat og resultater vedrørende FOU-prosjekt "Grenseverdier for vibrasjoner fra veg og jernbane". | 64 |
| David Rhodes | Overbygningens betydning for støy og vibrasjoner. | 81 |
| Ove Skovdal | Hva har GMB gjort vedrørende støy og vibrasjoner ved passering av Lillestrøm. | 86 |
| Dag Wilhelmsen | Program for miljøoppfølging av Gardermobanen | 97 |

BANEDIVISJONENS PLANSAMLING 7 OG 8 SEPT 93

PROGRAM

Tirsdag 07.09.93

- 1300 Landskapsøkologi og jernbanebygging.
Vegetasjonsøkolog Signe Nyhus, Senter for miljø og utvikling ved Universitetet i Oslo
- 1430 Jernbane - på langs og på tvers av vassdrag - utforming.
Fiskeforvalter Erik Garnås ved Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen
- 1515 Kaffe / te og kaker
- 1545 Jernbane og viltkryssing - utforming.
Viltforvalter Jon Østgård. Miljøvernavdelingen i Oslo og Akershus.
- 1615 Klarer vi å integrere dette i planlegging av jernbaner ?
Plansjef Hans Erik Wiig.
Diskusjon og samtaler.
I tillegg til innleiderne inviteres Liv Hege Skagestad, Miljøverndepartementet og Morten Kielland, Direktoratet for Naturforvaltning.
- 1730 Oppsummering
Plansjef Knut Haugen.
- 1900 Middag
- Ca 2030 Orientering om Bergensbanens høyfjellstrekning m/lysbilder.
Teknisk sjef Inge Hjertaas, Baneregion Vest.

Onsdag 08.09.93

- 0800 Orientering om mandat og resultater vedrørende FOU-prosjekt "Grenseverdier for vibrasjoner fra veg og jernbane".
Overingeniør Lars Mørk.
- 0830 Overbygningens betydning for støy og vibrasjoner.
Dr. David Rhodes, Pandroll
- 0930 Kaffe / te og kaker
- 0945 Hva har GMB gjort vedrørende støy og vibrasjoner ved passering av Lillestrøm.
Sivilingeniør Ove Skovdal, Bruer / GMB
- 1015 Eventuelt
- 1045 Avmarsj til Geilo st
- 1115 Befaring med tog Geilo - Finse - Geilo. Lunsj på toget.
- Ca 1600 Retur Geilo st. Tog retn Bergen: 1752. Tog retn Oslo: 1730.

DELTAGERE PLASA 7 OG 8 . 9. 93

BrØ:

Hans Erik Wiig
Anne Kathrine Kalager
Berit Børte
Janette Brask
Eirik Milde
Øyvind Løkke
Gaute Borgerud
Ingrid Fyri

BrS:

Helge Tunheim
Bjørn Kummeneje
Helge Heyerdal Larsen
Petter Grimsgaard
Torgeir Fossnes
Jan Ivar Brekken
Erik Wang - Hansen
Per Sverre Asmyr
Marianne Bruseth

BrV:

Thoralf Otneim
Tom Potter
Bjørn Atle Drange
Terje Olsnes
Inge Hjertaas
David Rhodes

BrN:

Knut Haugen
Helge Voldsund
Vigdis Landheim
Johan Anton Wikander
Bjørn Karsmo

Kons.Stab:

Per Pedersen
Henrik Jynge

Bane Ingeniørtjenesten:

Lars Mørk
Ragnar Ekrem

GMB a/s:

Ove Skovdal
Dag Wilhelmsen

Eksterne:

Signe Nyhus
Erik Garnås
Jon Østgård
Liv Hege Skagestad
Morten Kielland

B Div Stab:

Ivar Hagland
Gunnar Loftesnes
Inger Svensgaard Moe
Sigrid Stokke
Terje Hauger
Jon-Erik Østgård

INNLEDNING

v/lvar Hagland

Velkommen til den 7. PLANSAMLING!

Det er ikke så lenge siden forrige gang vi var samlet, men det måtte bli slik fordi vinteren kommer tidlig på høgfjellet. Befaringen måtte legges til september.

Denne gangen er innfallsvinkelen "miljøvennlige løsninger".

Vi arbeider på et fagfelt i kraftig vekst. Det er viktig å komme sammen for å drøfte felles problemstillinger. Ved første PLASA i 1990 var 4 personer ansatt ved plankontorene, nå er vi 50.

Vi har i dag en standard hvor kun 1/3 av nettet er skiltet for hastigheter over 100 km/h. Med vårt befolkningsgrunnlag og vår topografi kan vi aldri oppnå en standard opp mot franskmennenes 515,3 km/h. Vår ambisjon med en mellomøsning på traséer for 200 km/h for konvensjonelle tog vil imidlertid kreve store utfordringer med hensyn til inngrepskonsekvenser og økonomisk realiserbarhet.

Ved starten av arbeidet med NJP 94-97 anslo vi et rimelig behov på 55 mia kr. Med bevilgninger i størrelsesorden ordinær ramme i NJP vil det ta 72 år å fullføre disse tiltakene. Tar vi med satsningspakken, trenger vi 28 år. Sett i et slikt tidsperspektiv må vi kanskje erkjenne at reisen er viktigere enn møtet.

LANDSKAPSØKOLOGI OG JERNBANEBYGGING

av
vegetasjonsøkolog Signe Nyhus
Universitetet i Oslo
Senter for utvikling og miljø

Foredrag på NSB Banes plansamling
7. september 1993

4.3. Landskapsøkologiske arealteorier.

4.3.1. Innledning.

Landskapsøkologi er studier av hvordan artene blir påvirket av og påvirker den romlige heterogeniteten eller kompleksiteten i landskapet. Landskapsøkologene er bl.a. svært opptatt av hva som skjer med dyr og planter når biotopene av ulike grunner fragmenteres.

De fremste årsakene til at biotoper i Sverige ødelegges, er disse (etter Ahlén 1977 og Ihse og Lewan 1986):

- # Det eldre kulturlandskapet forsvinner på bekostning av det moderne
- # Det moderne skogbrukets framvekst
- # Bebyggelse og eksploatering
- # Forandringer innenfor områder som allerede er utbygd/utnyttet
- # landskapspleie innenfor tettstedsnære områder
- # Påvirkning og forstyrrelse fra friluftslivet

De fire siste punktene er også relevant for urbane områder.

Studier innen landskapsøkologi er særlig gjort i kultur- og naturlandskapet, mens svært lite er studert i bylandskap pr. idag i Norge. Det er allikevel grunn til å anta at noe av kunnskapen fra forskningen i kulturlandskapet også kan gjelde for urbane områder. Fragmentering av grønnområdene, isolasjon av grønne "øyer" og barrierer for spredning gjelder i høyeste grad også i bylandskapet. Her skal kort beskrives hva studier forteller oss om biotopene når det gjelder noen av de viktigste prinsippene innen landskapsøkologi: fragmentering, størrelse, kanteffekten/grenser/barrierer, metapopulasjoner og den såkalte sink & source-teorien.

4.3.2. Fragmentering.

Fragmentering av landskapet kan bety både reduksjon og tap av enkelte habitat-typer, og en økning av andre habitat-typer. Dette har særlig med innhold av arealene å gjøre, mens et annet poeng er at lokalisering og distribusjon av habitatene i forhold til hverandre, vil forandres ved fragmentering. Fragmentering av landskapet kan altså foregå på svært ulike måter. Økologene mener at landskapet kan fragmenteres i et mer finkornet eller et mer grovkornet mønster (pers.med. Rolf A. Ims 1993). Figuren under viser tenkte fragmenteringsmønstre, noe som kan framkomme ved ulike typer av menneskelig inngrep, f.eks. boligbygging, hogst, industrietablering o.l. Noen arter av dyr og planter vil tjene på en type fragmentering, f.eks et såkalt grovkornet fragmenteringsmønster, mens andre arter vil tjene på et mer finkornet fragmenteringsmønster ("grain response"). Et grovkornet fragmenteringsmønster vil si at inngrep er konsentrert om ett eller noen få steder, og det grønne som står igjen er forholdvis stort og sammenhengende. Et finkornet fragmenteringsmønster betyr at inngrepene er spredt rundt i landskapet, og at

naturen blir oppdelt i mange og små arealer. Dette betyr at man bør vite noe om hvilken "grain response" som kjennetegner de artene man ønsker å beholde i et landskap det skal gjøres inngrep i.

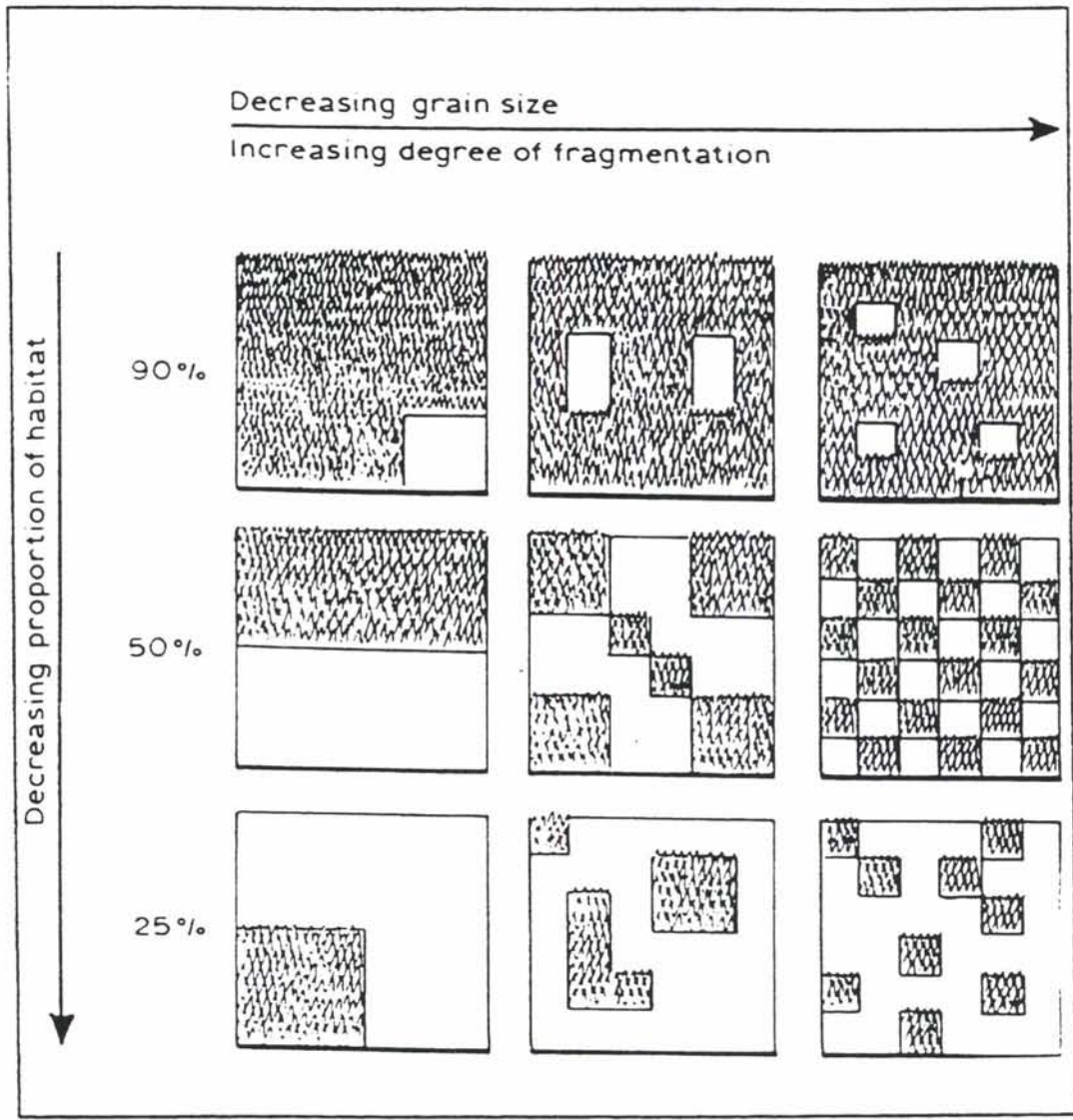


Fig.7. Eksempel på grovkornet (venstre del av figuren) og finkornet (høyre del av figuren) habitatstruktur i et landskap av gammel skog som blir utsatt for økende inngrep. (Fra Hansson 1992).

4.3.3. Korridorer og "stepping stones" i forbindelse med fragmenteringen.

Korridorer er mer eller mindre sammenhengende, åpne områder, fortrinnsvis vegetasjonskledde, som kan gi ulike plante- og dyrearter mulighet til å spre seg. Eksempler på korridorområder i urbane strøk, kan være jernbanelinjer, villaområder, bekkedrag, allèer og brakkmarks- eller rivningstomter. De ulike

områdene vil selvsagt ikke kunne fungere som korridorer for alle arter, og en viss variasjon i arealtyper er derfor ønskelig.

Hovedfunksjonen til korridorene er for spredning, men kan også være områder for matsøk og midlertidig opphold. Studier fra Australia viser at fugler bruker mye korridorer i trekkseasonen. Samtidig er det argumentert at det eksisterer for lite data som underbygger at korridorer faktisk minsker innavlsdepresjoner hos ulike arter (Simberloff, Farr, Cox & Mehlman, 1992).

Grønne øyer som ligger langt fra "fastlandet", kan ofte vise til lavere artsantall. Undersøkelser viser at nylig utnyttede/bebygde områder i urbane miljø ble kolonisert av fugler fra andre urbaniserte områder rundt, ikke fra omlandet (Davis & Glick 1978). Også andre arter enn fugler trenger muligheter til å ta seg fram og kolonisere grønnområder i deres nærhet.

Fra et norsk kulturlandskapsprosjekt, er et av resultatene det motsatte av det man forventet: flere arter ble funnet i små åkerøyer enn i de større. Hypotesen omkring disse overraskende resultatene, er bl.a. at i det norske landskapet er det fremdeles store, sammenhengende biotoper rundt åkrene, mens i det europeiske landskapet, er de større åkerøyene ofte hovedbiotopen (pers.med. Gary Fry 1992).

Det er også vist at korridorer og små "hvileområder" i landskapet, slik som restbiotoper langs bekker, veikanter, hekker o.l., kan være viktige resevoirer for en rekke arter (pers.med. Gary Fry 1992).

4.3.4. Hva betyr størrelsen på grønnområdene.

Svenske studier har vist at parker og grønnområder i Stockholm kan sammenlignes med øyer i Malaren (Ahlen & Nilsson 1982). En type biotopøyer er parker og grønnområder i urbane miljø som er omgitt av vegger og bebyggelse. Det viser seg at jo større disse grønnområdene er, jo flere av de utvalgte artene kan de huse (Regionplane- og trafikkontoret 1990). Man regner med at ca. 75% av et naturområdets arts mangfold kan forklares ved områdets størrelse. Dette bekreftes bl.a. av studier av arealer og fuglearter i grønnområder og parker i Stockholmsområdet (Mørtberg 1989). Studier viser at en noenlunde komplett fuglefauna i en løvskog fra Mellom-Sverige, må opp i ca. 100 ha størrelse (Ahlen & Nilsson 1982), og i Skåne er det gjort undersøkelser som viser at man må opp i en størrelse på 500-1000 ha for også å fange opp de sjeldne artene (Arkedal 1985).

For å forklare sammenhengen mellom antall arter og størrelse på grønnområdene, diskuterer Angelstam et al 1990 og Ahlen & Nilsson 1982 faktorer som påvirker dette. For det første har ulike arter forskjellig krav til et minimumsareal for å opprettholde eksistensen. I de mindre områdene vil en da ikke finne arter med krav om et stort aktivitetsområde. Slumpen for å favne arter med forskjellige arealkrav er større i et stort grønnområde. For det andre vil sjansen for at biotopmangfoldet er høyt, være større. Dette betyr igjen livsrom for flere arter enn i et mindre område som antageligvis vil inneholde færre biotoper. En tredje faktor er kanteffekten (se kap. 4.3.5.), som vil være større dersom landskapet er delt opp i mange små biotoper framfor noen større. Det betyr at forstyrrelser og predasjonstrykk fra kanten vil være hyppigere i et landskap med mange, mindre grønnområde.

4.3.5. Kanteffekt.

I kanten eller overgangssonen mellom ulike arealtyper oppstår et spesielt miljø av planter og dyr. Områdene kan være spennende fordi de er forskjellig fra de to områdene som ligger inntil hverandre, men generelt viser studier at jo større kanteffekten samlet sett i et landskapet er, jo mindre er artsvariasjonen (per.med. Gary Fry 1992). Rent praktisk betyr det at man søker å ha større og noe færre grønnområder med muligheter for korridorer og "hvileområder" mellom, enn mange små grønnområder.

Nedenfor gis noen eksempler på resultater fra studier i forbindelse med kanteffekt i skogsområder. Selv om ikke disse er utført i urbane landskap, gir det en pekepinn om hvor dominerende en slik kanteffekt kan være:

- typiske skogsfuglarter finnes sjeldnere i de nærmeste 50 metrene fra kanten
- mikroklimaeffekten fra kantsonen holder seg ca. 100 m inn i skogen
- et høgt reirruvingsstap for småfugler (vesentlig fra kråkefugl og grevling) finnes fra kanten og opptil 200 m inn i skogen
- såkalte invasjonsplanter finnes opptil en kilometer inn i skogen
- sommerfugler som tilhører kantsonen finnes ca. 300 m inn i skogen

(fra Hanssen 1992)

4.3.6. Metapopulasjoner.

Populasjoner av dyr og planter i fragmenterte arealer har ofte det som kalles en metapopulasjonsstruktur. En metapopulasjon består av mange mindre delpopulasjoner som enkeltvis har stor sannsynlighet for å dø ut. For å opprettholde en metapopulasjon over tid, er det nødvendig med utveksling av individer mellom delpopulasjonene (pers.med. Rolf A. Ims 1993). Prinsippskissen under viser eksempler på hvordan inn- og utvandringen mellom biotopene foregår.

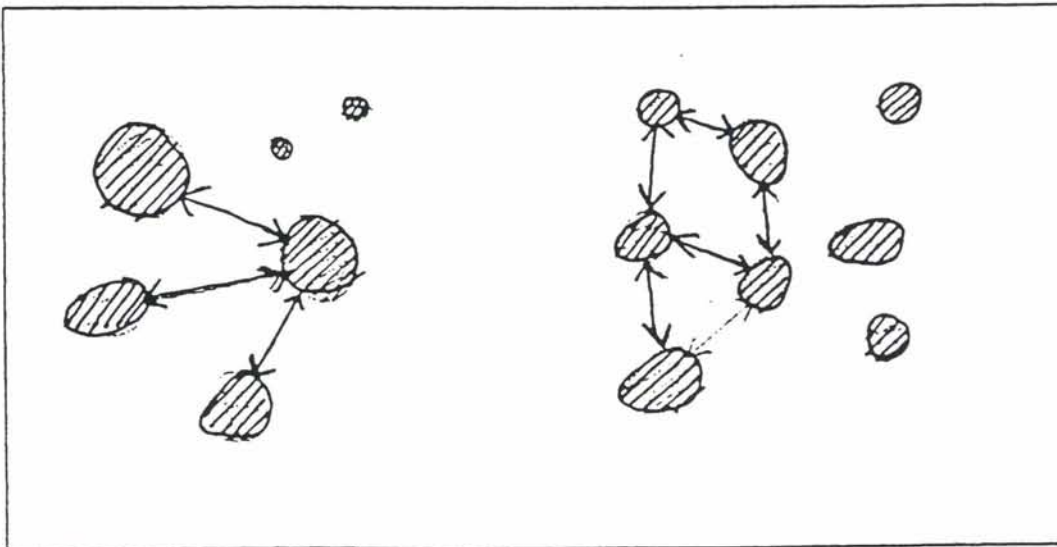


Fig 8. Figuren viser to prinsipielle måter som inn- og utvandring av arter mellom grønne øyer i landskapet kan foregå på.





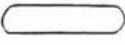


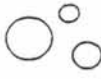



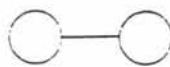








I et land som Nederland, der fragmenteringen har kommet svært langt, finner man ofte ikke lenger inn- og utvandring av visse arter. Dør en art først ut i et grønnområde, kommer det altså ingen inn av samme arten, iallfall ikke på lang tid (Opdam og Hengeveld 1990). Det gjelder derfor å gi gode muligheter i landskapet til forbindelser mellom grønnområdene. Artene har dessuten ulike krav til utforming og innhold i korridorene, slik at mest mulig kunnskap om artenes behov må ligge til grunn for utformingen av korridorene.

4.3.7. "Sink & source".

Det temaområde som landskapsøkologene kaller "sink & source" (godt norsk uttrykk mangler), er et viktig prinsipp i arealplanleggingen. Et source-område er et viktig produksjonsområde for dyr og planter, mens et sink-område er et areal hvor dødligheten er større enn produksjonen, d.v.s. at det foregår et netto tap av individer der. Opretholdelse av populasjoner i sinkområder er avhengig av tilstrømning fra source-arealer (pers.med Rolf A. Ims 1993). Kortvarige sesongregistreringer kan derfor gi misvisende resultater fordi et sinkområde tilfeldigvis kan oppvise like mange arter som et source-område på et tidspunkt. Et eksempel fra Sverige viser at man der bygde ned "feil" skogsteig fordi det bare ble tatt hensyn til artsinventaret funnet i løpet av en sesongs registreringer (pers.med. Gary Fry 1992). Sink-området hadde faktisk litt høyere artsmangfold, og dette ble da spart i forbindelse med boligutbygging. Kort tid etter var artsmangfoldet sunket dramatisk fordi produksjonen av mange dyre- og plantearter stanset opp. Det viste seg at sink-området var en såkalt plantasjeskog, d.v.s et gammelt treplantefelt, som ikke gav noe godt livsgrunnlag for dyr og planter på lengre sikt.

4.3.8. Oppsummering.

Ved å oppsummere endel kunnskap og resultater fra studier innen landskapsøkologi, er det mulig å utlede noen generelle prinsipper som grunnlag for arealplanleggingen. Disse er brukt i forbindelse med både nasjonale planer (f.eks. i Nederland) og regionale planer (f.eks. i Danmark). De samme prinsippene kan også tenkes å være fornuftige i mindre og mer urbane områder. Figuren under viser disse prinsippene, og vi kjenner igjen retningslinjer som kort har vært omtalt i dette kapitlet: det er viktig med noen større, sammenhengende grønnområder enn mange små - sammenheng/korridorer er ofte viktig mellom grønnområdene - biotopmangfold øker kvaliteten på grønnområdene o.s.v. Til slutt vil vi understreke at prinsippene ikke på noen måte er absolutte sannheter, men bør brukes som overordnede retningslinjer i arealplanleggingen i den hensikt å ivareta grønnstrukturen.

| DARLIGERE | | | BEDRE | |
|---|----------------------|---|---|--|
|  | AVSTAND |  | liten avstand større immigrasjon større artsinnhold | |
|  | STORRELSE |  | stort areal : større bestand, flere arter og færre arter dør ut | |
|  | FORM |  | mindre randeone, flere spesialister og flere arter, færre opportunister | |
|  | AREALVARIASJON |  | større nisjerikdom flere arter | |
|  | HVILEPlass |  | mindre barriere, større immigrasjon flere arter | |
|  | KORRIDOR |  | se under hvileplass | |
|  | SPREDNINGSNETT |  | se under hvileplass | |
|  | GENNOMSKJÆRING |  | stort areal og større bestand, flere arter og færre arter som dør ut | |
|  | HABITATDIVERSITET |  | flere nisjer : flere arter | |
|  | BESKYTTELSESSONE |  | mindre påvirkning fra omgivelsene | |
| UNGE BIO- TOPER | ALDER | GAMLE BIO- TOPER | flere spesialister og færre opportunister flere nisjer | |
| PLANTER ELLER BIO- TOPER AV LIK ALDER | ALDERSVARIA- SJON | ALDERS- SPREDNING I BIOTOPER OG TRÆR | flere nisjer flere arter | |
| PLANTEDE BIOTOPER | HISTORIE | RESTER AV OPP- RINNEMELIG NATUR | stedsne arter gir flere nisjer til andre arter | |

Fra: Nyhuus & Dyring 1990.

"Grøntstrukturanalyse. Eks. Horten."

Institutt for Landskapsarkitektur NLH.
Senter for Utvikling og Miljø, Universitetet i Oslo.

Fig. 9. Oversikt og oppsummering av en del økologiske arealprinsipper.
(Biotopgruppen, 1982. Bearbeidet av Nyhuus)

NATUR I BYEN

**en artikkel skrevet av
vegetasjonsøkolog Signe Nyhus
landskapsarkitekt Anne Karine Halvorsen Thyren**

til orientering for interesserte

KAPITTEL 4. NATUR I BYEN.

4.1. Byen som økosystem.

Byen kan neppe omtales som et homogent økosystem. Det vil iallfall være fornuftig å dele det urbane miljø i to overordna typer: a) det såkalte klippelandskapet, som er de nedbygde arealene og b) de åpne grønne områdene imellom: den såkalte grønnstrukturen. Innenfor disse to hovedkategoriene, er den skiftende arealbruken opphav til et stort spekter av ulike habitat (levesteder). Mange levesteder er artsrike og produktive på grunn av bl.a. dumping av næringsrik masse, mens andre levesteder er ekstremt artsfattige og utsatt for en høy grad av stress fra miljøet. Et eksempel på dette er f.eks. områdene under motorveier, som er ekstremt tørre, mørke og ugjestmilde, der engelske undersøkelser påviste en eneste art foruten mikroorganismer, nemlig en introdusert edderkoppart (*Tegenaria agrestis*) som ikke hører naturlig hjemme i området (Gilbert 1989).

Klippelandskapet kan til en viss grad sammenlignes med andre ekstreme miljøer, som høyfjellet, skjærgården o.l. hvor spesielle faktorer gjør at artsutvalget blir svært selektivt, og at de artene som klarer stresset, blir desto mer tallrike. I byen vil antageligvis minimums- og påvirkningsfaktorene være ulike alt etter hvor i området vi befinner oss. Enkelte områder er f.eks svært vindutsatt, andre områder har en spesielt høy grad av luftforurensning (eller annen type forurensning), mens atter andre områder har temperaturforhøyning eller eutrofiering som den mest dominerende abiotiske (ikke-levende) faktor. Jordsmonnet har en tendens til å være kompakt og hardpresset. I tillegg kommer den stadig skiftende menneskelige påvirkningen i form av ulike aktiviteter som trafikk, graving, sprøyting o.l.

Fremmede arter utgjør hele tiden et voldsomt press på de urbane områdene våre, og mange av disse finner ledige nisjer eller utkonkurrerer arter som er der fra før. I noen polske byer ligger andelen av introduserte arter på hele 70%, men i mange europeiske byer er ofte artstallet høyere enn omlandet rundt. Vi vet lite om dette også er tilfelle i Norge. Engelske forskere mener at de ser konturene av en kosmopolittisk urban flora som ofte får tilføyd eller trukket fra arter i takt med arealbruksendringen (Gilbert 1989). Mange av de introduserte planteartene har ofte fritt spillerom når de stedege plantene blir satt ut av spill, f.eks. i forbindelse med en rask arealbruksendring. Dersom det ikke oppstår nye arealbruksendringer på noen år, kommer gjerne de stedege sterkere tilbake og utkonkurrerer de introduserte artene på litt lenger sikt. Slik ser vi at det stadig foregår en kamp om ledige nisjer i urbane strøk, på grunnlag av den skiftende menneskelige aktiviteten.

Det er stor forskjell på livsvilkår og artsutvalg mellom klippebyen og grønnområdene. Dette skal vi komme nærmere inn på under punkt 4.2. Når det gjelder menneskeanlagte grønnområder som parker og kirkegårder, så er bl.a. alderen på området en viktig faktor som er med å bestemme artsmangfoldet. Eldre parkområder som har blitt stående i fred, har et høyere artstall enn skjøttede parkområder, noe som er påvist i undersøkelser av parker rundt gamle, svenske herregårder som har vokst igjen. Dette gjelder særlig for mangfoldet av fuglearter (Mørtberg in prep.), men sannsynligheten for at det også gjelder planter, er stor. Det er bl.a. viktig, både for dyre- og plantelivet, at gamle trær for stå i fred og dø langsomt. Der etableres mange arter, fra hekkende fugl og insekter til lav, moser og sopp. Dette kan være kilde til konflik i byens grønnområder, fordi kravet til et velfrisert preg er stort. Vi husker fra et tidligere kapittel hvordan intervjuundersøkelser viser at mange mennesker misliker gamle, visne planterester.

4.2. Dyr og planter i byen.

4.2.1. Innledning

I forrige avsnitt ble de to hovedkategoriene klippebyen og grønnområdene kort omtalt. Vi skal i dette avsnittet gå litt nærmere inn på noen karakteristiske trekk ved floraen og faunaen i de to typene. Resultater fra studier er for det meste mellomeuropeiske, siden det her er drevet lengst forskning på urban natur. Noen studier er også etterhvert gjort i Sverige og Danmark. Den såkalte klippebyen får kortest omtale fordi det er forholdsvis lite av denne typen i norske byer. De utenlandske resultatene omtales fordi de kan gi oss verdifull kunnskap og inspirasjon om hva vi bør forske på/ikke forske på i Norge.

4.2.2. Klippebyen.

a. Vegetasjonen.

I indre bykjerne er de åpne flekkene med jord få og spredte, noe som er en sterk begrensning for etableringen av plantesamfunn. I mursprekker, fortaussprekker o.l. er det påvist vegetasjon som til en viss grad kan sammenlignes med vegetasjonen i et klippelandskap. Et eksempel på dette fra London, er vill fiken (*Ficus carica*), som vokser midt i byen. Denne planten hører opprinnelig hjemme i klippelandskapet ved østkysten av Middelhavet (Syria til Afghansistan). Man mener at den har spredd seg delvis med mennesker og delvis med fugler (Gilbert 1989).

Studier fra England viser at de mest veldefinerte og stabile plantesamfunn i indre bykjerne ble nettopp funnet i asfalsprekker. Dette belastede miljøet gav opphav til et plantesamfunn med enkel struktur og lav diversitet, mens jordsmonnet var forholdsvis rikt på næring. Plantene viste dessuten stor plastisitet i fenotypen, d.v.s. at de ofte hadde flate, liggende skudd og mattevekst for å overleve det barske miljøet med mye tråkk. Der tråkket er mindre, kommer også endel andre arter inn. Det typiske klippesamfunnet i engelske byer, er dominert av tunarve, tunrapp, groblad, løvetann, gjetertaske, raigras, sølvrose og vegrose (Gilbert 1989) - alle arter som også er svært vanlige i Norge. Selv om slike plantesamfunn forandrer seg rundt omkring på jorda, så har de klare fellestrekk med hensyn på vekstform og taksonomi - det vil si at vi finner mange eksempler på økologiske ekvivalenter i bystrøk rundt omkring på jorda. I tillegg har særlig asfalsprekker et mikroklima som er mye varmere enn omgivelsene, slik at arter fra varmere himmelstrøk får muligheter til å spire.

Spredning av slike klippesamfunn foregår enten med vinden eller ved hjelp av mennesker. Dersom man undersøker sko, bilhjul og sykkelhjul godt, vil en her finne frø fra mange planter. I tillegg flytter vi mennesker mye på fyllmasser rundt omkring, og dette er et ypperlig spredningsmedium for planter.

b. Pattedyr.

I følge mellomeuropeiske studier, er de eneste pattedyrene som regelmessig oppholder seg i indre bykjerne rotter, husmus, flaggermus og forvillede katter og hunder (Gilbert 1989). Norske byer som gjennomgående er mindre, vil muligens ha en hyppigere frekvens av arter som grevling, rev og ekorn på streif, men indre by vil som oftest ikke være deres faste levested. Antallet av de få, permanente artene er imidlertid svært høyt. I Oslo regner man med at det er like mange rotter

som mennesker, og i London finnes det ca. 500.000 hjemløse katter. Katten kunne ha en rolle som predator, men studier av magesekkinholdet og kattens adferd viser at ca. 75% av maten de spiser kommer fra søppeldunker og mat som er utsatt av katteelskere i byen. Kattene i indre bykjerne tar en god del småfugl, men disse blir i veldig liten grad spist (Gilbert 1989). En hypotese er at mattilgangen er så stor at kattene jager litt fugl og mus for å tilfredsstille jaktinstinktet.

I Skandinavia har vi 30 arter av flaggermus, og i Norge finner vi 9 arter. Særlig en av disse er sterkt knyttet til byen. Denne er opprinnelig en klippeart, og kalles på norsk for gråskimlet flaggermus. Arten er sørlig, slik at i Norge finner vi den bl.a. i Oslo og omegn (Pers.med. Leif Gjerde 1993).

c. Fugler.

Fugler er kanskje den mest betydningsfulle dyregruppen i byen, nettopp fordi den betyr så mye for oss mennesker. I indre bykjerne finner vi arter som historisk hører til klippelandskapet. De mest vanlige og tallrike er duer, men også måker, stær, gråspurv, seilere og tårnfalk er vanlige. I London steg bl.a. antallet av hekkende par av tårnfalk fra de først ble registrert i 1931 til over 100 par idag. De hekker på steder som kirketårn, høyhus, fabrikkbygninger, kraner, høyspentmaster og spesiellagde fuglekasser. Mattilbudet varierer litt fra by til by, men hovedretten er nok småfugl (70%) og små pattedyr (20%) (Gilbert 1989). Duene har til de grader tilpasset seg bygningsmassen idet de trives best på bygninger i gotisk stil (tårn, spir og framspring) mens de ser ut til å gå noe tilbake ved utbredelsen av den glatte arkitekturen (Gilbert 1989).

Selv om fugler er svært ønsket av oss mennesker i byen, så kan de by på problemer og konflikter. Her skal kort nevnes at avføring fra bl.a. duer og stær kan påføre mennesker tildels alvorlige sykdommer. Nylige beregninger fra New York med hensyn på cryptococcinfeksjoner, varierer fra 200-300 tilfeller av hjernehinnebetennelse til ca. 15.000 tilfeller av mer vage respirasjonssykdommer (Gilbert 1989). I tillegg kommer alle insektartene som følger i kjølevannet av fuglene, enten på fuglene eller i reiret. Når dette er sagt, er nok hyggen og nytten av fugler i byen langt viktigere enn de mulige sykdommene og ubehaget knyttet til denne dyregruppen!

4.2.3. Urban brakkmark

En type urbant areal som hverken kan karakteriseres som klippelandskap eller grøntområde, er den urbane brakkmarka. Her hører alle områdene hjemme som ikke er direkte grønne, men som heller ikke er dekket av asfalt eller betong. Dette kan være tomter/rivningstomter, løkker, havneområder og ulike (fyll) plasser. Disse områdene kan være viktige restbiotoper for flere ugras og andre typiske byplanter som hverken liker seg i klippelandskapet eller i parkene. Mange av artene er ettårige og ofte opprinnelige steppeplanter fra sør- eller østeuropa. Slik urban brakkmark blir idag ofte tildekket med asfalt eller gjort om til grøntanlegg. Derved mister plantene knyttet til denne biotopen fotfestet. Områdene kan også muligens fungere som spredningskorridorer (Klaus Høiland, pers. med. 1993).

I England er det gjort studier som viser at vegetasjonen er avhengig av substratet, slik at plantene som etablerer seg på en rivningstomt med murstein som substrat, vil være forskjellig fra planter som etablerer seg på asfaltrester o.s.v. (Gilbert 1989). Suksessjonsforløpet vil også være svært forskjellig, og det kan være forskjell fra by til by, basert på lokale miljøforhold. Dessuten er slike områder et

viktig potensialet for å øke grøntområdene i byen, ved å restaurere arealene slik at de får en stedegen naturkarakter. Så lenge arealene er åpne, er de potensialet for mer natur.

4.2.4. Grønnområdene - grønnstrukturen.

a. Vegetasjonen.

I grønnområdene finner vi en blanding av den lokale floraen og de introduserte planteartene, som enten forvilles etter hvert eller må skjøttes og gjenplantes ofte. Studier av forstadshager i England har vist at den introduserte floraen kan klassifiseres etter sosioøkonomiske forhold som smak, mote, prestisje og inntekt (Gilbert 1989). De fremste faktorene som gjør at de er til stede, er antagelig kulturelle. Dette stiller den introduserte floraen i et helt annet lys enn spontanvegetasjonen, og vi vet lite om deres funksjon, struktur og betydning for faunaen eller hele økosystemet.

Tabell 2. Tabellen viser en måte å gruppere store plantefamilier etter deres evne til å utnytte menneskeskapt habitat. Eksemplet er laget etter hyvegetasjon i Sheffield, England.

| PLANTEFAMILIE | MENGDE | KARAKTERTREKK |
|---|------------|--|
| Gruppe 1: Kurvplantefam. Grasfam. Lepeblomstfam. | Mye | Mange arter i næringsrike habitat, frø av middels størrelse med god spredningsevne, umiddelbar spiring, høy kapasitet for spredning ved sideskudd. |
| Gruppe 2: Nellikfam. Korsblomstfam. Maskeblomstfam. | Middels | Omtrent som i gruppe 1, men mindre frø. |
| Gruppe 3: Erteblomstfam. Soleiefam. Rosefam. Skjermplantefam. | Lite | Færre arter i næringsrike habitat, begrenset kapasitet til vegetativ formering, store frø, spiring er sterkt sesongbetont. |
| Gruppe 4: Orkideer formerings. | Svært lite | Bare i mindre næringsrike habitat, svært små frø, liten evne til vegetativ |

De forskjellige planteartene, enten det er introduserte arter eller lokale arter, er forskjellig stilt når det gjelder å utnytte habitater som oppstår som en følge av menneskelig aktivitet. Tabell 2 viser en klassifisering av plantefamiliers kapasitet til å utnytte ledige habitat. Gruppe 1 har egenskaper som gjør dem konkurransedyktige i forhold til det å etablere seg raskt. Hypotesen er at artene i gruppe 1 og delvis i gruppe 2, er gjennom lang tid tilpasset forhold som ligner dem vi har i våre dagers urbane områder. Vi forventer relativt sett å finne langt flere arter i byen fra disse to plantefamiliene enn fra de andre familiene (Gilbert 1989, etter Hodgson 1986).

Grønnstrukturen inneholder alt fra plener til tette skogsrester av ulike typer. Det vil føre for langt i denne sammenheng å gå inn på alle typene, rent floristisk. Mange studier er gjort i forhold til parker, bl.a. i England og Tyskland, og disse viser at til og med plenområder må klassifiseres nøyere etter alder, jordsmonn og skjøtsel (Gilbert 1989). Kantvegetasjonen langs jernbanelinjer er kjent som steder der bl.a. introduserte arter har gode betingelser til å slå seg ned, likeså industri- og næringsområder. Dette er regnet for å være en av de viktigste biotopene for byflora (Klaus Høiland, pers.med. 1993).

b. Pattedyr.

Svensk forskning viser at en stor del (ca. 17%) av svensk høyere fauna krever hensyn som er spesielt utformet for disse artene for å kunne eksistere i framtiden (Ahlén 1980 i Arkedal 1985). Den fremste trusselen mot den høyere faunaen i Sverige er biotopforstyrrelse i forbindelse med det moderne jord- og skogbruket. Deretter kommer biotopforstyrrelse i forbindelse med bebyggelse og annen arealutnytting, altså faktorer som er hyppigst i urbane områder.

Dyr generelt har ulik grad av toleranse mot menneskelig påvirkning (Gerell 1982). Faunaen i tettsteder påvirkes av klimaforhold, vegetasjonstyper, næringstilgang, vanntilgang, skjøtsel av områder, kontakten med det omkringliggende landskapet, biotopens/områdets størrelse og det man litt diffust kan kalle menneskelig påvirkning og forstyrrelse (Arkedal 1985). Flere forskere har påvist at resultater av urbanisering er at antall arter går ned og at det blir flere av noen få arter (DeGraaf 1986 og Wallentinus 1984).

Et norsk grevlingprosjekt i Trondheim viser bl.a. så langt at dyret bruker et større areal for matsøk og utfoldelse enn først antatt (Bevanger, NRK 1992). Det ser dessuten ut som om grevlingen er på vei nordover - så langt nord som Trondheim er den muligens avhengig av å hente mat i byen om vinteren (pers.med. Janne Aaris-Sørensen 1992).

Som en oppsummering, mener biologene at skal pattedyr ha en sjanse til å overleve i byen over tid, må byene ha:

- mange grønne områder
- orridorer mellom grønnområdene
- mindre frisering av det grønne, mer vilt og buskaktig
- fred og ro for dyrene
- trafikk sikring
- informasjon til byboerne om pattedyrs behov

I byen kommer også arter i kontakt med hverandre, som normalt ville vært adskilt geografisk og økologisk. Den type kryssbefruktning som man kan få da, kan ha uante konsekvenser. Bylivet virker også inn på dyras diett og sosiale struktur, f.eks virker trafikken sterkt inn på revenes sosiale struktur (pers. med. Janne Aaris-Sørensen 1992).

c. Fugler.

Fugler som trives i kantsoner finnes ofte i forstedene, mens det er få skogsfuglearter her. Generelt sett er tettheten og artsmangfoldet størst i de grønne delene av byen for de fleste artene (Claus Ovesen, pers.med. 1992). Velkjent er det at jo bedre sjiktet vegetasjonen er, jo større er mulighetene for at flere fuglearter kan leve der.

Fuglelivet i engelske parker er grundig studert gjennom mange år. Kort oppsummert er tendensen at de minste og mest forstyrrede parkene i indre bykjerne, har adskillig færre arter enn de større parkene i utkanten av byen. Jo mere parkene er designet som prydparker, jo færre fuglearter finnes her (Gilbert 1989).

Det går an å forme urbane områder slik at de er bedre i stand til å ta vare på et variert fugleliv. I følge forskningen ser det ut som om størrelsen på områdene er det aller viktigste for fugler, noe som utdypes litt nærmere under pkt. 1.3.3.

Det er vist at kornkråker kan fly ganske langt for å skaffe seg mat i kulturlandskapet. Nå ser det ut til at urbaniseringen har bredt seg så vidt at den ikke lenger finnes i en rekke europeiske storbyer, det er rett og slett for langt å fly fra byen og ut til de beste matfatene (fra Gilbert 1989)

Vegetasjonen er av stor betydning for faunaen generelt. Her er det påvist at både vertikal (strukturell) og horisontal diversitet betyr mye (DeGraaf 1986). En svensk studie viser at det totale faunaantallet øker med økende strukturmangfold i vegetasjonen (pers.med Mats Virèn -92). Et annet interessant resultat fra denne studien, er at faunadiversiteten øker med økende alder på vegetasjonen, er på topp når vegetasjonen er ca. 150 år gammel, og synker deretter noe (pers.med Mats Viren-92). Dessuten har busk- og brynbeskjæring stor innvirkning. Når dette skjer hvert 6-7 år, får faunaen en "sjokkeffekt" og de rekker ikke å kolonisere buskområdene før de påny blir klippet (pers.med. Mats Virèn 1992).

4.2.5. Oppsummering.

Artene som lever i den såkalte klippebyen, er særlig studert i mellomeuropa. Noen av klippeartene finner vi også i Norge, men grundigere studier ser ikke ut til å være gjort i Norge.

Grønnstrukturens økologi er også studert av mellomeuropeere, men studier er også foretatt i Danmark og Sverige. Vi ser at denne forskningen bl.a. viser at frisering av by- og parknaturen fører til en lavere artsdiversitet. Noe kunnskap om bynaturen finnes nok også i norske forskermiljøer, uten at det er publisert så mye. Grevling studeres bl.a. i Trondheim by, og byfloraen registreres i Oslo (Ekebergåsen).

4.3. Landskapsøkologiske arealteorier.

4.3.1. Innledning.

Landskapsøkologi er studier av hvordan artene blir påvirket av og påvirker den romlige heterogeniteten eller kompleksiteten i landskapet. Landskapsøkologene er bl.a. svært opptatt av hva som skjer med dyr og planter når biotopene av ulike grunner fragmenteres.

De fremste årsakene til at biotoper i Sverige ødelegges, er disse (etter Ahlén 1977 og Ihse og Lewan 1986):

- # Det eldre kulturlandskapet forsvinner på bekostning av det moderne
- # Det moderne skogbrukets framvekst
- # Bebyggelse og eksploatering
- # Forandringer innenfor områder som allerede er utbygd/utnyttet
- # landskapspleie innenfor tettstedsnære områder
- # Påvirkning og forstyrrelse fra friluftslivet

De fire siste punktene er også relevant for urbane områder.

Studier innen landskapsøkologi er særlig gjort i kultur- og naturlandskapet, mens svært lite er studert i bylandskap pr. idag i Norge. Det er allikevel grunn til å anta at noe av kunnskapen fra forskningen i kulturlandskapet også kan gjelde for urbane områder. Fragmentering av grønnområdene, isolasjon av grønne "øyer" og barrierer for spredning gjelder i høyeste grad også i bylandskapet. Her skal kort beskrives hva studier forteller oss om biotopene når det gjelder noen av de viktigste prinsippene innen landskapsøkologi: fragmentering, størrelse, kanteffekten/grenser/barrierer, metapopulasjoner og den såkalte sink & source-teorien.

4.3.2. Fragmentering.

Fragmentering av landskapet kan bety både reduksjon og tap av enkelte habitat-typer, og en økning av andre habitat-typer. Dette har særlig med innhold av arealene å gjøre, mens et annet poeng er at lokalisering og distribusjon av habitatene i forhold til hverandre, vil forandres ved fragmentering.

Fragmentering av landskapet kan altså foregå på svært ulike måter. Økologene mener at landskapet kan fragmenteres i et mer finkornet eller et mer grovkornet mønster (pers.med. Rolf A. Ims 1993). Figuren under viser tenkte fragmenteringsmønstre, noe som kan framkomme ved ulike typer av menneskelig inngrep, f.eks. boligbygging, hogst, industrietablering o.l. Noen arter av dyr og planter vil tjene på en type fragmentering, f.eks et såkalt grovkornet fragmenteringsmønster, mens andre arter vil tjene på et mer finkornet fragmenteringsmønster ("grain response"). Et grovkornet fragmenteringsmønster vil si at inngrep er konsentrert om ett eller noen få steder, og det grønne som står igjen er forholdvis stort og sammenhengende. Et finkornet fragmenteringsmønster betyr at inngrepene er spredt rundt i landskapet, og at

naturen blir oppdelt i mange og små arealer. Dette betyr at man bør vite noe om hvilken "grain response" som kjennetegner de artene man ønsker å beholde i et landskap det skal gjøres inngrep i.

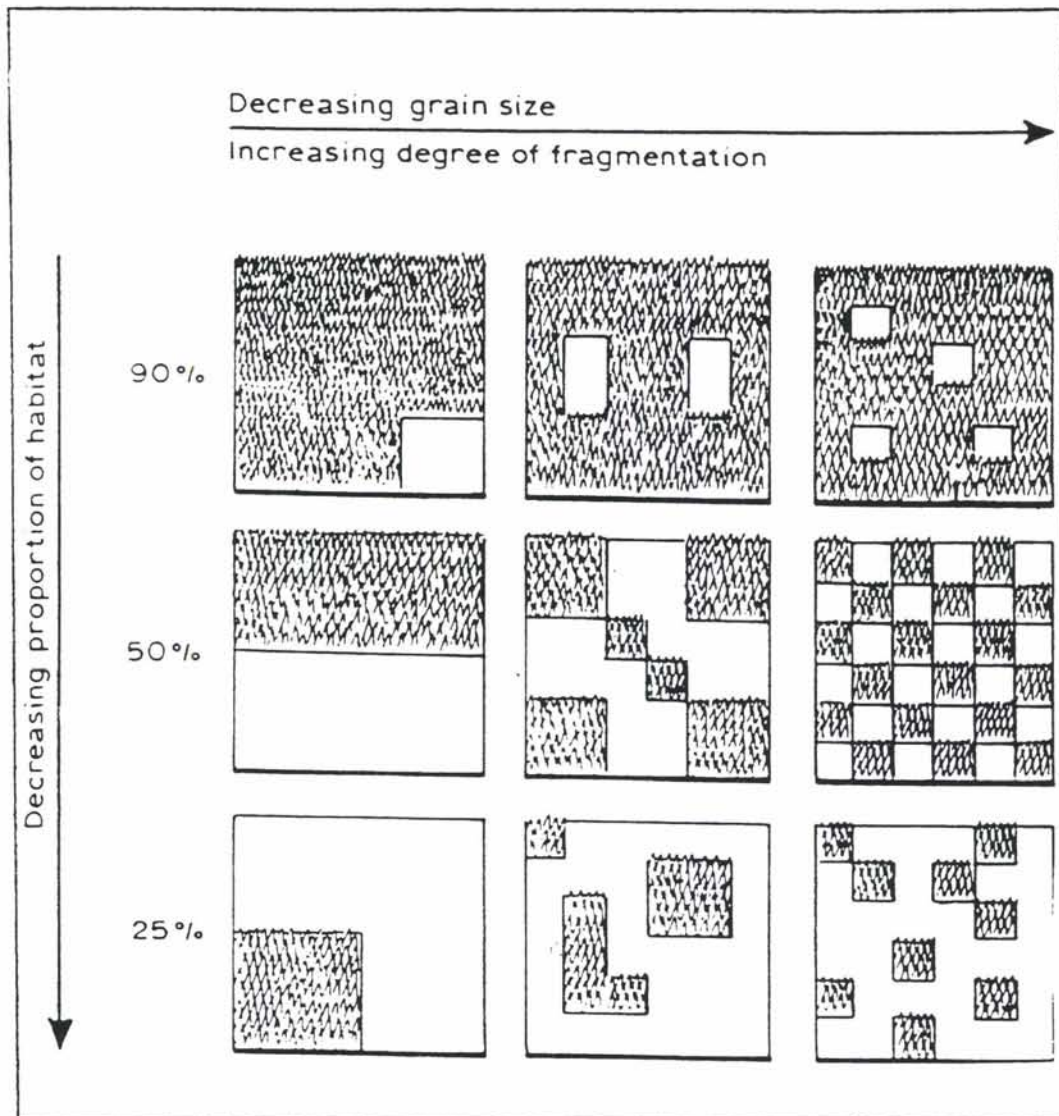


Fig.7. Eksempel på grovkornet (venstre del av figuren) og finkornet (høyre del av figuren) habitatstruktur i et landskap av gammel skog som blir utsatt for økende inngrep. (Fra Hansson 1992).

4.3.3. Korridorer og "stepping stones" i forbindelse med fragmenteringen.

Korridorer er mer eller mindre sammenhengende, åpne områder, fortrinnsvis vegetasjonskledde, som kan gi ulike plante- og dyrearter mulighet til å spre seg. Eksempler på korridorområder i urbane strøk, kan være jernbanelinjer, villaområder, bekkedrag, allèer og brakkmarks- eller rivningstomter. De ulike

områdene vil selvsagt ikke kunne fungere som korridorer for alle arter, og en viss variasjon i areal typer er derfor ønskelig.

Hovedfunksjonen til korridorene er for spredning, men kan også være områder for matsøk og midlertidig opphold. Studier fra Australia viser at fugler bruker mye korridorer i trekkseasonen. Samtidig er det argumentert at det eksisterer for lite data som underbygger at korridorer faktisk minsker innavlsdepresjoner hos ulike arter (Simberloff, Farr, Cox & Mehlman, 1992).

Grønne øyer som ligger langt fra "fastlandet", kan ofte vise til lavere artsantall. Undersøkelser viser at nylig utnyttede/bebygde områder i urbane miljø ble kolonisert av fugler fra andre urbaniserte områder rundt, ikke fra omlandet (Davis & Glick 1978). Også andre arter enn fugler trenger muligheter til å ta seg fram og kolonisere grønnområder i deres nærhet.

Fra et norsk kulturlandskapsprosjekt, er et av resultatene det motsatte av det man forventet: flere arter ble funnet i små åkerøyer enn i de større. Hypotesen omkring disse overraskende resultatene, er bl.a. at i det norske landskapet er det fremdeles store, sammenhengende biotoper rundt åkrene, mens i det europeiske landskapet, er de større åkerøyene ofte hovedbiotopen (pers.med. Gary Fry 1992).

Det er også vist at korridorer og små "hvileområder" i landskapet, slik som restbiotoper langs bekker, veikanter, hekker o.l., kan være viktige resevoirer for en rekke arter (pers.med. Gary Fry 1992).

4.3.4. Hva betyr størrelsen på grønnområdene.

Svenske studier har vist at parker og grønnområder i Stockholm kan sammenlignes med øyer i Malaren (Ahlen & Nilsson 1982). En type biotopøyer er parker og grønnområder i urbane miljø som er omgitt av veger og bebyggelse. Det viser seg at jo større disse grønnområdene er, jo flere av de utvalgte artene kan de huse (Regionplane- og trafikkkontoret 1990). Man regner med at ca. 75% av et naturområdets artsmangfold kan forklares ved området størrelse. Dette bekreftes bl.a. av studier av arealer og fuglearter i grønnområder og parker i Stockholmsområdet (Mørtberg 1989). Studier viser at en noenlunde komplett fuglefauna i en løvskog fra Mellom-Sverige, må opp i ca. 100 ha størrelse (Ahlen & Nilsson 1982), og i Skåne er det gjort undersøkelser som viser at man må opp i en størrelse på 500-1000 ha for også å fange opp de sjeldne artene (Arkedal 1985).

For å forklare sammenhengen mellom antall arter og størrelse på grønnområdene, diskuterer Angelstam et al 1990 og Ahlen & Nilsson 1982 faktorer som påvirker dette. For det første har ulike arter forskjellig krav til et minimumsareal for å opprettholde eksistensen. I de mindre områdene vil en da ikke finne arter med krav om et stort aktivitetsområde. Slumpen for å favne arter med forskjellige arealkrav er større i et stort grønnområde. For det andre vil sjansen for at biotopmangfoldet er høyt, være større. Dette betyr igjen livsrom for flere arter enn i et mindre område som antageligvis vil inneholde færre biotoper. En tredje faktor er kanteffekten (se kap. 4.3.5.), som vil være større dersom landskapet er delt opp i mange små biotoper framfor noen større. Det betyr at forstyrrelser og predasjonstrykk fra kanten vil være hyppigere i et landskap med mange, mindre grønnområde.

4.3.5. Kanteffekt.

I kanten eller overgangssonen mellom ulike arealtyper oppstår et spesielt miljø av planter og dyr. Områdene kan være spennende fordi de er forskjellig fra de to områdene som ligger inntil hverandre, men generelt viser studier at jo større kanteffekten samlet sett i et landskapet er, jo mindre er artsvariasjonen (per.med. Gary Fry 1992). Rent praktisk betyr det at man søker å ha større og noe færre grønnområder med muligheter for korridorer og "hvileområder" mellom, enn mange små grønnområder.

Nedenfor gis noen eksempler på resultater fra studier i forbindelse med kanteffekt i skogsområder. Selv om ikke disse er utført i urbane landskap, gir det en pekepinn om hvor dominerende en slik kanteffekt kan være:

- typiske skogsfuglarter finnes sjeldnere i de nærmeste 50 metrene fra kanten
- mikroklimaeffekten fra kantsonen holder seg ca. 100 m inn i skogen
- et høgt reirføringstap for småfugler (vesentlig fra kråkefugl og grevling) finnes fra kanten og opptil 200 m inn i skogen
- såkalte invasjonplanter finnes opptil en kilometer inn i skogen
- sommerfugler som tilhører kantsonen finnes ca. 300 m inn i skogen

(fra Hanssen 1992)

4.3.6. Metapopulasjoner.

Populasjoner av dyr og planter i fragmenterte arealer har ofte det som kalles en metapopulasjonsstruktur. En metapopulasjon består av mange mindre delpopulasjoner som enkeltvis har stor sannsynlighet for å dø ut. For å opprettholde en metapopulasjon over tid, er det nødvendig med utveksling av individer mellom delpopulasjonene (pers.med. Rolf A. Ims 1993). Prinsippskissen under viser eksempler på hvordan inn- og utvandringen mellom biotopene foregår.

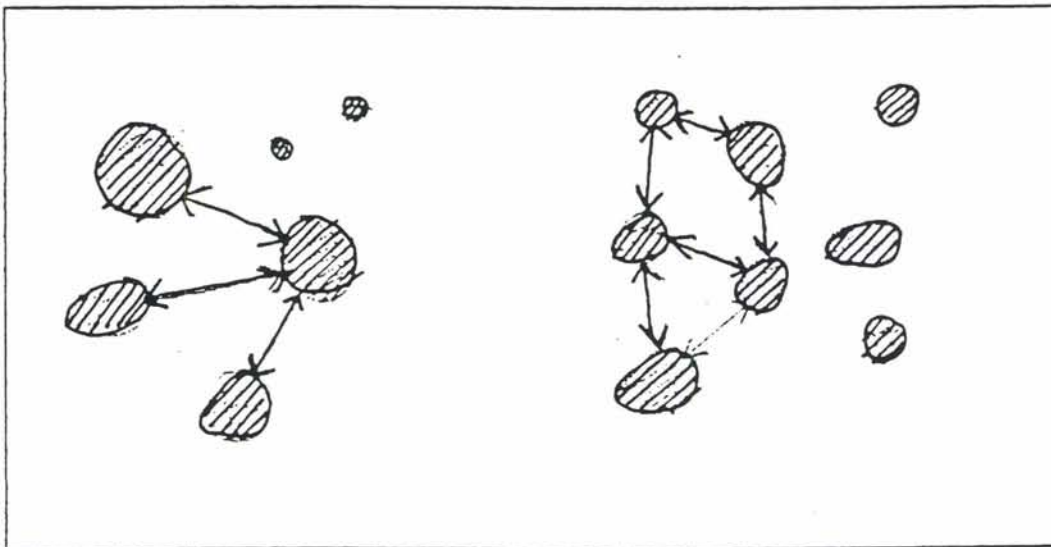


Fig 8. Figuren viser to prinsipielle måter som inn- og utvandring av arter mellom grønne øyer i landskapet kan foregå på.





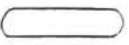






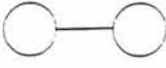
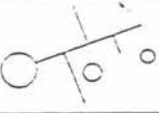
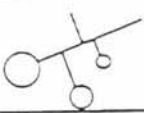






I et land som Nederland, der fragmenteringen har kommet svært langt, finner man ofte ikke lenger inn- og utvandring av visse arter. Dør en art først ut i et grønnområde, kommer det altså ingen inn av samme arten, iallfall ikke på lang tid (Opdam og Hengeveld 1990). Det gjelder derfor å gi gode muligheter i landskapet til forbindelser mellom grønnområdene. Artene har dessuten ulike krav til utforming og innhold i korridorene, slik at mest mulig kunnskap om artenes behov må ligge til grunn for utformingen av korridorene.

4.3.7. "Sink & source".

Det temaområde som landskapsøkologene kaller "sink & source" (godt norsk uttrykk mangler), er et viktig prinsipp i arealplanleggingen. Et source-område er et viktig produksjonsområde for dyr og planter, mens et sink-område er et areal hvor dødligheten er større enn produksjonen, d.v.s. at det foregår et netto tap av individer der. Opretholdelse av populasjoner i sinkområder er avhengig av tilstrømning fra source-arealer (pers.med Rolf A. Ims 1993). Kortvarige sesongregistreringer kan derfor gi misvisende resultater fordi et sinkområde tilfeldigvis kan oppvise like mange arter som et source-område på et tidspunkt. Et eksempel fra Sverige viser at man der bygde ned "feil" skogsteig fordi det bare ble tatt hensyn til artsinventaret funnet i løpet av en sesongs registreringer (pers.med. Gary Fry 1992). Sink-området hadde faktisk litt høyere artsmangfold, og dette ble da spart i forbindelse med boligutbygging. Kort tid etter var artsmangfoldet sunket dramatisk fordi produksjonen av mange dyre- og plantearter stanset opp. Det viste seg at sink-området var en såkalt plantasjeskog, d.v.s et gammelt treplantefelt, som ikke gav noe godt livsgrunnlag for dyr og planter på lengre sikt.

4.3.8. Oppsummering.

Ved å oppsummere endel kunnskap og resultater fra studier innen landskapsøkologi, er det mulig å utlede noen generelle prinsipper som grunnlag for arealplanleggingen. Disse er brukt i forbindelse med både nasjonale planer (f.eks. i Nederland) og regionale planer (f.eks. i Danmark). De samme prinsippene kan også tenkes å være fornuftige i mindre og mer urbane områder. Figuren under viser disse prinsippene, og vi kjenner igjen retningslinjer som kort har vært omtalt i dette kapitlet: det er viktig med noen større, sammenhengende grønnområder enn mange små - sammenheng/korridorer er ofte viktig mellom grønnområdene - biotopmangfold øker kvaliteten på grønnområdene o.s.v. Til slutt vil vi understreke at prinsippene ikke på noen måte er absolutte sannheter, men bør brukes som overordnede retningslinjer i arealplanleggingen i den hensikt å ivareta grønnstrukturen.

| DARLIGERE | | BEDRE | |
|---|----------------------|---|---|
|  | AVSTAND |  | liten avstand større innmigrasjon større artsmangfold |
|  | STORRELSE |  | stort areal = større bestand, flere arter og færre arter dør ut |
|  | FORM |  | mindre randzone, flere spesialister og flere arter, færre opportunister |
|  | AREALVARIASJON |  | større nisjerikdom flere arter |
|  | HVILEPlass |  | mindre barriere, større innmigrasjon flere arter |
|  | KORRIDOR |  | se under hvileplass |
|  | SPREDNINGSNETT |  | se under hvileplass |
|  | GJENNOMSKJÆRING |  | stort areal og større bestand, flere arter og færre arter som dør ut |
|  | HABITATDIVERSITET |  | flere nisjer = flere arter |
|  | BESKYTTELSESSONE |  | mindre påvirkning fra omgivelsene |
| UNGE BIO- TOPER | ALDER | GAMLE BIO- TOPER | flere spesialister og færre opportunister flere nisjer |
| PLANTER ELLER BIO- TOPER AV LIK ALDER | ALDERSVARIA- SJON | ALDERS- SPREDNING I BIOTOPER OG TRÆR | flere nisjer flere arter |
| PLANTENE BIOTOPER | HISTORIE | RESTER AV OPP- HINNELIG NATUR | stødegne arter gir flere nisjer til andre arter |

Fra: Nyhuus & Dyring 1990.

"Grøntstrukturanalyse. Eks. Horten."

Institutt for Landskapsarkitektur NLH.
Senter for Utvikling og Miljø, Universitetet i Oslo.

Fig. 9. Oversikt og oppsummering av en del økologiske arealprinsipper.
(Biotopgruppen, 1982. Bearbeidet av Nyhuus)

4.4. Direkte påvirkninger på bynaturen

4.4.1. Innledning

Foran har vi bl.a. sett på hvilke konsekvenser fragmenteringen har for bynaturen. Her skal vi trekke fram problemstillinger knyttet til de mere direkte påvirkningene som bynaturen utsettes for. Det dreier seg både om inngrep i natur, tråkk og konsekvenser av forurensninger/luftmiljøendringer/klimaendringer.

4.4.2. Utbyggings- og bruksskader.

Generelt må det fremholdes at dette er et emne det er gjort svært lite på i Norge. "Naturmarksprosjektet" som ble avsluttet ved Institutt for landskapsarkitektur ved NLH i 1984 er et av de få prosjektene hvor bynatur er undersøkt for å se konsekvenser av utbygging og bruk av natur. (Dyring 1984) Til sammen ble ca. 30 boligområder i fordelt over hele landet undersøkt for å se hva som skjedde med opprinnelig vegetasjon og terreng som følge av utbyggingen. De fleste av de undersøkte områdene var under 10-15 år gamle- hvilket er en kort periode å undersøke konsekvenser av endringer. Det var av tidshensyn heller ikke mulig å gjøre før- og etterundersøkelser. Natur av samme type innenfor og så nær som mulig utenfor boligområdene ble bl.a. undersøkt med hensyn på vitalitet, artsforandringer og endringer av jordbundsforhold.

Blant de undersøkte vegetasjonstypene ble de største forandringene registrert i Lav- og lyngrik furuskog, blåbærgranskog og blåbærikeeskog. I disse typene såes både alvorlige treskader og skader på busk- og feltsjikt. Minst skader såes på lynghei, som er en sterkt kulturpåvirket vegetasjonstype.

De mest alvorlige skadene synes å være påført vegetasjonen i byggefasen. De største forandringene av tresjiktet har foregått i en avstand som er kortere enn 50 meter fra inngrepene. Endringer av vanntilførselen, mekaniske skader og ikke minst åpning av trebestand slik at lokalklima og luftfuktighet endres, er blant de viktige årsakene. De største treskadene er observert på furu, gran, vanlig bjørk, fjellbjørk og sommerek.

I busksjiktet er det særlig bruksfasen som har gitt reduksjon i dekningsgrad. Åpning av trebestand har imidlertid også på sine steder gitt kraftige krattoppslag.

Forandringene av feltsjiktet skyldes i hovedsak bruk, spesielt tråkk som har en negativ effekt. Visse artsgrupper er mer utsatte enn andre når det gjelder skader; moser og lavarter er generelt svært slitesvake, det gjelder også jord-, sump- og vannplanter (geofytter) og jordflateplanter (chamaefytter) Den motsatte tendensen kan også gjøre seg gjeldende. Visse artstyper og arter holder stand eller vandrer inn som følge av f.eks. tråkk. Det gjelder særlig ettårige vekster, men også ugrasvekster og såkalte tråkksamfunnsarter- f.eks. groblad og løvetann. Gressenes og halvgressenes andel øker på bekostning av lyng- og lynglignende arter. Dette viser at vegetasjonen innstiller seg på et annet nivå med en annen artssammensetning tilpasset tråkk.

4.4.3. Klima- og forurensningsskader.

Hvis klimaet endres raskt kan dette få alvorlige konsekvenser for vegetasjonen som er avhengig av langsom evolusjonær tilvenning til nye forhold gjennom

mange generasjoner. Foreliggende klimascenarier som indikerer en økning av gjennomsnittstemperaturen i Norge med ca. 2 °C vil i særlig grad gå utover arktiske og kontinentale populasjoner av arter. Det kan t. om true deres eksistens. Et fremtidig scenario er i flg Håbjørg (pers. medd. 1993) at områder i Midt-Norge som idag har stabile vinterforhold, kan få et mer kystpreget klima i fremtiden. Mange av de vanlige forekommende arter både i naturen og i grøntanleggene vil kunne få overvintringsproblemer. Ulike lønnearter, både spisslønn og sibirlønn er utsatte.

Allerede i dag ser vi slike tendenser. I løpet av de siste 5 årene, men særlig i 1989 og 1990, har vi registrert en betydelig endring av vegetasjonens vitalitet i norske grøntanlegg (Håbjørg 1990 og 1992). Planterlag som tidligere var ansett som fullstendig herdige og gode, fikk overvintringsproblemer. I hovedsak viser det seg at det først og fremst er de kontinentale artene som er skadd. Årsaken til at disse artene synes mest utsatt, antas å være at de er tilvendt stabile vinterforhold. De har betydelig kortere hvileperiode enn kystarter, samtidig som de kan skyte om våren ved lavere temperatur. Nye forhold med ustabile vintere og høyere temperatur lokker slike arter til live, hvilket i sin tur fører til frostskafer så snart temperaturene på ny synker.

Skadene på bjørk i Tromsø som fikk en del mediaomtale for noen år siden, kan ha samme årsak. Kombinasjonen av økte forurensningshalter i både luft og jord kombinert med grunnere hvile kan være årsaken. Begge disse forhold gjør at skadegjørere som lus og får større makt. Slike angrep er bl.a. observert på lind i Oslo og kan ha sin bakgrunn i slike kombinasjonseffekter.

4. 5. Kartlegging av urbane natur- og grunnforhold.

Som grunnkunnskap om naturforholdene, er kartlegging av berggrunn, løsmasser, hydrologi og vegetasjon viktig. Ulike institutter på Norges landbrukshøgskole (NLH), Norsk inst. for jord- og skogkartlegging (NIJOS), biologiske, geografiske og geologiske institutter ved norske universitet, Norges geologiske undersøkelse (NGU), Telemarksforskning, Norsk inst. for vannforskning (NIVA) og ulike private konsulentfirma, er eksempler på fagmiljøer som arbeider med dette. Vi kjenner ikke til at noen av miljøene har kartlagt slike forhold i åpne grønnområder i byen. Ett unntak er NLH's vegetasjonskartlegging av deler av Oslo. Denne kartleggingen dekker ikke den indre bykjernen, men konsentrerer seg om de ytre sonene av byen. Tromsø er dessuten i ferd med å avslutte vegetasjonskartlegging av kommunen, inklusive byen, ved hjelp av satelittbilder (pers.med.Tromsø kommune 1993).

I forbindelse med store utbyggingsprosjekteringer, blir det gjort berggrunns- og hydrologiske undersøkelser av utbyggerne, men dette dekker ikke de åpne, grønne areal.

Kilder:

Ahlen, I. 1977: "Faunavård-Om bevarande av hotade djurarter i Sverige". SNV

rapport.

Ahlen, I og Nilsson, SG. 1982: "Samband mellan fågelfauna och biotopareal på øar med naturskog i Malaren och Hjalmaren". Vår Fågelvard 41.

Angelstam, P.Andren, J.Rosenberg, P.och Welander, J. 1990: "Ekologisk planering av skogsbruk". Miljøprojekt Sundsvall-Timrå. Delrapport 8. Sundsvall.

Biotopgruppen 1982. Forskningsrapport 24. Inst. for geografi, samfundsanalyse og datalogi, Danmark.

Davis, A.M. og Glick, T.F. 1978: "Urban ecosystems and Island Biogeography". Environmental Conservation vol 51. no.4.

Arkedal, A-C. 1985: "Faunavård i kommunal planering-presentation av en forstudie". Institutionen før kulturteknik. Forskningsrapport. Stockholm.

DeGraaf, R.M. 1986: "Urban bird habitat relationships: Application to landscape design". Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference. 51.

Dyring Anne-Karine 1984 "Naturmark i utbyggingsområder" Inst. for landskapsarkitektur. NLH dr. scientavhandling. 172 s.

Gilbert, O.L. 1989: "The ecology of urban habitat". New York .

Hansson, L. (editor) 1992: "Ecological principles of nature conservation", London and New York

Hodgson, J.G. 1986: "Commonness and rarity in plants with special reference to the Sheffield flora". Parts I-IV. Biol. Conserv. 36

Ihse, M. og Lewan, N. 1986: "Odlingslandskapets förändringar på Svenstorp studerade i flygbilder från 1940-talet och framåt". Historisk tidskrift för Skåneland (1986) 2. Meddelanden från naturgeografiska inst. vid Stockholms universitet A193. Stockholm.

Håbjørg, A. 1990 "Betydningen av klimaendringer for grøntanleggene. Plantevalg i relasjon til klimaendringer" Forelesningsmanus Grøntforskseminar 10 mai 1990.

Håbjørg, A. 1992 "Effect of climatical changes on growth and development of trees." Poster abstract European research conferences. ESF Crete. Greece april 1992.

Gerell, R. 1982: "Faunavård i stadsmiljø". SNV PM 1622.

Mørtberg, U. 1989: "Møjligheter att gynna attraktiv och skyddsvard fauna i tetortsnara miljø". Inst. før kulturteknik. KTH. Lagesrapport.

Opdam, P.Hengeveld. R. 1990: "Effecten op planten- en dierpopulaties". De Versnippering van het Nederlandse landschap. Publikatie RMNO nr.45.

Regionplane- och trafikkontoret, 1990: "Storstockholms gröna belte".
Stockholms lens landsting.

Simberloff, D. Farr, J.A. Cox, J. & Mehlman, D.W. 1992: "Movement
Corridors: Conservation Bargains of Poor Investments?"
Conservation Biology, Volume 6 No.4.

Wallentinus, H-G. 1984: "Påverkan på djur och växter av vägbyggnad och
trafik". II. Lansstyrelsen i Stockholms lan Medd. nr.12.

**JERNBANE - på langs og på tvers av
vassdrag - utforming.**

av
Fiskeforvalter Erik Garnås
Miljøvernavdelingen
Fylkesmannen i Buskerud

Arbeidsoppgaver på fylkesnivå

Ferskvannsfisk

På basis av den generelle målsetningen er det en rekke oppgaver innen fiskeforvaltning på fylkesnivå. Bl.a kan nevnes:

- * Ressurskartlegging og overvåking for å skaffe inngående kjennskap til forekomstene av ferskvannsfisk som basis for forsvarlig forvaltningsvedtak
- * Fiskefaglig registreringer i forbindelse med inngrep i vassdrag
- * Sikre produksjonen og leveområdet til anadrome laksefisk og innlandsfisk gjennom uttalelser til planer som omfatter arealbruk i tilknytning til vassdrag
- * Kartlegge omfang og virkning av fiskesykdom og miljøgifter på fiskebestandene. Eks gyro, krepspest, radioaktivt nedfall, akutte utslipp til vassdrag, tungmetaller osv.
- * Restaurere fiskemuligheter og ta vare på trua fiskebestander i forsuringsutsatte vassdrag. Eks. Kalking, vannprøveovervåking

Arbeidsoppgaver på fylkesnivå

- * Utvikle kultiveringsstrategier for fisk gjennom utarbeidelse av kultiveringsplaner, for å unngå uheldig spredning av fiskearter, stammer og sykdom
- * Gi tillatelse og føre kontroll med utsetting av fisk
- * Konesesjon og kontroll med settefiskanlegg.
- * Ettersyn av fisketrapper og andre tekniske tiltak som angår fisk og fiskeinteressene
- * Utforme kommunale fiskeforskrifter.
- * Øke allmennhetens muligheter til fritidsfiske gjennom tilgang til flere fiskeområder, samt stimulere til økt fiske ved bedre tilrettelegging, kultiveringstiltak og økt tilgang til strandbreddene.
- * Generell saksbehandling, veiledning og informasjon innen fiskeforvaltning for å ivareta intensjonene i henhold til lovverk, forskrifter og retningslinjer.
- * Tillatelser, tildeling av midler etc.

1 PROBLEM/KONFLIKTOMRÅDER I FORHOLD TIL VERN OG SIKRING AV FISKEARTENE OG DERES MILJØ (HABITAT)

1.1 INNGREP I VASSDRAG

1.1.1 FISK

Inngrep som kan påvirke fiskens rekrutterings-, oppvekst- og vandringsmuligheter gjennom reduksjon av areal, egnet substrat, vannføring, strømhastighet, skjul, tilførsel av organisk materiale (til næringsdyr):

VEGBYGGING

GANGSTIER

BRUBYGGING

KANALISERING

FORBYGGING

FJERNING AV KANTVEGETASJON

BRUK AV VANN (JORDVANNING, OSV)

BEKKELUKKING

DYRKING NED TIL ELV/VATN

GRUSGRAVING

VASSDRAGSREGULERINGER

1 PROBLEM/KONFLIKTOMRÅDER I FORHOLD TIL VERN OG SIKRING AV FISKEARTENE OG DERES MILJØ (HABITAT)

1.1 INNGREP I VASSDRAG

1.1.2 FISKE

Inngrep som spesielt går på utøvelse av fiske

**REUSERER/ØDELEGGER ETABLERTE/POTENSIELLE
FISKEPLASSER
HINDRER FERDSEL LANGS VASSDRAG
REDUSERER TILGJENGELIGHET TIL STRANDKANTEN
HINDRER BRUK AV FISKEREDSKAP, BÅT OSV**

1.2 FORURENSNING

**OVERVÅKE/FORHINDRE FORURENSNING SOM GIR
NEGATIV VANNKVALITET FOR FISK**

**Utslipp
Avfall**

BRUKERE AV VANNMILJØ

1 Permanente vannbrukere

Lever hele livet i vann

Eks : Fisk
 Dyreplankton
 Vannplanter
 Snegl
 Muslinger

2 Temporære vannbrukere

Lever deler av livssyklus i vann

Eks Frosk
 Vanninsekt (Mygg, vårfluer osv) med
 larver i vann.
 Salamander

3 Sporadiske, men regelmessige vannbrukere

Lever i tilknytning til vann

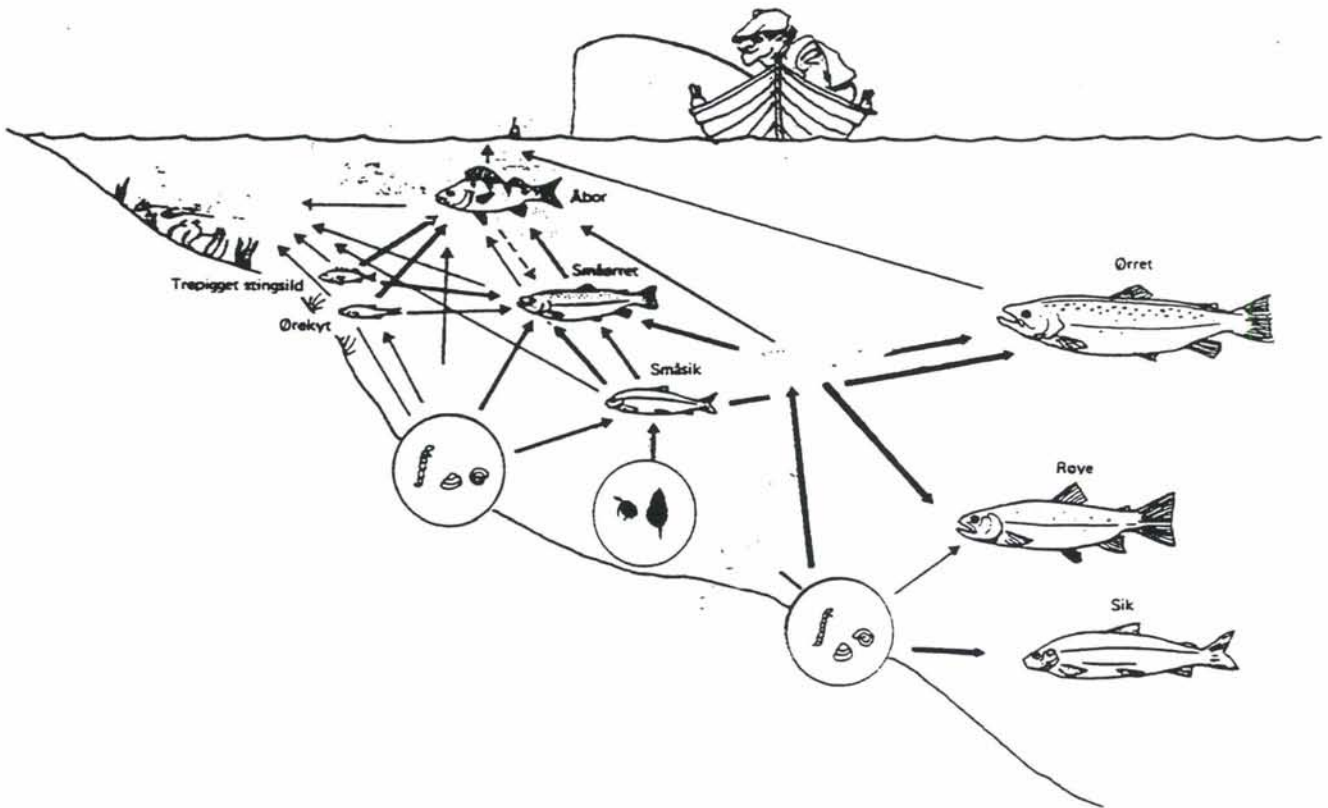
Eks Vadefugl
 Ender
 Oter
 Bever

4. Tilfeldige vannbrukere

Bruker vann i tilknytning til rekreasjon

Eks Fiskere
 Turgåere
 Padlere

Strandsona



VEGETASJON
LANGS
VASSDRAG



Dødt lauv tjener som næring for bunndyr (steinfluelarver, dognfluelarver m.fl.).



Før inngrep må vassdragslokaliteten som vil komme i **konflikt med jernbane/veg vurderes med hensyn på:**

1 Biotop for vannlevende og vanntilknyttede organismer

Artsmangfold (arts- og individrikhet)

**eks: Mange karpefiskarter
Bever
Vannplanter**

Trua og sårbare arter

**eks Salamander
Elveperlemusling
krepser**

Stedegne stammer

**Storørretstammer
laksestammer**

Leveområde

**Oppvekstområde
Gyteområde
Vandringsområde**

2 Som lokalitet med hensyn på bruk i forbindelse med rekreasjon:

Fiskeområde

Turgåing

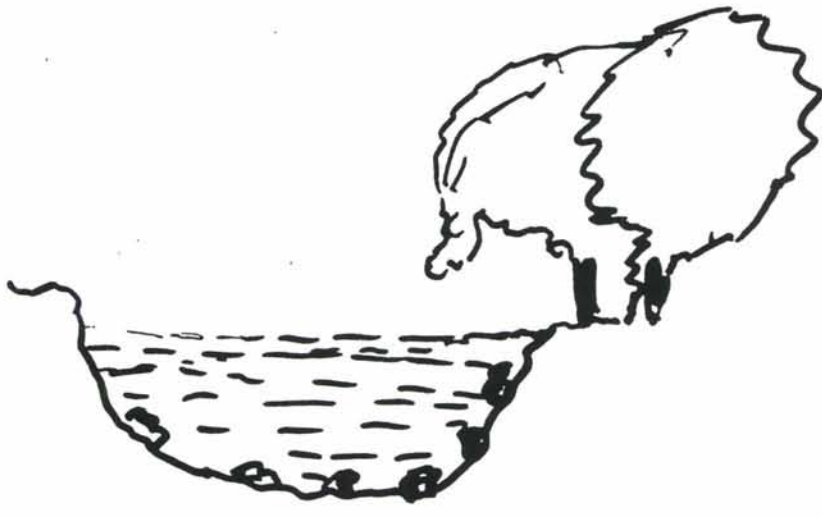
Båtbruk

Padling

ribane langs vassdrag



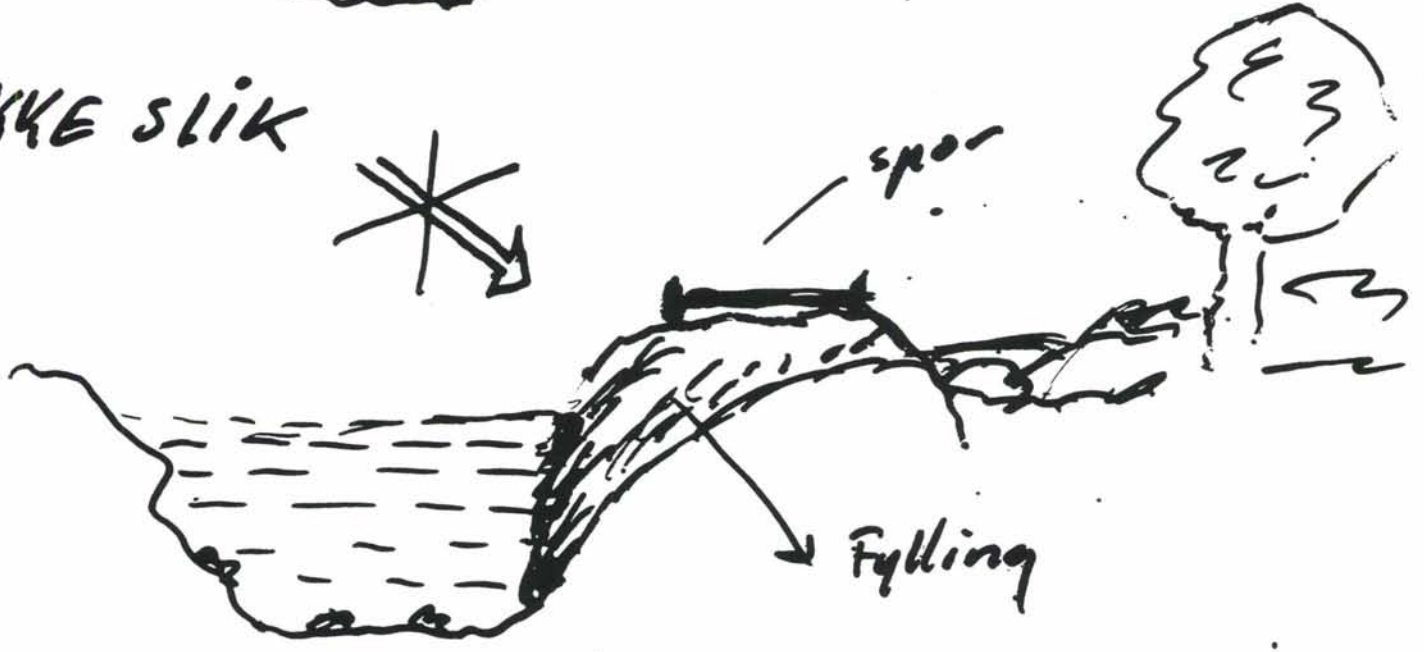
1. Opprettholde strandsoner
2. Opprettholde vegetasjon
3. Opprettholde fiskeplassen
fisdelsmuligheter



KKE SLIK

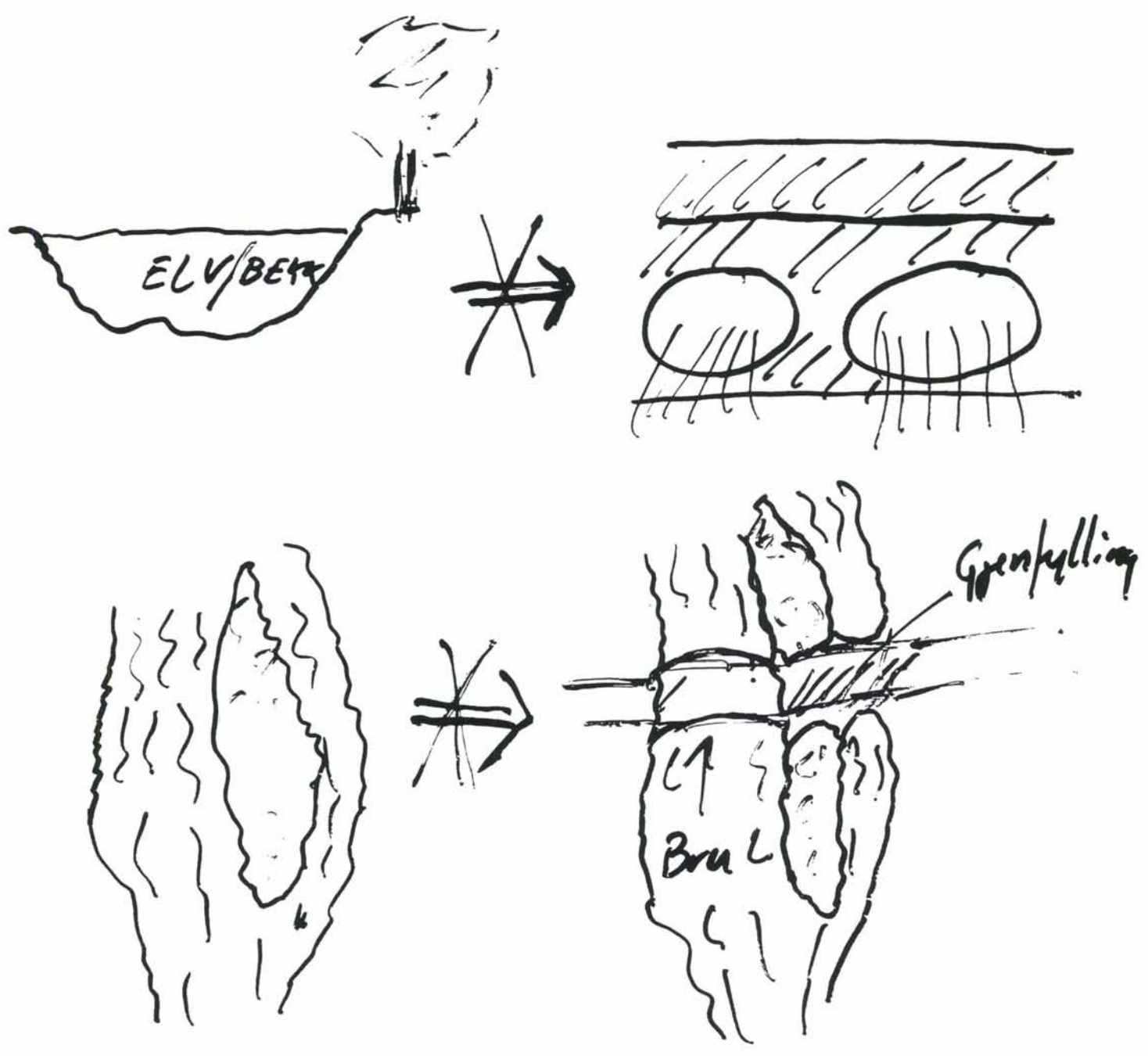


spor

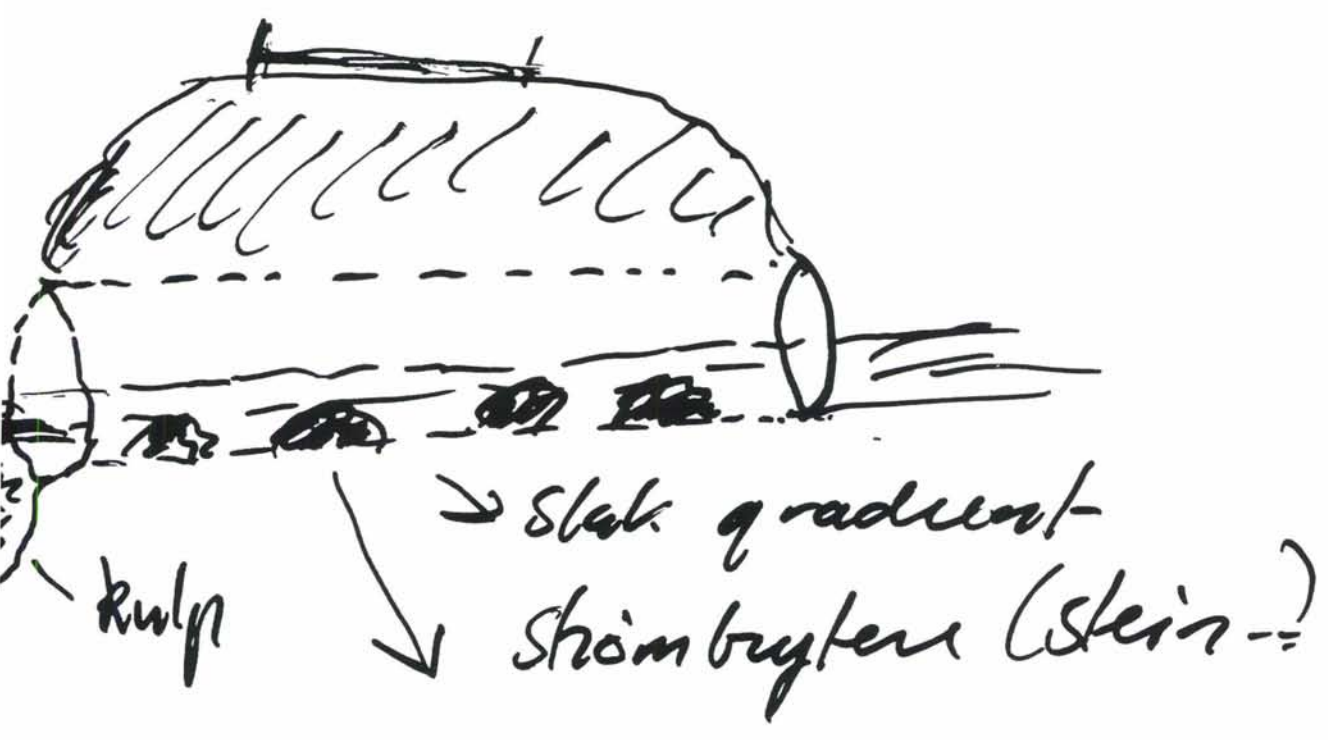
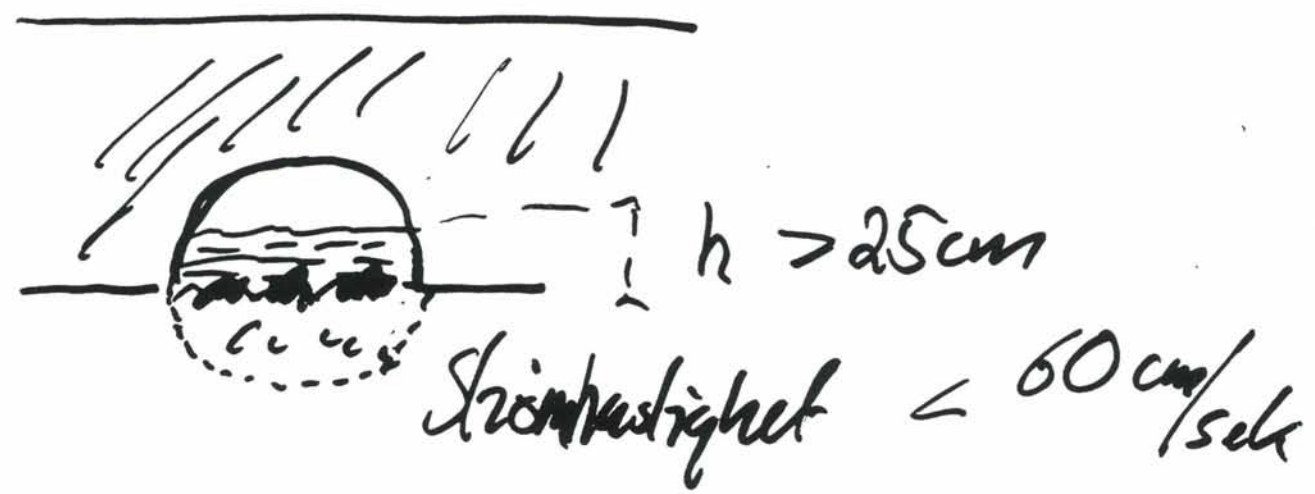


Fylling

Kryssing av vasselvaag

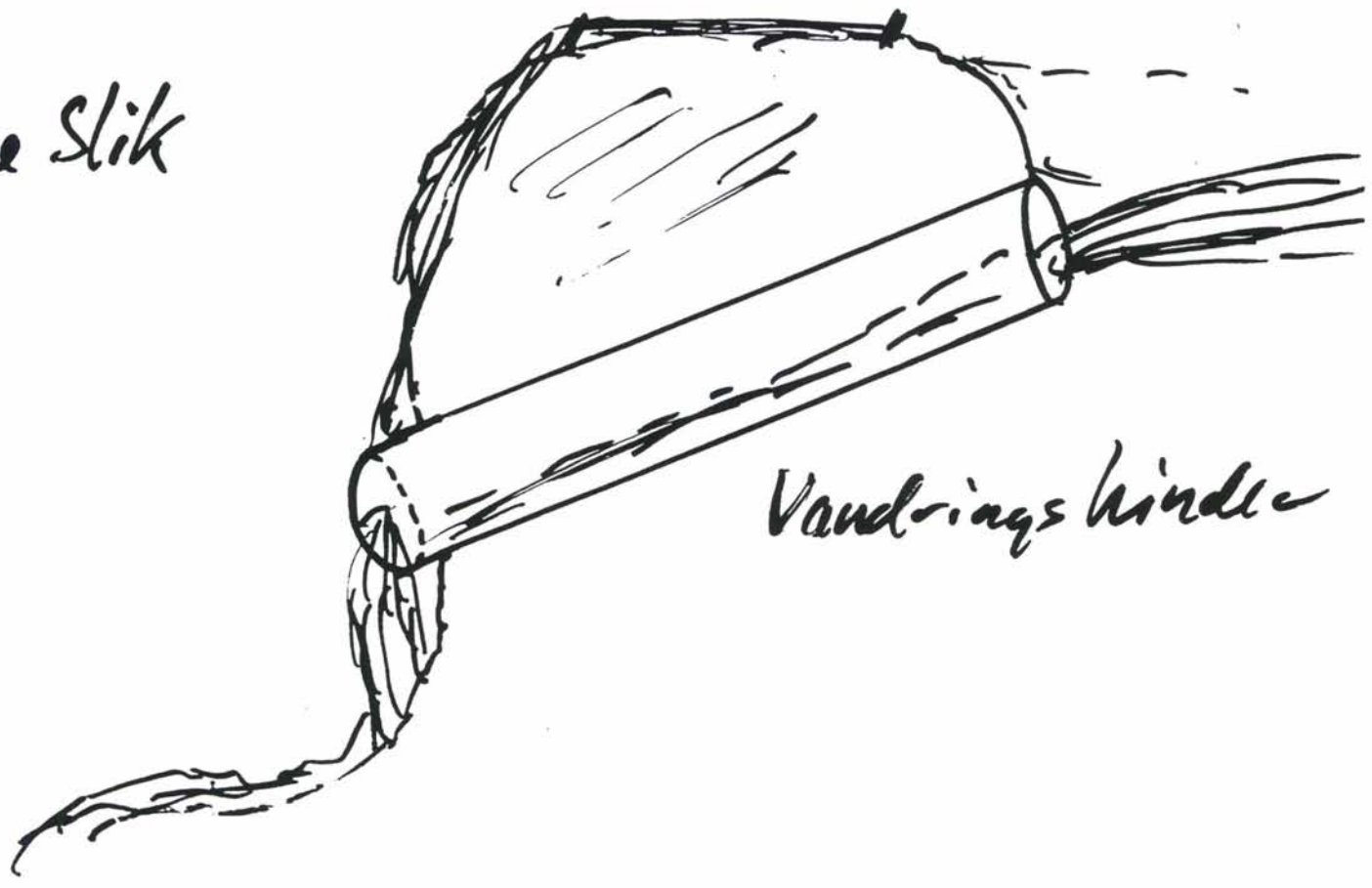


Høis kulvert i små bekke - :

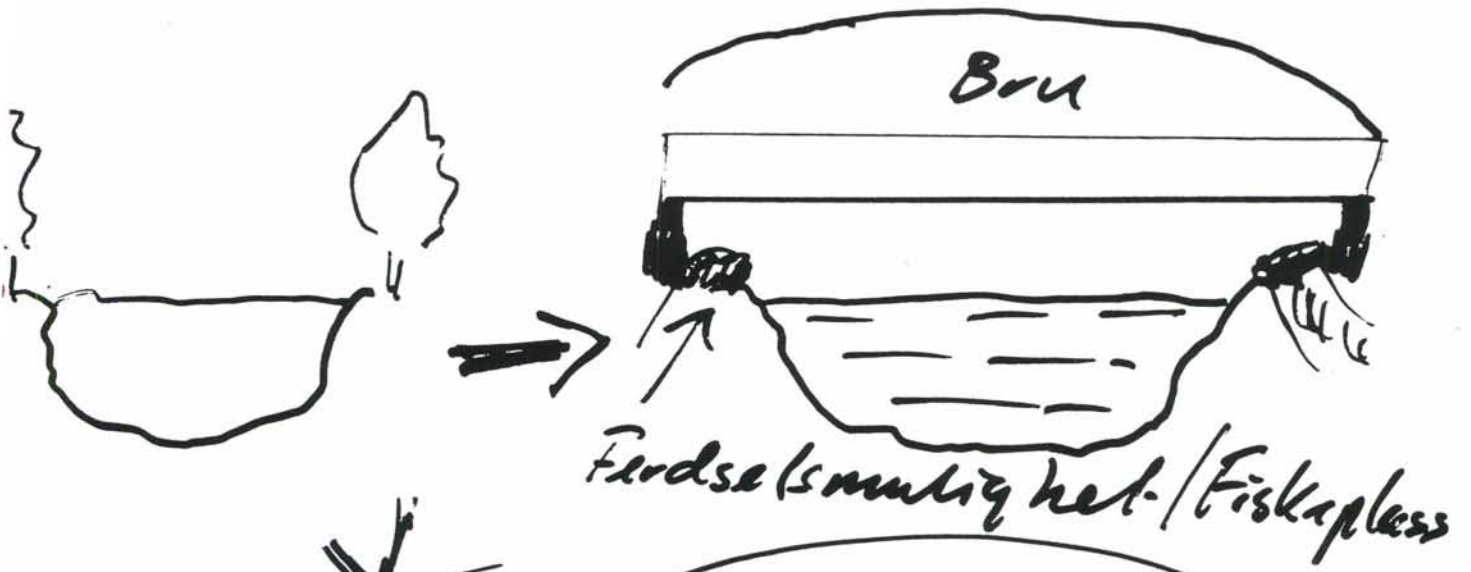


KULVERT

ikke Slik

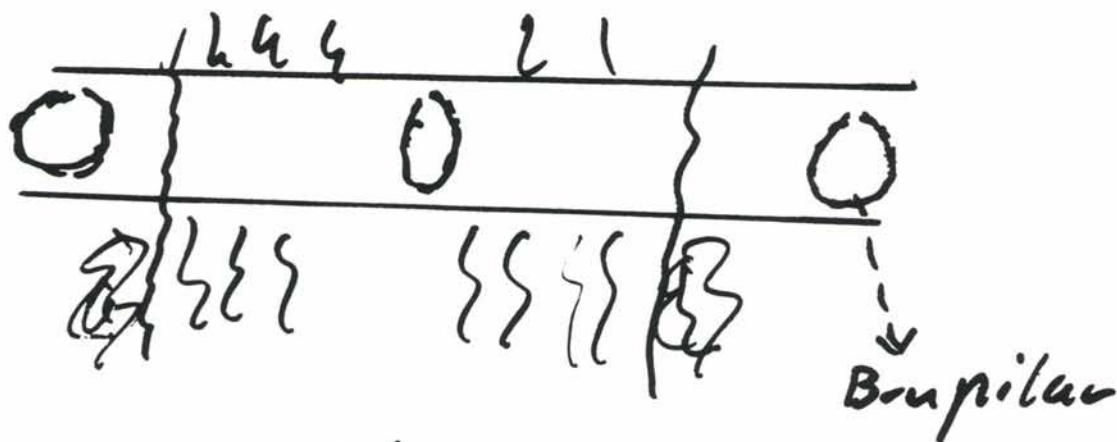


Vandrings hindre

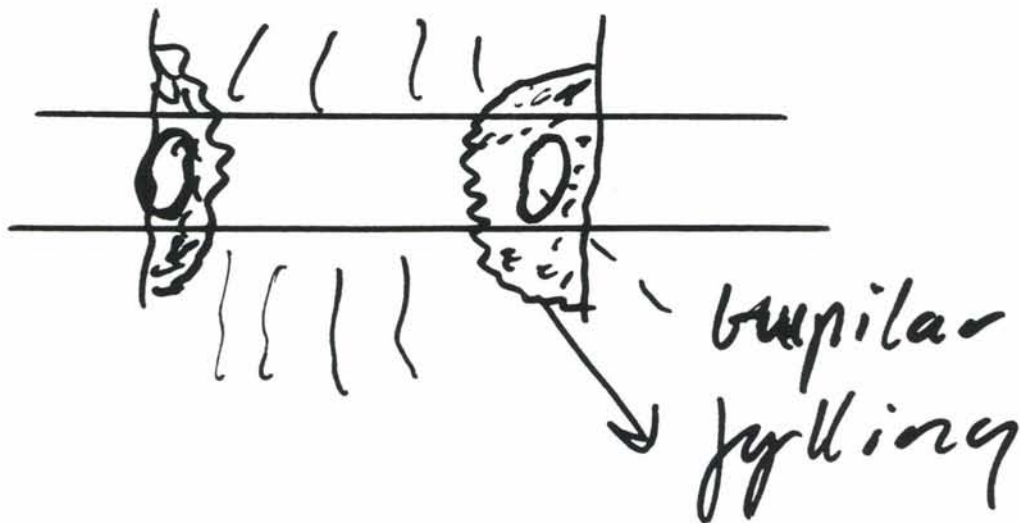


Bou

Heller slik:



enn slik:



Oppsummering

47

1. Unngå utfylling i skandsona
2. Unngå gjenfylling av løp
3. Helst bumer ved kryssing
4. Hvis kulvert: slak gradient, lav strømhastighet
5. Bevar kantvegetasjon
6. Sikre passasje fo-ferdse!
under bunn
7. Heller brukar ute i elva enn utfylling på hver side.

JERNBANE OG VILTKRYSSING - UTFORMING.

av
Viltforvalter Jon Østgård
Miljøvernavdelingen
Akershus Fylkeskommune

JERNBANE OG VILTKRYSSING – UTFORMING.

Foredraget er avgrenset til å drøfte forslag til konkrete løsninger for viltkryssinger. Vilt som tema i konsekvensutredning, vilthensyn som premiss for trasèvalg, miljøvernmyndighetenes medvirkning i planprosess m.v. drøftes ikke i denne sammenhengen.

Det legges imidlertid til grunn en forutsetning om at hensyn til dyrelivet er en premiss i planlegging av nye jernbanetrasèer. Fra viltmyndighetenes side er det ikke akseptabelt at den genetisk kommunikasjonen for en viltart blokkeres ved anlegg av ny jernbane.

Det tas også utgangspunkt i at NSB har et ansvar for å redusere konflikter med vilt og å gjennomføre avbøtende tiltak på eksisterende og nye jernbanetrasèer. Det må sikres at det opprettholdes reelle vandringsmuligheter for bestander som er avhengig av å krysse der trasèen føres fram.

Med vilt menes i denne sammenhengen viltelevende pattedyr. Med hjortevilt menes i denne sammenhengen elg, hjort og rådyr.

OM VILTETS BEHOV FOR LEVEOMRÅDER GJENNOM ÅRET, VANDRINGER.

Arealbehov og næringsbehov. Alle viltarter har et arealbehov – et område som individene og bestandene lever innenfor i løpet av et år. Dette er livsviktig for individene/artene, og de vil meget sannsynlig bukke under dersom de blir avskåret av nye, fysiske barrierer.

En av årsakene til arealbehovet er behovet for næring – at de må søke over et visst område for å være sikret en næringstilgang.

Trekkende og stasjonære hjorteviltstammer. En stasjonær hjorteviltstamme har tilnærmet det samme oppholdsområdet både sommer og vinter. Dersom en vesentlig del av individene i en stamme forflytter seg mer enn 20 km mellom vinter- og sommeroppholdsområde, begynner det kalles et sesongtrekk. I enkelte områder, og for enkelte individer, er det registrert sesongvandring på 100–200 km og lenger.

Alle individer i en stamme har ikke den samme vandringslengden, og ikke alltid den samme retningen. Vandringsmønsteret i en hjorteviltstamme er et optimalisert produkt av kvaliteten på den næringen som de får tak i ved å vandre, og det energitillegget de har under forflytningen. Snøforhold er ofte en helt avgjørende faktor for vandring/ikke vandring, og vandringsmønsteret.

Tradisjonelle trekkmonster og vandringsruter. Trekkmonsteret er som sagt et optimalisert produkt av ei utvikling. Dette har skjedd over en lang tidsperiode på flere hundre og kanskje flere tusen år. At det finnes gamle fangstgravsystemer der vi idag lokaliserer hjorteviltets trekkruer, synliggjør hvor tradisjonsbundne disse vandringsrutene er. Trekkene er i noen tilfeller og på noen strekninger helt konsentrerte, men stort sett går slike trekk gjennom et landskap over en relativt brei strekning.

PÅKJØRSLER.

Det eksisterer bare pålitelig statistikk for påkjørsler langs jernbanen av *hjortevilt*, og da i første rekke elg og hjort. Økonomiske beregninger er bare utført for elgpåkjørslene.

Omfanget av elgpåkjørsler. Antall påkjørsler har vært økende gjennom 1980-tallet. Det blir idag kjørt ihjel mellom 500 og 600 dyr årlig. En økende elgbestand gir økt antall påkjørsler, men ikke nødvendigvis proporsjonal økning. Regionalt kan f.eks. harde snøvintre gi ekstremtall for ihjelkjørte dyr.

Tap av ressurser. Påkjørte dyr representerer årlig et ressurstap for samfunnet i form av kjøtt på over 80 tonn, med en grovt anslått førstehånds omsetningsverdi på 6 mill kr. I tillegg kommer sekundærinntekter (tapte utleieinntekter og annen omsetning) og ikke- målbare verdier som rekreasjonsverdi m.m..

Tap for NSB. Direkte utgifter er beregnet til ca 15.000 kr pr påkjørsel, eller årlig ca 8 mill kr. I tillegg kommer ikke kostnadsberegnete forhold som psykisk belastning på togpersonell, forsinkelse for passasjerer, negativ opinion m.m.

Samfunnsmessige kostnader Det pengemessig verdsatte årlige tapet av elgpåkjørsler kan grovt anslås til drøyt 11 mill. 1990-kr.

Ansvar for å forebygge påkjørsler.

Samferdelsmyndighetene har ansvar for å avbøte konflikter som togtrafikk påfører naturmiljøet.

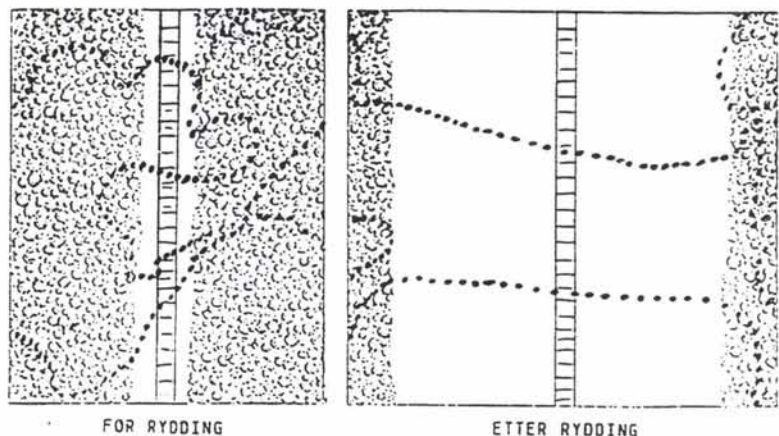
Grunneiere og andre jaktrettshavere har interesser i å sikre sin jaktrett / produktkvalitet, og bør kunne medvirke til gjennomføring av tiltak som gjøres utenfor NSBs grunn.

Viltforvaltningsmyndighetene har ansvar for at det generelle kunnskapsgrunlaget om viltforekomster er tilfredsstillende og best mulig oppdatert..

TILTAK NÅR VILTET KRYSSER JERNBANEN I PLAN.

Rydding av skog. I områder hvor dyr oppholder seg på vinterbeite er det viktig å redusere elgens oppholdstid på skinnegangen og i umiddelbar nærhet. Å fjerne vegetasjon som utgjør næring for hjorteviltet, såkalte beiteplanter, er en nøkkelfaktor. Det kan også være et formål å åpne siktsonene for togfører, dersom tiltaket kombineres med saktekjøring i kritiske perioder. Gjennomførte tiltak i Nord-Trøndelag viser en reduksjon i antall påkjørsler på 56% (+/-16%).

Rydding av skog er et aktuelt forebyggende tiltak i områder hvor dyr konsentreres, spesielt i vinterhalvåret (i såkalte vinterbeiteområder). Dette er også aktuelt på strekninger hvor dyr passerer på vandring vår og høst, såkalte trekkområder eller trekkruiter. Tiltaket bidrar til å redusere oppholdstid ved og antall krysninger av banetrase under dyras beitevandring. Oppholdstida på/ved skinnegangen reduseres, fordi dyra motiveres til å krysse raskest mulig over et område fritt for beiteplanter.



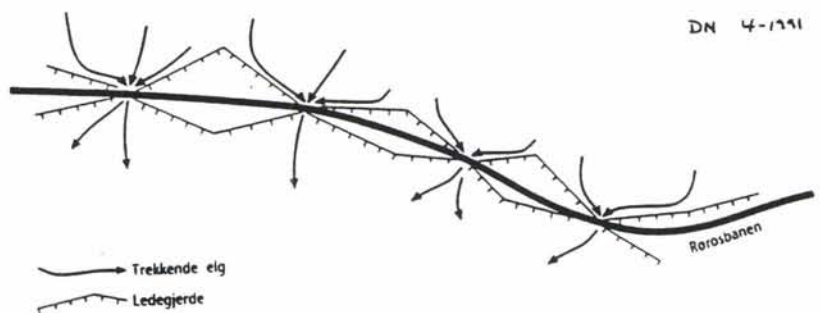
Sporbilde før og etter skogrydding. Etter Wiseth & Pedersen (1989).

Tiltaket består i å fjerne all busk- og trevegetasjon i en bredde av 20–30 meter fra jernbanen på begge sider. Vegetasjon som ryddes manuelt vil vokse opp igjen og kanskje skape en forverret situasjon dersom det ikke foretas oppfølgende ryddearbeid (kjemisk eller mekanisk gjenvekstpleie). (FM i N.T. rapport 5–1989).

Det er utført en nytte-/ kostberegning av skogrydding langs jernbanen. (Rapport fra DN 1991–4). Denne konkluderer med svært god samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved rydding av kollisjonsutsatte jernbanestrekninger. Tilsvarende beregning er ikke utført for andre forebyggende tiltak.

Ledegjerder (og sporkjøring) Noen kontrollerte overganger er bedre enn faren for kryssende hjortevilt over en lengre strekning. Dyra kan manipuleres noe ut av kurs i forhold til tradisjonsbunde vandringsruter, men ikke mye.

Flyttbare ledegjerder settes i traktform inn mot en sluseåpning mot jernbanen. Krysningpunktet må da være i trekkområdet sentrum. Det kan legges et system av ledegjerder med flere sluseåpninger. Dermed kan en lengre strekning dekkes, f.eks. en del av et dalføre. Samarbeid med grunneiere er en forutsetning. Montering og demontering utenom trekkperioder og vedlikehold er kritiske faktorer.

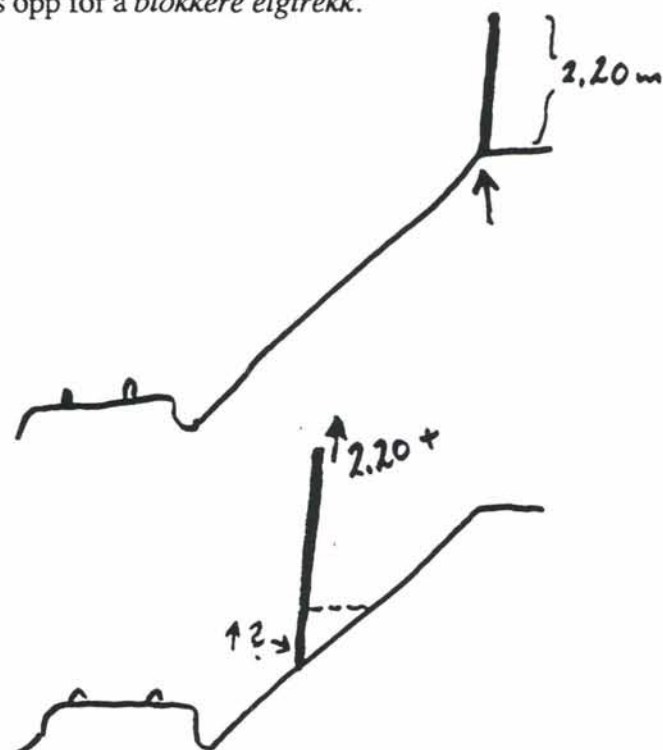


Brøyting av skogsbilveier og oppkjøring av snøscooterløyper kan bidra til å lede dyr fram til "trygge" beiteområder og dermed redusere påkjørselsfaren. Tiltaket er mest aktuelt i snøtunge områder, og det kan også kombineres med ledegjerder.

Sperregjerder. Det kan være nødvendig å *blokkere* for beitevandring på visse strekninger. Det aksepteres ikke at sperregjerder settes opp for å *blokkere* elgtrekk.

Permanente gjerder kan settes opp langs jernbanen (på NSBs egen grunn). Nødvendig *effektiv* høyde minimum 2.20 meter. I skjæringer må det kompenseres for innhoppshøyde, og gjerdehøyden må beregnes etter snøens dybde. Beiteplanter innenfor gjerdet må fjernes permanent, noe som er spesielt viktig i nærheten av sluseåpninger. Utafor gjerdet bør det være 1–2 meter vegetasjonsfri sone.

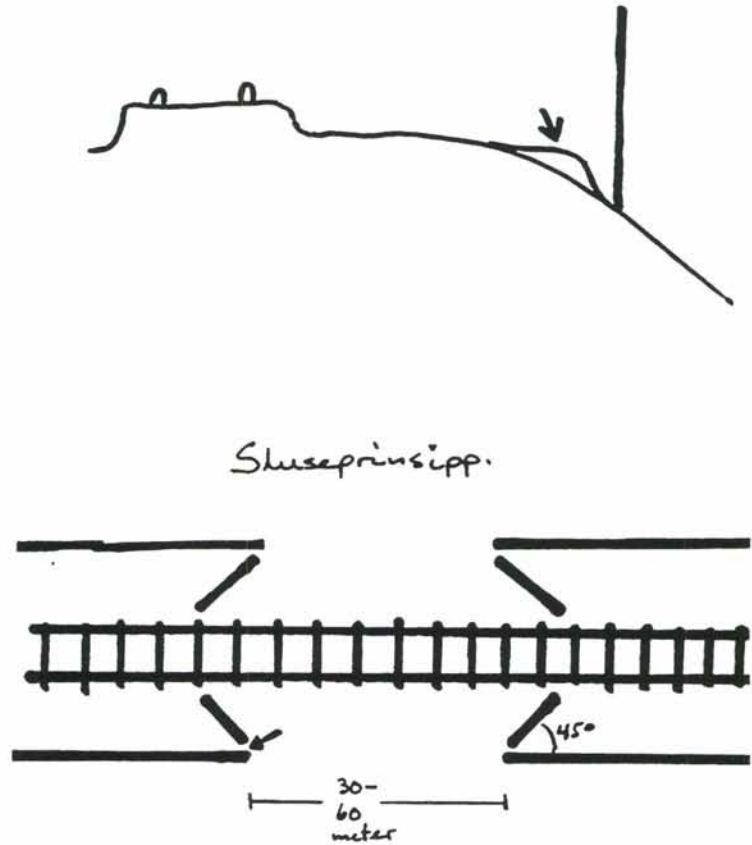
Hjorteviltet har stor evne til å forsere bratte skjæringer. Det advares derfor å gjøre opphold i sammenhengende gjerde på slike strekninger.



Knekkpunkter på gjerdet bør unngås. Hvis gjerdet skal være effektivt mot alle viltarter, må det tettes til mot bakken.

Det må tilrettelegges for *uthoppsmuligheter* (uthoppskuler) for dyr som kommer innafor gjerdet.

Sluser. For kryssing i plan, og normalt i forbindelse med sperregjerder, er utformingen av slusene særlig viktig. De må plasseres så sentralt i tradisjonell trekkerte som mulig, de må ha bredde og utforming slik at dyra vil passere med minimalisert risiko for å havne på gal side av gjerdet på motsatt side. De må dessuten ha en 1-2 meter åpning i knekkpunktet for at dyr skal kunne slippe ut igjen dersom de kommer inn mellom gjerdene. Slusearmene må trekkes så nært mot skinnegangen som mulig, og forsterkes mot snøtrykk.



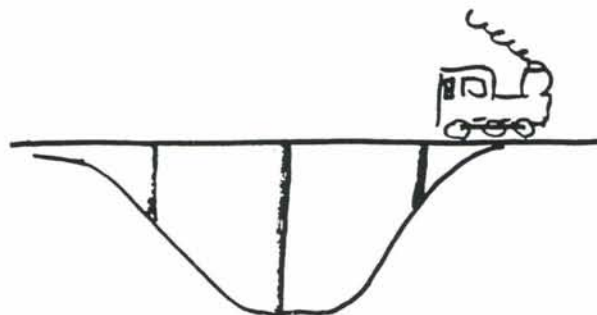
Fartsreduksjon, permanent eller midlertidig. Tog har meget lang bremsestrekning. På visse strekninger, og til kritiske tider på året, anbefales det at det legges inn saktekjøring. I kombinasjon med vegetasjonsrydding / sluser kan saktekjøring redusere antall påkjørsler. Et samarbeid med lokale viltmyndigheter om når tiltaket bør igangsettes og avsluttes kan avgrense varigheten.

PLANFRIE KRYSSNINGER.

Planfri krysning er det eneste som reduserer kollisjonsfaren til et minimum. Hjorteviltet må få gå på naturlig underlag og i naturlige omgivelser. Godt tilrettede krysninger for hjortevilt kan også ivareta hensyn til annet dyreliv. Forsiktig tilrettelegging av turvei eller driftsveier i landbruket behøver ikke virke negativt inn på hjorteviltets bruk av slike krysningmuligheter.

Viltkryssing under jernbanen.

Jernbanebru og viadukter over dalsøkk, raviner m.v. må søkes utnyttet til viltkrysninger. Her har dyra sitt naturlige terreng, og tilrettelegging her har gode muligheter for å bli vellykket. Bruas lengde bør maksimeres, noe som betyr bruk av pillarer framfor store brukar.



Lysåpningens størrelse er viktig; anbefalt minstehøyde 8m, minste-bredde 30-50m. Tunneleffekten, dvs. lengden i forhold til lysåpningen er avgjørende. Uten-landske anbefalinger kan ikke overføres til elg.

Naturlig markvegetasjon bør sikres så langt lystilgangen under brua gir mulighet. Aktiv innplanting av attraktive beiteplanter vil kunne øke bruken av undergangen. Det vil normalt være behov for sperregjerder langs jernbanen og fram mot slike passasjer.

Ordinære **landbruksunderganger** er ikke egnet for viltkrysninger (med unntak av grevling, rev++?)

Den omtalte tunneleffekten vil virke for sterkt avskrekkende på dyr som ønsker å passere.

Dersom andre hensyn også taler for det, kan det imidlertid anbefales å doble bredden av landbruksunderganger (eller mer). Optimalt plassert vil en slik undergang bli brukt av hjorteviltet og andre viltarter i varierende omfang..

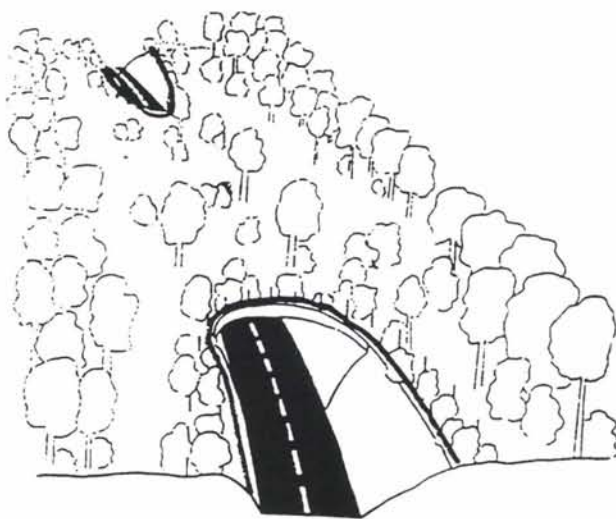
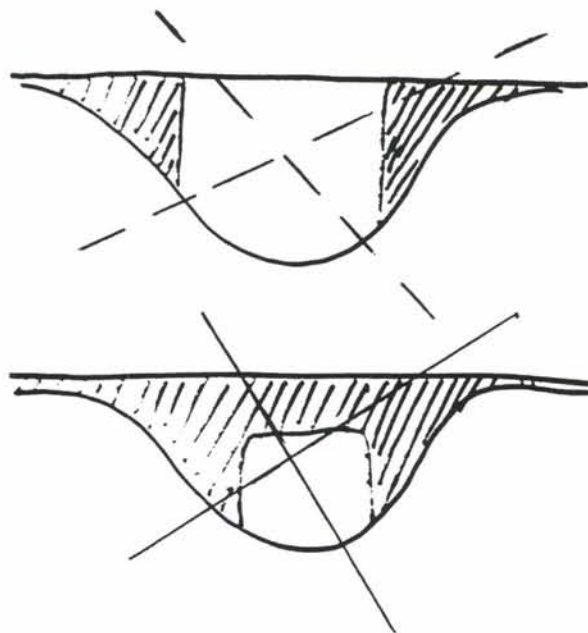
Overganger.

Å benytte **naturlige tunneltak** som krysningspunkt er en god løsning som bør vurderes nøye ved planlegging av nye jernbanetrasèer.

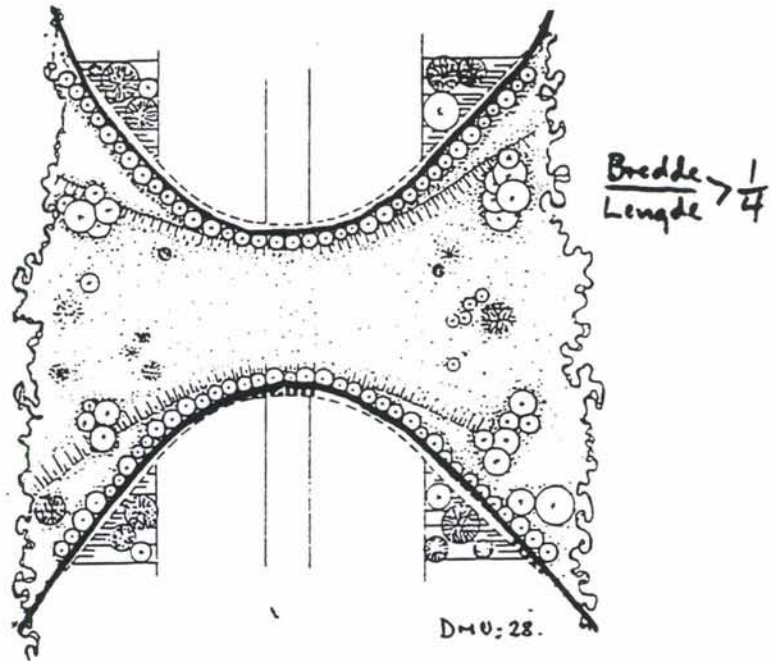
Sammenfallende/motstridende interesser må vurderes (turløyper, landbruksveier o.l.). Sperregjerder må benyttes langs skjæringene.

Bruer som tilrettelegges for viltkrysning må ha tilstrekkelig bredde (5-8 meter), ikke være buet, ha kortest mulig lengde (under 30 meter) og ligge i plan med eller litt lavere enn terrenget på begge sider. Dyret må kunne gjenkjenne sitt eget terreng på motsatt side. Et lag med grus, sand, jord og helst grasvegetasjon anbefales. Sperregjerde på begge sider inn mot brua vil normalt være påkrevet.

Bru beregnet til landbruksformål eller boligatkomst er ikke egnet. Bueformen gir "himmeleffekt" på motsatt side, og bredden er for smal.



Å legge jernbanen i **kunstig kulvert** er den mest naturtro, og dermed den antatt beste av konstruerte løsninger. Naturlig vegetasjon på kulverttaket er nødvendig, gjerne med attraktive beiteplanter. Kulverttaket bør om mulig ligge i plan med terrenget på sidene, men dette er ikke like kritisk som for ordinær bru. Det må gjerdes mot jernbanen. Kulverttak kan også benyttes som driftsvei i landbruket og til friluftsmål, og ha landskapsestetisk positiv effekt. (Kanskje det også kan hjelpe på en problematisk massebalanse for anlegget ?)



DATATILFANG.

Viltmyndighetene samler informasjon om leveområder (sommer- og vinter) og trekkruiter for vilt generelt og hjortevilt spesielt. Dette vil normalt bli presentert på såkalte viltområdekart. I tillegg samles det løpende inn informasjon om hvor påkjørsler skjer langs jernbane og veier (både av NSB (?) og viltmyndigheter). Dette bearbeides og rapporteres fra fylkesmannens miljøvernavdeling.

AKTUELL LITTERATUR.

- Salvig, J.C. 1991. Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg. Danmarks Miljøundersøkelser, Miljøministeriet. Rapport nr 28-1991.
- Ulleberg M. og V. Jaren. 1991. Tiltak mot elgpåkjørsler på jernbanen. Direktoratet for naturforvaltning. Rapport 4- 1991. 37 pp
- Wiseth, B. og P.H. Pedersen. 1989. Skogrydding reduserer elgpåkjørslene. Fylkesmannen i Nord-Trøndelag. Miljøvernavdelingen. Rapport nr 4-1989. 60 pp.

OM NATURFORVALTNINGEN

Av
Morten Kielland
Direktoratet for Naturforvaltning

TRANSP. FRA
INNLEGG VED
PLANSEMINAR · NSB ·

MORTEN KJELLAND

PRESENTASJON: (AV DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING

TRONDHEIM
→ 85
NATURVERN-
LOVEN,
VILT LOVEN osv.

FRÅ:
DIREKTORATET
FOR
VILT OG
FERSKVANN-
FISK

TIL:
DN (1985)

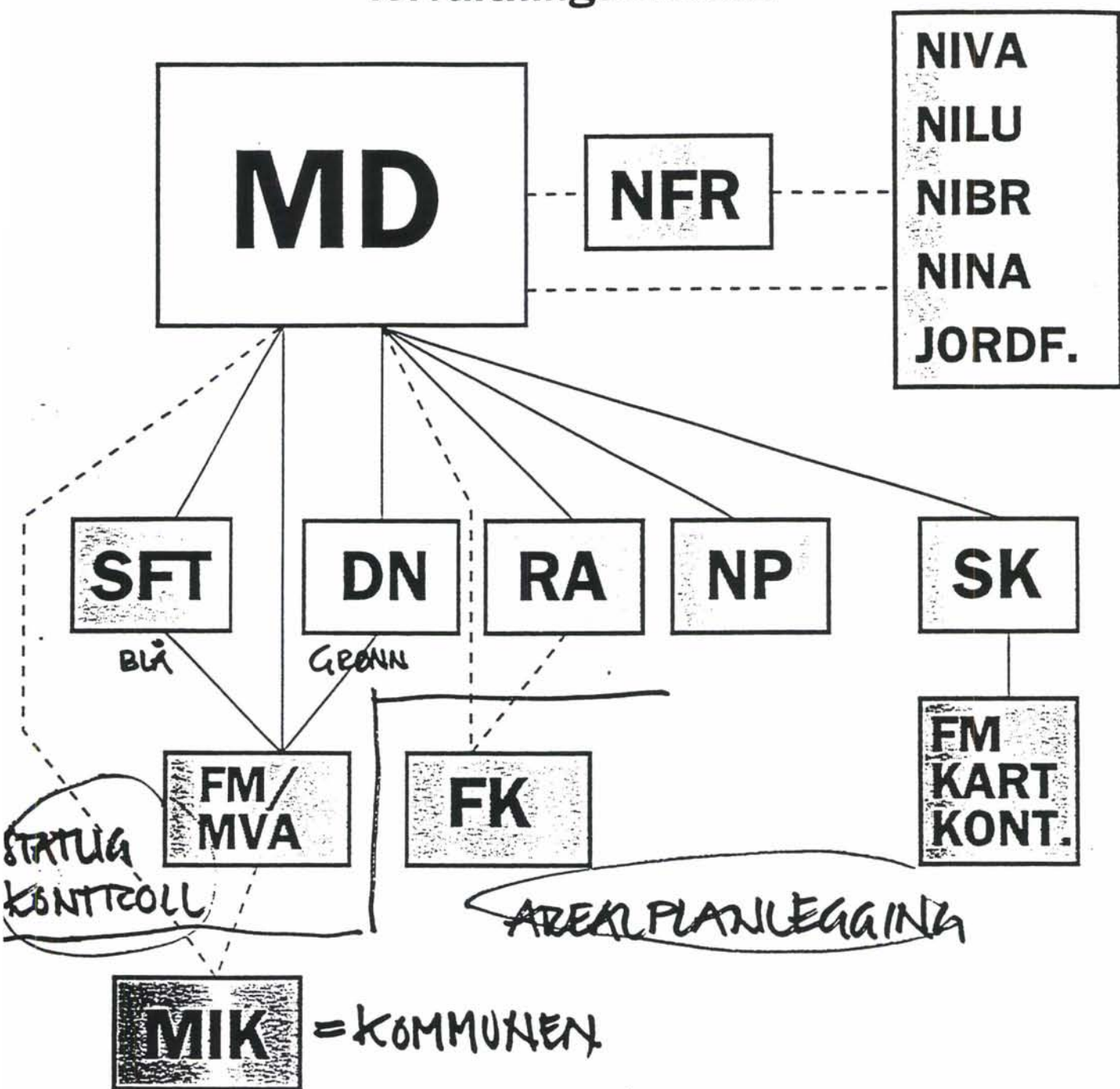
VIKTIGSTE MILJOVERN
LOV I DAG:
→ PLAN- OG
BYGNINGS
LOVEN

- "FØRE VIL" - LOV

DISPOSISJON:

- ORGANISASJON
- TVERRFAGLIG
KOMMUNIKASJON
- NSB · PLANER

Illustrasjon over Miljøverndepartementets forvaltningsområde



MD: Miljøverndepartementet
 SFT: Statens Forurensningstilsyn
 DN: Direktoratet for Naturforvaltning
 RA: Riksantikvaren
 NP: Norsk Polarinstitutt
 SK: Statens Kartverk
 FM/MVA: Fylkesmannens Miljøvernavdelinger
 FK: Fylkeskommunen
 Kart.Kont: Kartkontorene i fylkene
 MIK: MiljøvernKommunene

NFR: Norges forskningsråd
 NIVA: Norsk institutt for vannforskning
 NILU: Norsk institutt for luftforskning
 NIBR: Norsk institutt for by- og regionforskning
 NINA: Norsk institutt for naturforskning
 JORDF: Senter for jordfaglig miljøforskning

STIFTELSE: HAVSTATULIG

DRIVER NATURFAGLIG FORSKNING OG

UTREDNING PÅ OPPDRAG

NATURMILJØ
(LANDSKAP)
FRILUFTSLIV

NATURFORVALTNINGEN

Hvem forvalter natur og deres roller i forhold til KU-best.

- * DN; Direktoratet for naturforvaltning
- * MVA; Fylkesmannens miljøvernnavdeling
- * Kommunens miljøvernetat

- ~ Frivillige miljøvernorganisasjoner

KUNNSKAPSKULLER

- NASJONALE VERDIER
- REGIONALE
- LOKALE

◦ "SINK & SOURCE"

— KOMMUNIKASJON —

Direktoratet for naturforvaltning

Overordnet, helhetlig
miljøansvar

Naturmiljø
Landskap
Friluftsliv

OPPGAVER FOR DN:

- FORMIDLE NASJONALE MILJØMÅL TIL d.a.:
- FM - MVA (egen etat)
- sektormyndigheter
 - (f.eks. NSB)

SUPPLERE S. NYHUS

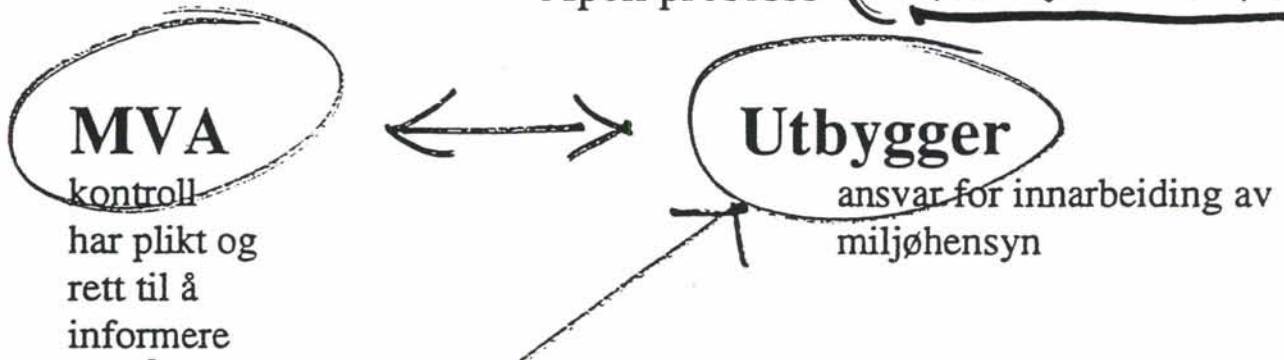
- NATURMILJØ VIKTIG
- ↓
- GRUNNLAG FOR
- FRILUFTSLIV
 - LANDSKAP

Inngrep bør begrenses

- | | | |
|--------------|----------|---|
| 1. PRIORITET | begrense | - OMFANG OG VIRKNINGEN AV NATUZZINNGREP |
| 2. " | samle | |
| 3. " | tilpasse | - VED HJELP AV <u>PASSERING</u> OG <u>UTFORMING</u> |

Samarbeid tverrfaglig kommunikasjon

Åpen prosess (INTEGRERT PLANL.)



◦ SATSNING PÅ PBL
INNEBERER AT MILJØ-
FORVALTNINGEN I STØRRE
GRAD MÅ DELTA I PROSESS
OMKRING PLANLEGGINGA

UTVIKLING KONTROLL

⇕
MEDVIRKE

FORHANDLING PLANL.

BETINGELSER TIDLIG KONTRAKT

NB! BEGRENSA KUNNSKAP!

- EDNA - VERNEOMRÅDER
- FRIDA - FRILUFTSLIVOMR.
- VILTREG - VILTOMRÅDER
- VILTOBS - VILTATETER, SJELDNE

* NB! DATAREG ER IKKE KOMPLETT

➔ DRØFT PROBLEMS. MED MVA

GENERELL ERFARING FOR SAMFERDSEL

Mangelfulle tema

- naturmiljø
- landskap
- friluftsliv

opplevelsesverdier; urørthet, landskap, støy
tilgjengelighet; barrierer, tettstedsnærhet

Alternativer (lokalisering)

- Alle alternativ til samme nivå.
- Sammenligningsmulighet
(alternativenes konfliktpotensiale).
- Dokumentasjon for valg av hovedalt.
sortering av alternativ skal baseres på breiest mulig
grunnlag (ikke bare økonomi, teknikk osv.)

Tidspunkt

Meldingene kommer for seint i forhold til valg av lokalisering.

Offentlighet -

GENERELT PROBLEM MED
SAMFERDSEL

- ØSE HELHET (STØRRE STRUKTUR!)
- LANDSKAP
 - BARRIEREEFFEKT
 - FRILUFTSLIV
 - NATURMILJØ

NSB'S GREP MED TO TRINN
SVERT GUNSTIG FOR Å FÅ
EGEN ET GRUNNLAG DER
MILJØ ER PÅ LIK LINJE MED

— DOKUMENTENE " (DVS. GRUNNLAGET) HAR DEN
 " DETTE INNHOLDSFORTEGNELSEN

• VIKTIG FORUTSETNING: PROSESSEN

HOVEDSPØRSMÅL:

- * Blir miljø satt inn som premiss på linje med teknikk og økonomi?
- * Er det de viktige miljøforholdene som blir vektlagt?
- * Tas det hensyn til miljø i beslutningene?
- * Blir det bedre miljø av dette?

ØKONOMI OG TEKNIKK.
 = SVÆRT GODT DOKUMENT
PROSESSEN ER OGSÅ GOD



GJENNOMFØRINGEN
 VALGENE

? - LISTE

ORIENTERING OM MANDAT OG RESULTATER
VEDRØRENDE FOU-PROSJEKT "GRENSEVERDIER
FOR VIBRASJONER FRA VEG OG JERNBANE".

av

Lars Mørk
Bane Ingeniørtjenesteen

Norges FoU-Senter for Bygg, Anlegg og Geoteknikk ANS

Gateadresse: Forskningsveien 3b
 Postadresse: Postboks 123 Blindern,
 0314 Oslo
 Telefon: (02) 96 55 00
 Telefax: (02) 69 94 38

| | |
|--|----------------|
| Prosjekt nr.: | Rapport nr.: 4 |
| Sted/dato: Oslo 92-12-15 | |
| Oppdragsgiver: | |
| Kontaktperson: Arild Brekke, Christian Madshus | |
| Kontrakt: | |

R A P P O R T

Grenseverdier for vibrasjoner fra veg og jernbane

Sluttrapport

Kort sammendrag:

Det anbefales følgende grenseverdier for planlegging etter plan - og bygningsloven :

Anbefalt grense : Maks veiet akselerasjon = 11 - 20 mm/s²
 Maks veiet hastighet = 0.3 - 0.6 mm/s

Øvre grense : Maks veiet akselerasjon = 35 - 50 mm/s²
 Maks veiet hastighet = 1.0 - 1.4 mm/s

For å kunne sette grensene med større nøyaktighet er det nødvendig å utvide databasen, og å etablere et verktøy for beregninger av kostnader ved ulike nivåer av grenser. Det foreslås derfor en videreføring av prosjektet.

Prosjektleder:

Rapport utarbeidet av: Arild Brekke, Christian Madshus

Kvalitetssikring av:

INNHOOLD

| | <u>Side</u> |
|---|-------------|
| 1. INNLEDNING | 2 |
| 2. SAMMENDRAG RAPPORT 1 : Metoder for sammenholding av vibrasjonsdata innsamlet med forskjellig utstyr og bearbeidet på forskjellig måte. | 3 |
| 3 SAMMENDRAG RAPPORT 2 : Forskrifter, praksis og utviklingsaktivitet i Norden . Oppsummering etter Nordisk seminar 24 juni 1992 | 4 |
| 4. SAMMENDRAG RAPPORT 3 : Nordisk database - Struktur og anvendelser | 5 |
| 5. OPPSTILLING AV FORSLAG TIL GRENSEVERDIER | 6 |
| 5.1 Gyldighetsområde for grenseverdiene | 6 |
| 5.2 Prinsipper for angivelse av grenseverdiene | 7 |
| 5.3 Grenser for ulike nivåer av følbarehet av vibrasjoner | 8 |
| 5.4 Forslag til grenseverdier | 10 |
| 6 VIDEREFØRING AV PROSJEKTET | 11 |
| 6.1 Begrunnelse for videreføring | 11 |
| 6.2 Arbeider som må gjennomføres i 1993 | 11 |
| 7 REFERENSER | 13 |

1. INNLEDNING

De norske fagmiljøene som har arbeidet med problemstillingen om vibrasjoner fra veg og jernbane har i mange år vært klar over at grensene som er angitt i NS 4928 er urealistisk strenge for bygninger som ligger på bløte leirer inntil veger og jernbane, ref 1. Det ble derfor i 1991 tatt initiativ til et prosjekt som har som mål å komme fram til mer realistiske grenser

Prosjektet "Grenseverdier for vibrasjoner fra veg og jernbane" ble startet opp september 1991 som et samarbeidsprosjekt mellom Norges byggforskningsinstitutt, Byggforsk, og Norges Geoteknisk Institutt, NGI. I løpet av 1992 har Byggforsk og NGI dannet samarbeidsselskapet Norges FoU-Senter for Bygg, Anlegg og Geoteknikk ANS, og det er dette samarbeidsselskapet som nå står for prosjektet.

Prosjektet er finansiert av Norges Statsbaner, Vegdirektoratet og Oslo Sporveier, og styringsgruppen for prosjektet har hatt følgende sammensetning :

Tor Erik Frydenlund, Vegdirektoratet
Arne Grøndahl, Oslo Sporveier
Fred Halvorsen , NSB (første halvdel av prosjektet)
Lars Mørch, NSB (andre halvdel av prosjektet)
Erling Rimstad, Miljøetaten i Oslo kommune

I tillegg til sluttrapporten inngår følgende rapporter i prosjektet :

- Rapport 1 : Metoder for sammenstilling av vibrasjonsdata innsamlet med forskjellig utstyr og bearbeidet på forskjellig måte.
- Rapport 2 : Forskrifter, praksis og utviklingsaktivitet i Norden.
Oppsummering etter Nordisk Seminar 24 juni 1992
- Rapport 3 : Nordisk database - Struktur og anvendelser

Sluttrapporten gir en kort oppsummering av disse tre delrapportene, og det stilles opp forslag til anbefalte grenseverdier. Det er kun angitt innen hvilket område grensene bør ligge ut fra den kunnskapen vi har idag. Det gjenstår en del utredninger som bør gjøres før det kan konkluderes med endelig forslag til grenseverdier. Et opplegg for videreføring av prosjektet er foreslått i kapittel 6.

2. SAMMENDRAG AV RAPPORT 1 :

Metoder for sammenholding av vibrasjonsdata innsamlet med forskjellig utstyr og bearbeidet på forskjellig måte.

Bakgrunn for rapporten er at det gjennom årene er blitt samlet inn en betydelig mengde data gjennom målinger av vibrasjoner fra veg, jernbane, og også noe fra sporvogn. Dataene er imidlertid samlet inn med svært forskjellige instrumenter, og de målte verdiene er bearbeidet og kvantifisert på forskjellige måter. Hensikten med rapporten er å klarlegge sammenhengen mellom de forskjellige måle-, bearbeidings- og kvantifiseringsmetodene.

Gjennom det internasjonale standardiseringsarbeidet synes det etterhvert å bli fastlagt en enhetlig måte å måle og kvantifisere vibrasjoner på, for å bedømme den komfortvirkningen de har på mennesker, ref 2. Metoden er basert på at vibrasjonssignalet veies med en frekvensavhengig veiekurve som tilsvarende menneskets følsomhet for vibrasjoner. Det registreres rms-verdien av veiet akselerasjon, og maksimalverdier skal måles med tidskonstant 1 sekund, som i akustikkmiljøet kalles "slow". Denne metoden er benyttet i en standard fra Nordtest som beskriver målinger av vibrasjoner i bygninger, ref 3.

Hovedtyngden av vibrasjonsdataene som foreligger i Norge er målt med geofoner, og for det meste er det registrert toppverdi av hastighet og fremtredende frekvens. Et hovedpoeng med rapporten har derfor vært å finne omregningsformler fra toppverdi av hastighet til maks "slow" veiet akselerasjon. Hvis vibrasjonssignalet er en ren sinussvingning er det vist i rapporten at forholdet er $a_{w, rms} / v_{toppverdi} = 25$. Som regel er imidlertid ikke signalene rene sinuser, og det er nødvendig å vite hva forholdet er for ulike typer karakteristiske vibrasjonssignaler.

Det er laget et dataprogram som beregner begge de aktuelle verdiene fra vibrasjonstidsserier, registrert med båndopptaker eller direkte digitalisert. I tillegg er det gjort samtidige målinger i felten med ulik instrumentering. Den viktigste hovedkonklusjonen i rapporten kan sammenstilles ut fra diagrammet i vedlegg 1. Man ser at forholdet $a_{w, rms} / v_{toppverdi}$ avtar ved økende frekvens og at en typisk verdi ligger i området 10 - 15. Ved lave frekvenser har vibrasjonene mer karakter av sinussvingning, og man ser av diagrammet at noen av målingene gir forhold opp mot 20, men altså fremdeles lavere enn den teoretiske verdien på 25.

Det er i rapporten vist at måling med geofon og akselerometer gir identiske resultater, forutsatt at måling og bearbeiding av data foretas på en konsistent måte. Det er videre vist at måling og angivelse av frekvensveiet akselerasjon eller hastighet er ekvivalente. Forholdet mellom frekvensveiet akselerasjon i mm/s^2 og frekvensveiet hastighet i mm/s er 35.1.

Diagrammet i vedlegg 1 har forholdsvis stor spredning, særlig ved lave karakteristiske frekvenser. Ved etablering av en database for vibrasjoner fra veg og jernbane vil man få lagt inn flere punkter i diagrammet, og man vil få en mer entydig kurve som kan benyttes til omregninger.

3. SAMMENDRAG AV RAPPORT 2 : Forskrifter, praksis og utviklingsaktivitet i Norden. Oppsummering etter Nordisk seminar 24 juni 1992

Det er stor forskjell mellom de nordiske land når det gjelder grenseverdier for vibrasjoner fra veg og jernbane. Danmark har siden 1983 hatt retningslinjer fra Miljøstyrelsen, som angir grenser for boliger i rene boligområder til "maks slow" veiet akselerasjon på 5.6 mm/s^2 , ref 4. Målemetoden er den samme som Nordtestmetoden. Grensen ligger ned mot følbarhetsgrensen, men man har allikevel få problemer med overholdelse av grensene.

I Sverige er en ny standard om vibrasjoner i bygninger ute på høring, ref 5. Denne er basert på samme målemetode som i de danske retningslinjene, og grenseverdiene er direkte sammenlignbare. Den svenske grensen for "måttlig störning" er "maks slow" veiet akselerasjon 14.4 mm/s^2 . Dette er betydelig høyere enn grensen for boliger i Danmark. Allikevel hevder Banverket (tilsvarer banedivisjonen i NSB) at innføring av de nye grensene vil innebære meget omfattende kostnader. Årsaken til forskjellen mellom forholdene i Sverige og Danmark er at Sverige har stor utbredelse av bløte leirer, mens det i Danmark er fastere masser.

Finland og Norge har ikke innført egne retningslinjer, men baserer seg på ISO 2631, der det ikke er definert målemetode, ref 1, ref 6. ISO 8041 fra 1990 spesifiserer imidlertid målemetode basert på frekvensveiling og registrering av "maks slow", som tilsvarende metoden som benyttes i de danske retningslinjene og den nye svenske standarden. Målt etter denne metoden tilsvarende grensene i ISO 2631 ca 5 mm/s^2 for boliger, dvs på linje med de danske retningslinjene. Målinger i Norge viser at så lave grenser er urealistisk strenge i forhold til det man måler i boliger på leire inntil veg og jernbane. Det måles meget store overskridelser.

I Sverige sitter man inne med meget store datamengder for vibrasjoner målt i boliger som ligger inntil veg eller jernbane. Det finnes også mye data for veg i Norge, hovedsakelig målt med geofoner som registrerer toppverdi av hastighet. En svensk undersøkelse viste at man kan regne seg direkte over fra hastighet til frekvensveiet akselerasjon ved å anta forholdet toppverdi / rms-verdi = $\sqrt{2}$, som er en antakelse om ren sinussvingning, ref 7. Dette er ikke i overensstemmelse med konklusjonene i vårt prosjekt, jfr kapittel 2, men det skyldes trolig at det i den svenske

undersøkelsen kun er målt på meget lavfrekvente vibrasjoner, som har karakter av sinussvingning.

Det var liten interesse på seminaret for å gjøre forsøk på å komme fram til fellesnordiske retningslinjer for vibrasjoner fra veg og jernbane. Dette hovedsakelig fordi Danmark har helt andre grunnforhold enn de andre nordiske land.

Det var imidlertid betydelig større interesse for etablering av en fellesnordisk database for vibrasjoner fra veg og jernbane. Det ble besluttet at Norge tar et initiativ, og at det tas utgangspunkt i en database som er under utvikling i dette prosjektet, jfr kap. 4.

4. SAMMENDRAG AV RAPPORT 3 : Nordisk database - Struktur og anvendelse

I forskjellige institusjoner i de Nordiske land foreligger det resultater fra et stort antall målinger av vibrasjoner fra veg og jernbane. Nye målinger utføres i økende omfang. Denne datamengden representerer et meget verdifullt erfaringsmateriale som kan nyttiggjøres i fremtidige forvaltnings-, planleggings- og prosjekteringsoppgaver. Data av denne type er av spesielt stor verdi når det skal fastsettes grenseverdier for vibrasjoner. Det er da behov for et betydelig statistisk materiale for å kunne estimere kostnader og konsekvenser både for samfunnet og den enkelte utbygger, avhengig av hvilke verdier grensene legges på.

For å kunne dra nytte av denne informasjonen er det imidlertid avgjørende at den er systematisert og lagret på en hensiktsmessig måte. Rapporten presenterer en databasestruktur for lagring av slike resultater fra vibrasjonsmålinger langs veg og jernbane.

Dataene organiseres i basen i en relasjonsstruktur. Det er lagt stor vekt på at annen nødvendig informasjon i tillegg til de direkte måledataene lagres i basen. Slik informasjon vil gjelde kjøretøytyper, hastigheter, beskaffenhet av veg/bane, avstander, grunnforhold, bygningstyper etc.

Det er anbefalt at basen bygges opp med et PC-basert, kommersielt database verktøy. (Borland's PARADOX er spesifikt anbefalt, men det er mulig å velge andre systemer.) Det er videre anbefalt at basen bygges opp lokalt i de enkelte institusjoner, som da får ansvaret for kvaliteten av egne data. Det er lagt vekt på at basen skal være et attraktivt verktøy i den enkelte institusjon, samtidig som utveksling av data mellom institusjonene er enkelt.

Basen er laget slik at det er enkelt å legge inn resultater både fra tidligere utførte målinger og nye målinger, og den er strukturert for enkelt å kunne samkjøre med andre baser for stedsrelatert informasjon (GIS). Rapporten presenterer et utvalg typiske anvendelser av basen.

Her kan nevnes av spesiell interesse for fastsettelse av grenseverdier :

- Vibrasjonsnivå avhengig av grunnforhold, jevnhet av veg og bane, type tog eller kjøretøy, avstand og hastighet
- Sammenheng mellom vibrasjoner på grunnmur og midt på gulvspenn, avhengig av grunnforhold og bygningstype.

De data som ellers er benyttet i dette prosjektet er lagt inn i en ad.hoc realisasjon av databasen. Disse data blir oppsummerte.

5. OPPSTILLING AV FORSLAG TIL GRENSEVERDIER

5.1 Gyldighetsområde for grenseverdiene

Frem til høsten 1992 har NS 4928 vært gjeldende Norsk Standard, og har derved også dekket vibrasjoner fra veg og jernbane. Denne er basert på en eldre utgave av ISO 2631, og ble i høst trukket tilbake, og erstattet av eksisterende ISO standard, ref 6. Den blir hetende NS-ISO 2631-2. Grensene som anbefales i disse standardene er like, men i den gamle standarden er de gitt som en del av standarden, mens de i den nye kun står i et informativt vedlegg. Ingen av standardene spesifiserer målemetode, og det angis ikke gyldighetsområde. Det er kun generelle standarder om hvordan vibrasjoner virker inn på mennesker.

Hvis det skal innføres grenseverdier for vibrasjoner fra veg, jernbane og forstadsbaner som gjelder for norske forhold, bør slike innføres som retningslinjer for planlegging etter bygningsloven på tilsvarende måte som retningslinjene for vegtrafikkstøy fra Miljøverndepartementet av 1979, ref 8. Retningslinjene for vegtrafikkstøy gjelder for planlegging og behandling etter bygningsloven, dvs ved bygging av nye boliger og ved utbyggingsprosjekter som krever reguleringsbehandling.

Stortinget har vedtatt at forurensningsloven skal gjelde for samferdsel, men ikke i hvilken form den skal gjelde. Forurensningsloven gjelder for eksisterende forhold. Statens forurensningstilsyn innarbeider i første omgang krav til utslipp av støv, NO₂, SO₂ og støy. De tre førstnevnte må innføres på grunn av EØS avtalen, fordi det eksisterer europeiske krav. I EF er det ikke krav til støyforurensning, men SFT innfører krav til støy etter forurensningsloven, og disse blir da gjeldende for eksisterende boliger. Man regner at forskriftene kommer i løpet av 1993. Kravene blir mildere enn i retningslinjene etter plan og bygningsloven, hovedhensikten er å få ryddet opp i de mest ekstreme tilfellene.

Når det gjelder jernbanestøy eksisterer pr idag ikke retningslinjer etter plan- og bygningsloven. Imidlertid er et utkast, som foreløpig ikke er tilgjengelig, oversendt Miljøverndepartementet fra SFT. Støykravene blir i hovedsak som for vegtrafikk. I tillegg er det tatt med et avsnitt om vibrasjoner, ved at det er angitt minsteavstand for boliger på 50 m for jernbane og 25 m for forstadsbane. Kortere avstand kan tillates hvis det kan dokumenteres at det ikke vil bli problemer med vibrasjoner. Det er imidlertid ikke angitt grenser, dette aktualiserer behovet for det nå gjennomførte prosjektet og den foreslåtte videreføringen.

Det eksisterer ikke retningslinjer for luftforurensning for regulering etter plan - og bygningsloven, dette vil sansynligvis ha prioritet foran tilsvarende retningslinjer for vibrasjoner. Det vil være et kapasitetsproblem når retningslinjer for vibrasjoner vil komme. Det er imidlertid sannsynlig at det vil komme om noen få år. Man må derimot regne med at det vil ta lengre tid før det kommer forskrifter etter forurensningsloven.

Det kan oppsummeres at grenseverdiene som stilles opp i dette prosjektet forutsettes å gjelde for regulering og behandling etter bygningsloven, og at de dermed hovedsakelig gjelder for nye hus og nye veger, jernbane og forstadsbane. Formelt gjelder imidlertid plan og bygningsloven for alle saker som krever reguleringsbehandling, og vil da feks gjelde for oppgradering av veger. De juridiske aspekter i denne sammenheng ligger utenfor formålet med dette prosjektet, her må anvendes skjønn i de enkelte saker.

Det er for tiden aktuelt med bygging av høyhastighets jernbanestrekninger, dette gjelder feks Gardermobanen. Utbyggingen krever utretting av traseer og nye spor og må reguleringsbehandles, grenseverdiene som stilles opp i dette prosjektet har derfor anvendelse når det innføres høyhastighets jernbane.

5.2 Prinsipper for angivelse av grenseverdiene

I de aller fleste tilfellene der man har høye vibrasjoner fra veg og jernbane, har man samtidig et høyt støynivå. Det er derfor mest naturlig å starte med å se på retningslinjene for vegtrafikkstøy. (retningslinjene for jernbanestøy går etter samme lest). Her er angitt krav til støynivå foran fasade og til støynivå innendørs. Ved håndhevelsen av retningslinjene ønsker man i utgangspunktet å tilfredsstillе begge grensene, men i mange tilfeller er det umulig eller uforholdsmessig kostbart og skjæmmende å skjerme veger eller hus så omfattende at grensene tilfredsstillés foran fasadene. Man håndhever da kun innendørskravet, ved at fasadene må ha ekstra god lydisolering. I denne sammenheng kan man si at man har to nivåer av grenser, og det er kostnader og praktiske forhold som bestemmer hvilket nivå man skal legge seg på. Grensen til innvendig støynivå er lagt på et nivå som for de fleste er tilfredsstillende, og som i de fleste tilfeller kan oppnås uten urimelige kostnader. Støyen er imidlertid allikevel godt hørbar.

Tilsvarende forhold har man når det gjelder arbeidstilsynets forskrifter om støy på arbeidsplassene, ref 9 Det er her angitt en øvre grense for støynivå som ikke må overskrides. I tillegg er angitt en anbefalt grense som man skal arbeide mot. Det skal i prinsippet dokumenteres uforholdsmessig høye kostnader eller andre forhold i de tilfelle man ikke klarer å tilfredsstille de anbefalte grensene.

På bakgrunn av det ovenstående og ut fra erfaringer med målinger og beregninger, synes det mest naturlig at man legger seg på to nivåer når det gjelder grenser for vibrasjoner fra veg og jernbane, en anbefalt og en øvre grense. Grensene må gjelde der de oppleves av mennesker, på de steder der man måler de høyeste vibrasjonsnivåer. Dette er vanligvis på midtspenn i bjelkelag.

Det bør etableres en anbefalt grense som ligger på et slikt nivå at vibrasjonene er lite merkbare, når de største kjøretøyer eller tyngste tog passerer. For de tilfeller der så lave vibrasjonsnivåer er umulig eller uforholdsmessig kostbart å oppnå bør det stilles opp en øvre grenseverdi som ikke under noen omstendighet må overskrides. Denne bør ligge på et nivå der vibrasjonene ved passering av de største kjøretøy eller de tyngste tog er klart følbare, uten at de kan betraktes som kraftige.

Ved bygging av nye boliger inntil veg, jernbane eller forstadsbane vil det være den anbefalte grensen som er mest aktuell. Klarer man ikke denne grensen, bør det i utgangspunktet ikke gis byggetillatelse, hvis det ikke er spesielle forhold som gjør at det kan avvikes i enkelttilfeller.

Ved bygging av nye veger, jernbane eller forstadsbane, skal man anvende den anbefalte grensen, men tillate verdier opp mot den maksimale grensen i de tilfeller der det er uforholdsmessig kostbart å komme ned på den anbefalte grensen. I de tilfeller der man ikke klarer den maksimale grensen bør ekspropriering vurderes.

5.3 Grenser for ulike nivåer for følbarhet av vibrasjoner.

I ISO 2631-2 er angitt en følbarhetsgrense for vibrasjoner som tilsvarer veiet akselerasjon på 3.5 mm/s^2 . Dette er imidlertid basert på tester under kontrollerte laboratorieforhold. Følbarhetsgrensen i boliger vil normalt ligge høyere, dette gjenspeiles ved at grensene for boliger i ISO 2631 ligger på 5 mm/s^2 . Vibrasjoner lavere enn dette vil ifølge standarden ikke være følbare i boliger.

Det har de senere årene pågått arbeider med revisjon av ISO 2631, og det foreligger et forslag datert 1991, som muligens kan bli vedtatt, ref 10. I dette forslaget står det et lite kapittel om

følbarhet av vibrasjoner, jfr vedlegg 2. 50 % av voksne, friske mennesker kan føle vibrasjoner på veiet akselerasjon 11 mm/s^2 , men det kan variere mellom 7 og 14 mm/s^2 .

I Tyskland pågår en revisjon av DIN 4150 del 2 om vibrasjoner i bygninger, og det foreligger et forslag datert 1990, ref 11. En tabell fra forslaget vedrørende følbarhet av vibrasjoner er vist i vedlegg 2. Her er følbarhetsbegrepet utvidet i forhold til tidligere. Følbarhetsgrensen er som tidligere $KB = 0.1$, og er i overensstemmelse med eksisterende ISO 2631. Den tilsvarer 3.5 mm/s^2 . Det er også angitt at vibrasjoner i området $KB = 0.1$ til 0.4 er knapt følbare, dvs veiet akselerasjon i området 3.5 til 14 mm/s^2 . Tilsvarende angir standarden at vibrasjoner i området 14 til 56 mm/s^2 er "gut spürbar", dvs tydelig følbare, og høyere nivåer er "stark spürbar", dvs sterkt følbare.

Tilsvarende betraktninger om følbarhet av vibrasjoner er angitt av Griffin i hans bok fra 1990, ref 12, som vist i vedlegg 2. Griffin regnes av mange for å være verdens fremste ekspert innen dette området. Man ser at her er angitt veiet akselerasjon på 8 mm/s^2 som følbarhetsgrense, og at verdier i området 10 til 20 mm/s^2 er knapt følbare. Verdier i området 20 til 40 mm/s^2 er klart følbart, nivåer i området $40 - 80 \text{ mm/s}^2$ er veldig tydelige vibrasjoner, mens verdier over 80 mm/s^2 oppfattes som sterke vibrasjoner.

I det nye svenske standardforslaget, ref 5, er 14.4 mm/s^2 angitt som grense for "måttlig stöorning", og 36 mm/s^2 som grense for "sannolik stöorning".

Følgende kan oppsummeres vedrørende følbarhet av vibrasjoner :

Knapt følbare vibrasjoner

| <u>Referense</u> | <u>Karakterisering av vibrasjon</u> | <u>Verdi</u> |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Revisjon ISO 2631 | Median følbarhetsgrense | 11 mm/s^2 |
| DIN 4150 entwurf | Knapt følbart | $< 14 \text{ mm/s}^2$ |
| Griffin , 1990 | Mulig følbart | $< 20 \text{ mm/s}^2$ |
| Svensk standard | "måttlig stöorning" | $> 14.4 \text{ mm/s}^2$ |

Grense mellom klart følbare og sterkt følbare vibrasjoner

| <u>Referense</u> | <u>Karakterisering av vibrasjon</u> | <u>Verdi</u> |
|------------------|---|---------------------|
| DIN 4150 entwurf | Grense godt følbart / sterkt følbart | 56 mm/s^2 |
| Griffin , 1990 | Grense klart følbart / veldig klart følbart | 40 mm/s^2 |
| Svensk standard | "sannolik stöorning" | 36 mm/s^2 |

5.4 Forslag til grenseverdier

I kap 5.1 ble det konkludert at det bør angis en anbefalt grense og en øvre grense.

Anbefalt grense

Det virker urimelig å basere denne på at vibrasjoner overhodet ikke skal føles, slik det til nå i prinsippet har vært praktisert gjennom NS 4928. Det bør tolereres at vibrasjoner fra de største kjøretøyer eller tyngste tog kan kjennes i boligene, disse vil allikevel i de fleste tilfeller klart registreres på grunn av høyt støynivå. Dette vil innebære at de fleste kjøretøy - eller togpasseringer ikke vil være vibrasjonsmessig følbare. Hvis man skal sette grensene så strengt at man overhodet ikke skal merke vibrasjoner vil dette båndlegge urimelig store tomteområder inntil veier og jernbane, eller medføre meget store kostnader

Ut fra gjennomgangen om følbarhet i kap 5.2 ser det ut til at den anbefalte grensen bør ligge i området 11 -20 mm/s². I Sverige har man valgt 14.4 mm/s², som tilsvarer 0.4 mm/s som nedre grense. Dette kan virke noe strengt tatt i betraktning at dette er vibrasjonene fra de største kjøretøyer eller tog. Men samtidig må grensen settes så strengt at man har tilfredsstillende sikkerhet mot sjenanse ved nybebyggelse. Vi har ikke nok bakgrunn i prosjektet til å sette et endelig forslag til grense, men kan ut fra de undersøkelser som er gjort angi følgende område:

Forslag til grenseverdi : Maks veiet akselerasjon = 11 - 20 mm/s²
 Maks veiet hastighet = 0.3 - 0.6 mm/s

I mange situasjoner, der man ikke har bløte grunnforhold, vil det ikke være noe problem å tilfredsstillende de strenge grensene i ISO, rundt $a_w = 6 \text{ mm/s}^2$. Det har fremkommet i høringsrunden at det i det videre arbeid bør vurderes om man i tillegg skal angi dette som en ideel grense, som gir stor grad av sikkerhet mot sjenangse. Myndighetene vil da kunne angi denne grensen i situasjoner der vibrasjoner erfaringsmessig ikke gir problemer ,på grunn av gunstige grunnforhold.

Øvre grense

Det er større usikkerhet ved fastsettelse av denne grensen. Man befinner seg her i et område for vibrasjonsnivåer der en større andel av kjøretøy - eller togpasseringer vil være følbare. Grensen må settes slik at de fleste kan leve med vibrasjonene uten særlig sjenanse, men man må regne med at enkeltindivider kan bli sjenert. Verdien man her har satt i Sverige virker lav, sammenlignet med verdiene som er angitt i Entwurf DIN 4150 og av Griffin. Hvis den øvre grensen skal håndheves på en slik måte som er foreslått i kap 5.2, vil sansynligvis den svenske grensen kunne gi store problemer ved feks utbygging til høyhastighetsjernbane. Det er her nødvendig å gjøre vurderinger av kostnadskonsekvenser, og å få sikrere vurderingsgrunnlag fra

databasen før det stilles opp endelig forslag. På nåværende tidspunkt har vi valgt å angi følgende forslag:

Forslag til grenseverdi : Maks veiet akselerasjon = 35 - 50 mm/s²
 Maks veiet hastighet = 1 - 1.4 mm/s

6 VIDEREFØRING AV PROSJEKTET

6.1 Begrunnelse for videreføring

I prosjektet er det utviklet beregningsmetode for omregning av vibrasjonsdata, og det er etablert en database for systematisering av data. På grunnlag av litteraturstudier og gjennomgang av eksisterende data er det så stilt opp forslag til grenseverdier. For å få bedre grunnlag til å sette grensene med større nøyaktighet er det behov for videre arbeider :

- Kostnadskonsekvenser

Grenseverdiene må stilles opp ut fra en totalvurdering av følbarehet / sjenanse og kostnader. Vi har rimelig godt grunnlag i litteraturen når det gjelder sjenanseaspektet, det er imidlertid behov for utredninger om hvilke kostnader det innebærer å komme ned på de aktuelle grenseverdiene.

- Utvidelse av databasen.

Det må legges inn mere data. Her vil særlig bidrag fra svenske målinger være verdifullt. Det meste av de dataene vi har tilgjengelig er målt på grunnmur som toppverdi av hastighet. Grenseverdiene gjelder imidlertid der vibrasjonen er høyest, det vil normalt si ute på gulvet. Det er derfor særlig behov for et empirisk beregningsgrunnlag for estimering av nivåene midt i spennet for dekkene.

6.2 Arbeider som må gjennomføres i 1993

På siste styringsgruppemøte for prosjektet 25 november ble det besluttet at NSB, Vegdirektoratet og Oslo Sporveier skulle vurdere og drøfte det som til nå foreligger i prosjektet. Styringsgruppen vil så komme sammen på høsten 1993 for å diskutere en videreføring i 1994.

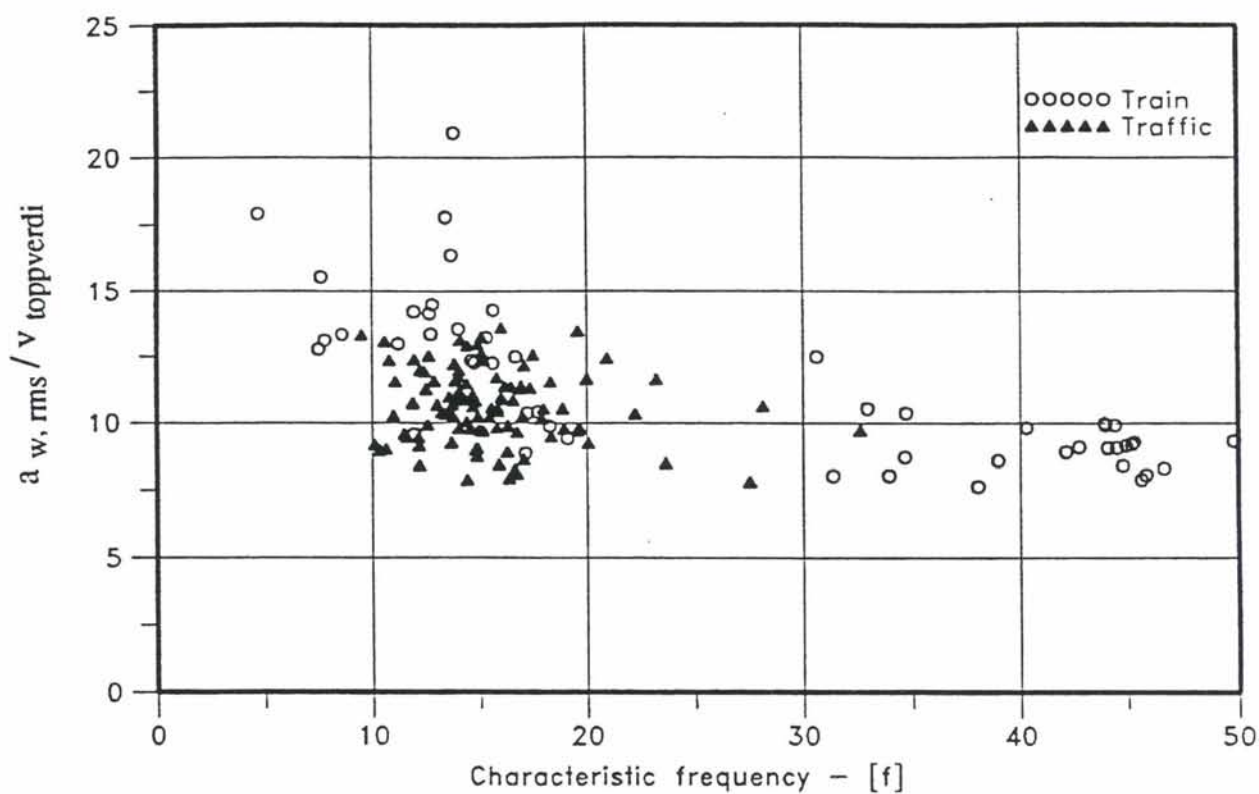
Følgende bør gjennomføres i 1993, slik at man står best mulig rustet for å kunne detaljere videreføringen av prosjektet :

- Gjennomføring av målinger, beregninger og kostnadsstudier ved ulike grenseverdier for en prøvestrekning med vei og/eller jernbane. Dette kan gjennomføres vår og sommer 1993 med finansiering fra det eller de aktuelle prosjekter. Mest nærliggende her er å utrede traseen på Gardermobanen gjennom Lillestrøm.
- Diskutere med sentrale nordiske kolleger hvordan etableringen av den nordiske databasen best kan gjennomføres. Dette må gjøres for å få grunnlag for vår egen detaljering av videreføring, og for å gi grunnlag for søknader til prosjektstøtte i de andre nordiske land.
- Innhente kommentarer til sluttrapporten fra norske fagmiljøer.

7. REFERANSER

- (1) Norsk standard NS 4928 "Veiledning for bedømmelse av hvordan vibrasjoner og støt virker inn på mennesker . Akseptable verdier for vibrasjoner" 1984
- (2) ISO 8041 "Human response to vibration - Measuring instrumentation". 1990
- (3) Nordtestremiss nr 777-88. "Building: Annoyance and shock". 1988
- (4) Nytt fra Miljøstyrelsen 2/1983. "Retningslinjer for måling og vurdering av vibrationer i det eksterne miljø". 1983
- (5) Forslag til svensk standard SS 460 48 61. "Vibration och stöt - Mätning och bedömning av komfortstörningar i byggnader". 1992
- (6) ISO 2631-2 "Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 2 : Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz). 1989
- (7) Clara Gøransson: "Vibrationer från tågtrafik - Jämförelse av två mätmetoder och olika riktvärden" Statens Provningsanstalt rapport 1991:44.
- (8) Miljøverndepartementets rundskriv T-8/79 : "Retningslinjer for vegtrafikkstøy - Planlegging etter Bygningsloven
- (9) Direktoratet for Arbeidstilsynet : Støy på arbeidsplassen. Forskrifter med kommentarer. Fastsatt ved kongelig resolusjon 10 / 9 - 82. juni 1991.
- (10) ISO/TC 108/SC 4 dokument N 207 : Third Committee Draft on ISO / CD 2631 : " Human exposure to mechanical vibration and shock" . 5 / 7- 1991.
- (11) Entwurf DIN 4250 Del 2 : "Erschütterungen im Bauwesen. Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden". Oktober 1990.
- (12) M.J.Griffin : "Handbook of Human Vibration". Academic Press. 1990.

VEDLEGG 1 : SAMMENLIGNING MELLOM VEIET AKSELERASJON
OG TOPPVERDI HASTIGHET



VEDLEGG 2 : ANGITTE VERDIER FOR FØLBARHET AV VIBRASJONER

Entwurf DIN 4150 del 2, 1991, ref 11

| Bewertete Schwingstärke KX, KY, KZ, KB | Beschreibung der Wahrnehmung |
|---|---------------------------------|
| < 0,1 | nicht spürbar Fühlschwelle*) |
| 0,1 | |
| 0,4 | gerade spürbar |
| 1,6 | gut spürbar |
| 6,3 | stark spürbar |
| 100 | sehr stark spürbar |
| > 100 | |

*) Die Fühlschwelle wird in dieser Richtlinie nicht definiert. Ihre Angabe in der Tabelle mit KX, KY, KZ oder KB = 0,1 kann daher nur als Anhaltswert angesehen werden. Die Fühlschwelle ist sehr von den jeweiligen Umgebungsbedingungen, z. B. der Einwirkungsrichtung und von persönlichen Gegebenheiten wie Tätigkeit, Körperhaltung, Alter, Aufmerksamkeit und Gesundheitszustand abhängig.

Griffin . 1990, ref. 12

Table 6.9 Approximate strength of perception for various magnitudes of weighted vibration

| Semantic label | r.m.s. weighted acceleration ($m\ s^{-2}$) | Semantic label |
|------------------------|---|-----------------------|
| Very strong perception | 0.315 | Strong perception |
| | 0.25 | |
| | 0.20 | |
| | 0.16 | |
| | 0.125 | |
| Very clear perception | 0.10 | Clear perception |
| | 0.08 | |
| | 0.063 | |
| | 0.05 | |
| | 0.04 | |
| Perception probable | 0.0315 | Perception improbable |
| | 0.025 | |
| | 0.02 | |
| | 0.016 | |
| | 0.0125 | |
| Perception improbable | 0.01 | Perception improbable |
| | 0.008 | |
| | 0.0063 | |
| | 0.005 | |

RAILWAY NOISE AND RAILWAY TRACK DESIGN

Dr. David Rhodes, C.Eng., M.I.Mech.E.
Group Research and Development Engineer, Pandrol International Ltd., England.



When new railway tracks are to be constructed in urban areas it is important to consider the total environmental implications of the project. In most respects, new railway services are likely to be beneficial, in reducing road traffic pollution and increasing energy efficiency. However, there are potential detrimental effects of which the most significant may be the impact of railway noise and vibration in communities near to the new railway. Some aspects of railway noise may be reduced by the adoption of suitable track design parameters.

There are four main sources of railway noise (Fig. 1):

- Aerodynamic noise, due to turbulent air flow over the train.
- Motor noise, due to traction motors and ancillary equipment.
- Wheel/rail noise, due to imperfections in the wheel and rail running surfaces, or flange contact in curves.
- Secondary noise, due to the transmission of vibration through supporting structures, or through the ground, which causes vibration of adjacent structures which radiate noise.

The first two of these factors are hardly influenced by the track design, and will not be considered any further in this paper.

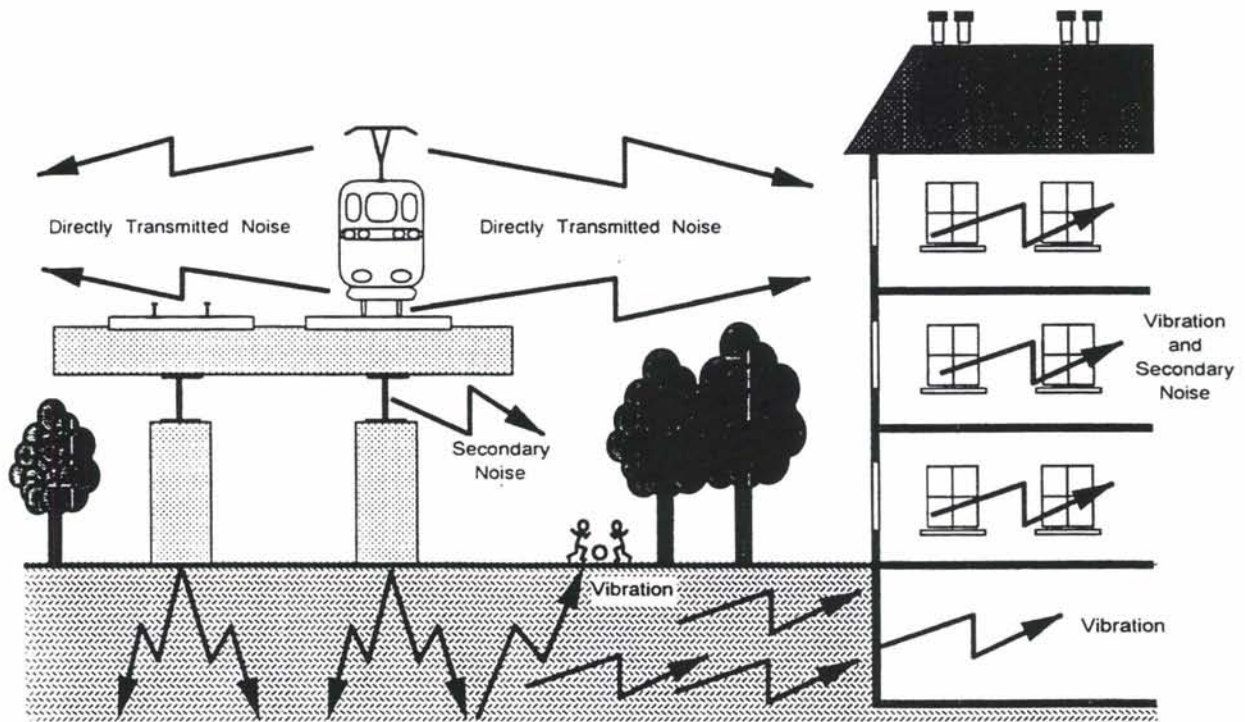


Figure 1 - Different Sources and Transmission Paths of Railway Noise and Vibration

TRACK DYNAMICS

Traditionally, railway tracks have been designed by considering 'static' forces applied, for example, by the weight of the train or by curving behaviour. The strength required to withstand such forces

would then be multiplied by a "live load factor" to take into account dynamic forces applied to the track. In recent years, design of tracks for high speed trains has required more explicit analysis of these dynamic forces in order to avoid structural damage to track components such as concrete sleepers or ballast [1,2]. This approach has led to the widespread adoption of resilient rail pads in high speed tracks [3-5]. The same technology also provides a starting point for analysis of those aspects of track behaviour which could lead to noise and vibration problems near to the track.

The primary function of a resilient rail pad is to provide dynamic isolation between the rail and its support, i.e. to allow the rail to vibrate without that vibration being carried through into the support. In terms of noise, this will not reduce the level of noise radiated directly from the rail, but it will reduce the level of vibration transmitted into the track structure, and will thus reduce the level of secondary noise. A well maintained ballast layer also provides an effective means of isolating, and damping, dynamic forces [6]. This effect can be enhanced by providing elastomeric mats between the sleepers and the ballast, or between the ballast and the supporting structure [7]. Where non-ballasted tracks are used the rail pad may become the only significant layer of resilience in the system, in which case it is critically important to provide the maximum possible resilience in the pad. This resilience is limited, ultimately, by the performance of other rail fastening components such as spring clips and electrical insulators. Greater resilience can be obtained by using resiliently mounted baseplates [8] (Fig. 2). For particularly critical areas, effective isolation of low frequency vibration may be achieved by mounting the rails on concrete sleepers, or more massive concrete blocks, which are themselves placed on elastomeric mountings [9,11]. In moving from simple rail pads, through resiliently mounted baseplates, to booted sleepers or floating slabs, the designs for non-ballasted track become progressively more effective in reducing low frequency structure-borne vibration and secondary noise, but inevitably they also become more expensive. Consequently the most effective systems are generally used only in areas which are particularly noise sensitive.

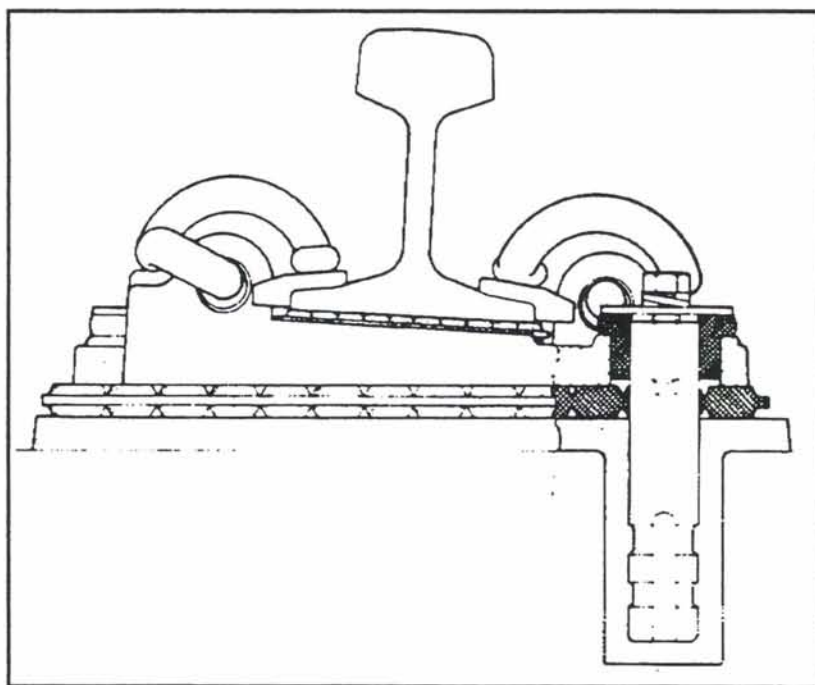


Figure 2 - Resiliently Mounted Baseplate

SOURCES OF VIBRATION

Whatever the dynamic response of the track structure, noise and vibration problems will only arise if there is some source of dynamic force. Theoretically, a train with perfectly smooth, round wheels running on perfectly smooth, straight rails will cause no dynamic forces, and no noise or vibration will result. In reality, all wheel and rail running surfaces have some defects, and these can become a major source of problems. At the track design and construction stage some steps can be taken to minimise these effects. The number of rail joints should always be kept to a minimum, and curve radii kept to a maximum. In special trackwork, the use of swing-nose crossings can also reduce noise due to impacts at the frog point. There is also increasing evidence to show that the amount

of resilience in the rail support influences the rate of formation of rail head corrugations [12]. Corrugations can become a major source of noise in plain track, and so although in the earlier discussion it was stated that resilient rail pads would not in themselves reduce noise radiated directly from the rail, they may have an indirect effect over a longer period of time by reducing the rate of rail corrugation.

Once the railway has opened to traffic, sources of vibration may be removed by appropriate maintenance practices. Regular wheel turning and rail grinding are both effective in reducing the number of defects on the running surfaces and thus reducing noise. Rail and wheel lubrication may also reduce noise on sharp curves [13].

STRUCTURE DESIGN AND SECONDARY NOISE

Secondary noise radiation may be reduced by suitable design of the track supporting structure. In general terms, massive concrete structures are less effective amplifiers of secondary noise than lightweight steel structures. Where structures do include exposed steel work, large vertical surfaces are the most effective noise emitters. The structure-borne or ground borne vibrations which cause secondary noise are usually dominated by low frequencies - below about 200Hz - as higher frequencies are effectively damped by the structure itself. However, if objects close to the track resonate at higher frequencies, even low levels of vibration could result in significant secondary noise radiation. For example noise re-radiated from window panes in buildings adjacent to the track, or even from steel hand rails on the bridge structure itself, may be at higher frequencies than most of the transmitted vibration. Figure 3 shows results of a recent test [14] in which the track support stiffness was reduced by an order of magnitude. Adjacent to the track, the noise is only reduced in a fairly narrow frequency band between about 50 and 200Hz. Where the secondary noise was measured, there is a significant reduction in noise at all frequencies from 50Hz to more than 1kHz.

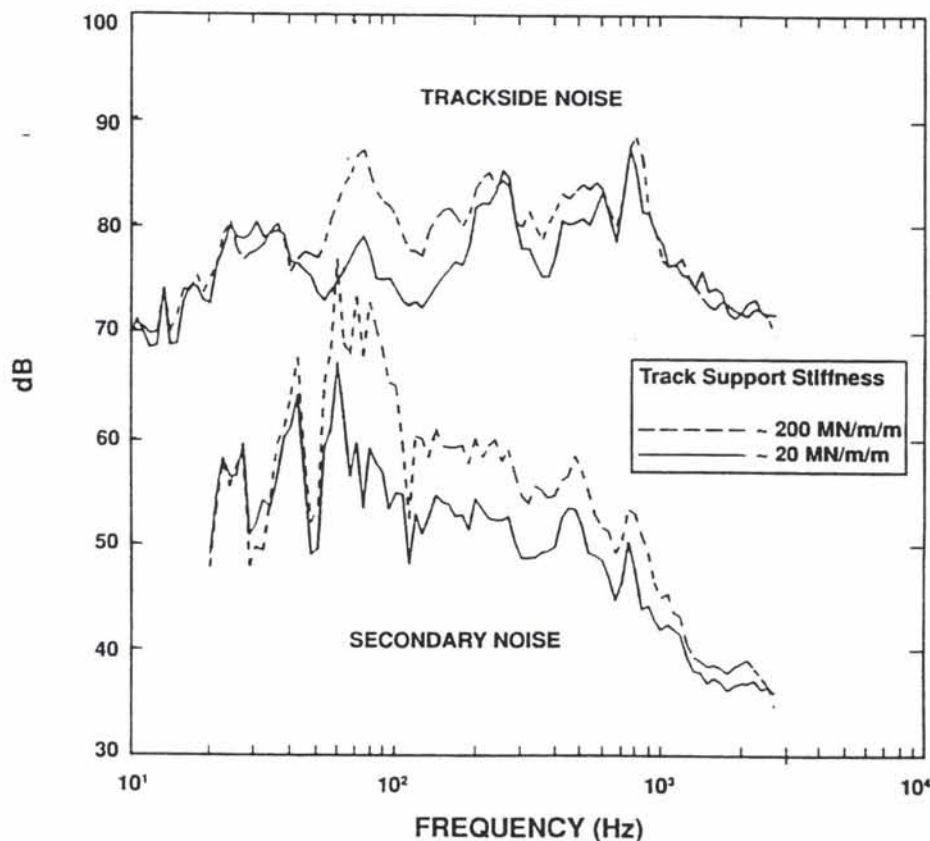


Figure 3

CONCLUSIONS

It has been demonstrated that some aspects of railway noise are influenced by the design, and standard of maintenance, of the track and its supporting structure. As these structures must be built to last for many decades, it is even more important to establish the correct track design parameters at the earliest stages of a project than it is to establish vehicle and operating parameters, if low noise and vibration levels are to be achieved. Many types of noise-reducing track designs already exist, and are in commercial service around the world. Increasing experience of using such systems, combined with continuing research and development work, is providing railway engineers with a range of alternative methods by which they can build new track structures with reasonable confidence of achieving ever more demanding noise requirements.

REFERENCES

- [1] Cox, S J and Grassie, S L. "Understanding dynamics as an aid to developing track". Proc. 3rd International Heavy Haul Railway Conference, Vancouver, 1986.
- [2] Grassie, S L and Cox, S J. "The dynamic response of railway track with flexible sleepers to high frequency vertical excitation". Proc. Institution of Mechanical Engineers, Vol. 198D, No. 7. 117-124, 1984.
- [3] Rhodes, D. "How resilient pads protect concrete sleepers". Railway Gazette International, February 1988.
- [4] Dean, F E, Harrison, H D, Prause, R H and Tuten J M. "Investigation of the effects of tie pad stiffness on the impact testing of concrete ties in the North East Corridor". Battelles Columbus Laboratories, Report FRA/ORD - 83/05. April 1983.
- [5] "Technical terms for the delivery of elastic pads". Deutsche Bundesbahn specification DB-TL918235, January 1993.
- [6] Hugo, K. "Verkehrslärmschutzverordnung". Der Eisenbahn Ingenieur, July 1992.
- [7] Esveld, C. "Modern Railway Track". Section 14.3.6. MRT-Publications, 1989.
- [8] Rhodes, D. "New materials for mass transit permanent way". Proc. Institution of Mechanical Engineers Conference "Transit 2020". Paper C396/015, 1990.
- [9] Eisenman, J, Steinbeisser, L and Deischl, F. "Noise and vibration reducing track foundation for subways and rapid transit railways". Proc. Conference "Track Technology", Institution of Civil Engineers, Nottingham, 1984.
- [10] Eisenmann, J and Deischl, F. "Körperschalldämmung bei unterirdischen Bahnanlagen". Der Eisenbahn Ingenieur, March 1986.
- [11] Baxter, M. "Singapore track cuts noise and maintenance", Railway Gazette International, July 1987.
- [12] Suda, Y. "Effects of vibration system and rolling conditions on the development of corrugations". Proc. 3rd International Conference on Contact Mechanics and Wear of Wheel/Rail Systems, Cambridge, 1990.
- [13] Berger, H. "Lärmbekämpfung bei Strassenbahnen". Verkehrstechnik in der Schweiz, No. 24, 1990.
- [14] Zhukov, A and Shield, B M. To be published. South Bank University, London, 1993.

HVA HAR GMB GJORT VEDRØRENDE STØY OG
VIBRASJONER VED PASSERING AV LILLESTRØM

av
Ove Skovdal
NSB Gardermobanen a/s

14 STØY OG VIBRASJONER

14.1 Støyforhold og støyskjerming

Det vises i denne forbindelse til egen rapport "Støyvurderinger" juli 1993, hvorfra sammendraget er gjengitt nedenfor. Den foreslåtte støyskjermingen er vist på reguleringsplankartene.

I støy-rapporten presenteres resultatet av utførte støyberegninger ved boliger/boligblokker langs jernbanen på parsellen Nitelva - (Lillestrøm) - Åråsen i Skedsmo kommune. Det er også gjengitt hovedkonklusjoner fra en del mindre undersøkelser og utredninger som er utført for denne parsellen spesielt. Rapportens første del omhandler generelt støy / vibrasjoner fra jernbaner. Her er f.eks. fysiske påvirkninger, måleenheter for støy, retningslinjer og menneskers reaksjon på endringer i støynivå beskrevet.

Vurderte alternativer

For strekningen nord for Lillestrøm stasjon er det vurdert 3 alternative støyreducerende tiltak:

- Støysvak daglinje - støyskjermer av 3 meters høyde og fasadetiltak
- Kort tunnel - nedsenket bane mellom Nittedalsgata og Åråsen med 400 m lang tunnel forbi blokkbebyggelsen, fra ca. Ole Bullsgt.34 til Fetveien. Utenfor tunnel forutsettes støyskjermer med høyde fra ca. 6-7m over spor ved tunnel til minimum 3m høye skjermer over spor ca. 200m fra åpning.
- Forlenget tunnel - nedsenket bane mellom Jernbanegata og Åråsen med 625 m lang tunnel fra ca. Ole Bullsgt. 14 til Fetveien.

Beregningsmetode

Beregningene av utendørs støynivå er utført i henhold til "Beregningsmetode for støy fra skinnegående trafikk" fra NSB/Statens forurensningstilsyn. Beregningene er utført for dagens situasjon og for fremtidig situasjon med ny 3-sporet jernbanetrasé gjennom Lillestrøm.

Retningslinjer

De Rikspolitiske retningslinjene for Gardermo-utbyggingen angir at også Gardermobanen skal planlegges i henhold til Miljøverndepartementets rundskriv T-8/79 "Retningslinjer for vegtrafikkstøy - planlegging og behandling etter bygningsloven". Det er her oppgitt et intervall mellom "strengeste" og "høyeste" grenseverdier for trafikkstøy for flere situasjoner.

Dagens situasjon

Beregningene viser at de fleste boligene i 1. husrekke langs jernbanetraséen sør for Fetveien i dag har et ekvivalent støynivå over døgn mellom 60-70 dBA 2m over terreng ved husfasade. Det maksimale støynivået er over 80 dBA ved de samme boligene. Nord for Fetveien er avstanden større til boligene og støynivået lavere, 55-60 dBA i ekvivalent støynivå over døgn og 75-80 dBA i maksimalt støynivå.

Fremtidig situasjon - uskjermet

Beregningene viser at uskjermet vil det ekvivalente støynivået over døgn øke med 4 - 12 dBA ved de vurderte boligene. Beregnet ekvivalent støynivå med fremtidig trafikk mellom Jernbanegata og Fetveien er 71 - 77 dBA 2 m over terreng ved husfasadene til 1.husrekke. Ved boligblokkene nærmest Fetveien avtar støynivået fra 76 dBA i de lavere etasjene til 69 dBA i høyde med 8. etasjen. Det maksimale støynivået vil uskjermet bli mellom 80 - 98 dBA ved boliger innenfor 40 - 50 m's avstand til spor, forutsatt fri sikt til spor fra bolig.

Fremtidig situasjon - Støysvak daglinje

Støynivået i uteområdet 2 m over terreng ved boligene vil stort sett bli lavere enn eksisterende situasjon. I høyde med 2. og høyereliggende etasjer vil støynivået øke ved de fleste boligene. Etter gjennomføring av tiltak vil totalt ca 455 bo-enheter (lavhus og blokkleiligheter) ikke tilfredsstillende retningslinjenes strengeste grenseverdiene, mens ca 30 bo-enheter ikke vil tilfredsstillende de høyeste grenseverdiene.

Fremtidig situasjon - Kort tunnel

Støy-situasjonen vil bli vesentlig forbedret i forhold til daglinje-alternativet. Til sammen ca 170 boliger vil ikke tilfredsstillende de strengeste grenseverdiene, mens kun 1 bolig ikke tilfredsstillende de høyeste verdiene. Også boliger innenfor en avstand på 100 - 150 m fra tunnelåpningene vil få bedre forhold enn en løsning med 3 m høye skjermmer langs spor i eksisterende høyde og trasé, vesentlig pga. høyere gjennomsnittlig skjermhøyde.

Fremtidig situasjon - Forlengt tunnel.

Støysituasjonen vil bli noe forbedret i forhold til kort tunnel: Til sammen ca 130 boliger tilfredsstillende her ikke de strengeste grenseverdiene.

Fasadetiltak

På grunn av boligenes plassering og høyde i forhold til spor, er det vanskelig/umulig å støyskjermme enkelte av boligene effektivt med støyskjermmer/voller. Spesielt de høyeste etasjene på boligene er utsatte. Av den grunn vil det i tillegg til støyskjermmer ofte være nødvendig med fasadetiltak for å sikre innendørs støynivå. I trehus er det mulig å oppnå en fasadedemping på ca. 40 dBA og i murhus ca. 45 dBA av uskjermet støy. Det er lagt inn omfattende fasadetiltak i kostnadsoverslagene for parsellen.

Antall støyutsatte - oppsummering

Grenseverdiene for støy presenteres i 2 nivåer, korresponderende med de høyeste og laveste grenseverdiene i Miljøverndepartementets rundskriv T-8/79, som i henhold til de rikspolitiske retningslinjer for Gardermo-utbyggingen skal legges til grunn ved planlegging av tilbringersystemet.

| Situasjon/tilfelle | Nivå 1 | | Nivå 2 | |
|---|-----------|-----|-----------|-----|
| | Ekv | Max | Ekv | Max |
| Beregnete støynivåer utenfor fasade av | | | | |
| - bolig | 55 | 70 | | |
| - helseinstitusjon | 50 | 65 | | |
| - skole, barnehage | 50 | | | |
| Beregnete støynivåer innendørs med lukkede vinduer | | | | |
| - bolig | 30 | 45 | 35 | 55 |
| - helseinstitusjon | 25 | 40 | 30 | 50 |
| - skoler, barnehager | 30 | | 35 | |
| - arbeidslokale | 40 | | 45 | |
| Utendørsforhold ved bolignære oppholdsområder: | 55 | | 60 | |

Tabell 14.1.1: Grenseverdier for støy fra Gardermobanen. gruppert i nivå 1 og 2.

For hvert alternativ viser tabellene antall boliger som ikke tilfredsstillende nivå 1 og nivå 2 etter foreslåtte skjermingstiltak. For nivå 2 er spesifisert om det er grenseverdiene for utendørs oppholdsareal eller innendørsnivå som ikke overholdes. (For at nivået skal overholdes må alle grenseverdier innenfor det respektive nivå være overholdt).

| Alternativ: Støysvak daglinje | | | | |
|--------------------------------------|------------|----------------------|-----------|-----------|
| | Nivå 1 | Nivå 2 | | |
| | Totalt | Utendørs opph. areal | Innendørs | Totalt |
| Lavhus: | 157 | 8 | 0 | 8 |
| Blokkleiligh.: | 298 | 24*) | 0 | 24 |
| Totalt: | 455 | 32 | 0 | 32 |
| Alternativ: Kort tunnel | | | | |
| | Nivå 1 | Nivå 2 | | |
| | Totalt | Utendørs opph. areal | Innendørs | Totalt |
| Lavhus: | 127 | 1 | 0 | 1 |
| Blokkleiligh.: | 42 | 0 | 0 | 0 |
| Totalt: | 169 | 1 | 0 | 1 |
| Alternativ: Forlenget tunnel | | | | |
| | Nivå 1 | Nivå 2 | | |
| | Totalt | Utendørs opph. areal | Innendørs | Totalt |
| Lavhus: | 106 | 0 | 0 | 0 |
| Blokkleiligh.: | 26 | 0 | 0 | 0 |
| Totalt: | 132 | 0 | 0 | 0 |

Tabell 14.1.2: Antall boenheter hvor støynivå 1 og 2 ikke overholdes.

*) Gjelder Lundsalléen 26/28 som i dag ikke har "utendørs oppholdsarealer" andre steder enn mellom blokkene og jernbanen. Dette må kunne løses i den videre planprosess.

Illustrasjoner

- I støyrapportens bilag 1 viser støynivået ved representative boliger langs Gardermobanen for eksisterende og for fremtidig situasjon med og uten skjermingstiltak.
- Det er utarbeidet støykotekart for det ekvivalente støynivået 2 m over terreng, kfr. bilag 5 i støyrapporten..
- I et separat illustrasjonshefte til reguleringsplanen er vist bl.a. forslag til utforming av støyreducerende tiltak.

14.2 Vibrasjoner

Retningslinjer/ grenseverdier

Det finnes ingen formelle norske retningslinjer og lite enhetlig nasjonal praksis for fastsettelse av grenseverdier for vibrasjoner. NS-ISO 2631 gjelder midlertidig, men er lite relevant for lavfrekvente vibrasjoner i bløte masser.

NSB Gardermobanen A/S har engasjert NGI til å utarbeide en vibrasjons-strategi for Gardermobanen. NGI's oppdrag består i å foreslå generelle grenseverdier for vibrasjoner fra Gardermobanen på bakgrunn av internasjonal erfaring og målinger i Lillestrøm, beregne fremtidige vibrasjonsforhold for bebyggelsen på strekningen og foreslå vibrasjonsdempende tiltak.

NGI foreslår tre grenseverdier for vibrasjonsnivåer:

Ambisjonsnivå 1: 15 mm/s^2 (0.4 mm/sek)

Ambisjonsnivå 2: 25 mm/s^2 (0.7 mm/sek)

Ambisjonsnivå 3: 35 mm^2 (1.0 mm/sek)

Under planarbeidet skal nivå 1 være det overordnede mål, mens inntil nivå 3 også kan aksepteres dersom det er gjennomført vibrasjonsdempende tiltak på strekningen.

NGI har vurdert de geotekniske forholdene på strekningen og funnet at de geotekniske forhold er like langs hele strekningen, ut fra de parametrene som kan være viktige for vibrasjoner. Dagens vibrasjonsnivå er målt for forekjellige togtyper, toghastigheter og bygningstyper (eneboliger og blokker). Tidligere erfaringsdata, bl.a. fra Sverige, støtter måleresultatene.

Beregninger

På basis av tilgjengelig informasjon har NGI utviklet en beregningsmodell for vibrasjoner for den fremtidige høyhastighetsbanen. Modellen baserer seg på dagens situasjon med de nødvendige parametre for å ta hensyn til de forhold som vil være forskjellige i fremtiden. Basert på beregningsresultatene er det tegnet vibrasjons-kotekart over strekningen. Disse kartene gjelder for banekonstruksjon lik dagens, uten tiltak for å redusere vibrasjoner, trafikkert med fremtidige høyhastighets gods- og passasjertog, for den typen bebyggelse som er langs banen i dag.

Vibrasjonskartene viser at endel bygninger langs parsellen vil oppleve vibrasjoner over de foreslåtte, interne grenseverdiene *dersom det ikke foretas spesielle tiltak mot vibrasjoner*.

| Bygningstype | Antall enheter som overskrider | |
|--------------|--------------------------------|------------|
| | 0.4 mm/sek | 1.0 mm/sek |
| Lavhus | 32 | 5 |
| Boligblokker | 6 | 6 |
| Næringsbygg | 18 | 6 |

Tabell 14.2: Antall bygninger som overskrider de foreslåtte grenseverdiene for vibrasjoner - dersom det ikke gjennomføres tiltak.

Tiltak

NGI lister i sin rapport opp en rekke tiltak for på redusere vibrasjoner fra banen for nærliggende bebyggelse. Tiltakene har ulik effekt og ulik kostnad. Ett alternativ som reduserer vibrasjonene med 70 % er oppbygging av et tykt (3 m) banelegeme av sprengstein. Dette er svært aktuelt for parsellen Nitelva-Åråsen på grunn av nærheten til tunnelmassene fra tilstøtende parsell Oslo-Nitelva. Kostnader til et slikt tiltak er innarbeidet i kostnadsoverslaget for parsellen.

Konklusjon

NGIs konklusjoner viser at vibrasjonene for omgivelsene i Lillestrøm vil være over de anbefalte normer dersom det ikke gjøres tiltak, men at tilstrekkelig vibrasjonsdemping (til nivå 1) for "støysvak daglinje" kan oppnås ved hjelp av for eksempel en 3 m. høy steinfylling som underbygning for banen. Dette tiltaket kan gjennomføres praktisk talt uten merkostnad for NSB Gardermobanen A/S.

Dersom alternativ "Kort tunnel" velges vil selve konstruksjonen her være så stiv at den ivaretar vibrasjoner uten ekstrakostnader.

4. Gjennomførte spesialstudier

NSB Gardermobanen A/S tar støyproblematikken alvorlig. Spesielt ved passering av tettbebyggelsene, som for eksempel Lillestrøm, er støyhensyn kanskje den største utfordringen. NSB ønsker å fremstå som en miljøvennlig transportbedrift.

Gardermobanen er på et vis pioner på moderne jernbaneplanlegging og -bygging i tettsteder i Norge, og er trolig med på å fastsette standarden også for andre nyere baner. I forbindelse med reguleringsplanarbeidet for denne parsellen er det derfor gjennomført en rekke spesialstudier innenfor fagområdene støy og vibrasjoner. Her gjengis noen av konklusjonene som vedrører støy. Vibrasjoner er omtalt i reguleringsplanbeskrivelsen for parsellen.

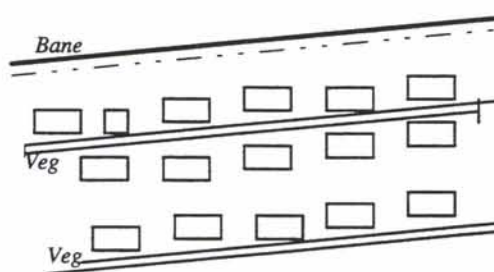
4.1 Ambisjonsnivåmetode for jernbanestøy

Det er utarbeidet et utkast til støystrategi for Gardermobanen, i form av en ambisjonsnivåmetode for jernbanestøy. Metoden er utviklet av Kilde Akustikk AS v/Matias Ringheim og er basert på en tilsvarende ambisjonsnivåmetode for vegtrafikkstøy utviklet for SFT i 1991.

Metoden tar utgangspunkt i en kostnadene for (tilstrekkelige) støyreduksjonstiltak for en bolig (med gitte støyforhold) under støyreduksjonsmessig enkle forhold, for eksempel enslig enebolig på åpent jorde nær banen. Denne kostnaden betegnes som **normkostnaden** for det gitte støynivået. I mere komplisert bebyggelse får ikke kostnadene til støyskjerming pr bolig bli høyere enn normkostnaden. Metoden forefekter derved rettferdighet i fordeling av tiltaksmidler mellom støyutsatte boliger langs hele banen. For NSB Gardermobanen A/S er det viktig at alle som bor langs banen blir **behandlet likt**, enten de bor i Lillestrøm eller på Råholt -eller for den saks skyld på Vinstra.

4.2 Støyreduksjon i boligbebyggelse.

Langs jernbanen gjennom Lillestrøm ligger boligene i rekke-struktur parallelt med jernbanen. Første husrekke vil i noen grad støyskjerm rekke nr 2 osv., men det vil også kunne oppstå refleksjoner av støy mellom husveggene. Beregninger av støy for bakenforliggende husrekker er derfor komplisert.



Figur 4.1: Husrekker parallelt med banen.

For å få en dokumentasjon på hvilken støyreduserende effekt de første husrekkene gir for bakenforliggende hus, har Multiconsult AS på oppdrag av NSB Gardermobanen A/S målt støynivået i områder bak boligene nærmest jernbanen. Disse vurderingene er basert på maksimalnivåer. De observerte verdiene kan derfor ikke uten videre benyttes for betraktninger omkring ekvivalent støynivå.

Målingene ble foretatt første uke i juni 1993. I rapporten korrigeres de observerte verdier for normal avstands- og markdemping. Gjenstående støyreduksjon som må tilskrives foranliggende husrekker er da funnet å være:

- 7 dBA for en husrekke
- 10 dBA for tre husrekker
- 14 dBA for fem husrekker

For en kontinuerlig bebyggelse av samme høyde ville skjermreduksjonen bak 1. husrekke vært på 18-20 dBA.

4.3 Støyreduksjon i bolig-fasader

Retningslinjene setter grenseverdier for innendørs støynivå i boliger - såvel ekvivalent som maksimalt:

| | |
|-----------------------|-------|
| Ekvivalent nivå (dBA) | 30-35 |
| Maksimalnivå (dBA) | 45-55 |

Tabell 4.3.1: Grenseverdier for innendørs støynivå i boliger.
Rundskriv T-8/79, Miljøverndepartementet.

Beregninger av fremtidige støynivåer utenfor fasadene til boligblokkene syd for Fetveien viser følgende typiske verdier (forutsatt daglinje og 3 m høye skjermer langs banen):

| | | | | |
|-----------------|----|------|----|------|
| Etasje: | 2 | 3 | 5 | 8 |
| Ekv.nivå (dBA) | 76 | 75 | 72 | 69 |
| Maks.nivå (dBA) | 87 | 94.5 | 91 | 87.5 |

Tabell 4.3.2: Beregnede støynivåer utenfor fasaden av boligblokkene
i Ole Bullsgt. 38-44.

Erfaringstall viser at støyreduksjon i fasaden i denne typen bebyggelse er på ca 25-30 dBA. Med omfattende fasadetiltak og utskifting av ventilasjonsanlegg kan støyreduksjon i fasaden på inntil 45 dBA være oppnåelig for de deler av fasaden som får liten eller ingen effekt av støyskjermer langs jernbanen. Som det fremgår av ovenstående tabell vil retningslinjenes grenseverdier derfor kunne være oppnåelige for disse blokkene - forutsatt høy innsats på fasadetiltak. Erfaringsmessig vil kostnader til slike tiltak beløpe seg til i størrelsesorden 100.000 kr pr leilighet.

For å få en illustrasjon på fasadereduksjon er det besluttet å gjennomføre et fullskala-forsøk på en leilighet i Ole Bullsgt. 44. NSB Gardermobanen A/S har engasjert firmaet Multiconsult AS til å foreta målinger og administrere ombyggingsarbeidene:

- Måling av blokk-fasadenes støyreduserende evne i dagens situasjon.
- Ombygging av en leilighet: Montasje av lydvinduer og lydventiler permanent, samt midlertidig innklasing av balkong.
- Måling av blokk-fasadenes støyreduserende evne etter ombygging.
- Demontering av glassvegger på balkong.

Målingene i før-situasjonen viste en reduksjon i maksimalstøynivå i størrelsesorden 30 dBA med dagens fasade. Dette korresponderer bra med hva som oppgis i litteraturen. Det er

innledet samarbeid med et entreprenørfirma for tilleggisolering av blokkeleiligheten. Arbeidene vil bli foretatt så snart som mulig avhengig av hvor snart entreprenøren kan få utført byggearbeidene. Måling av utbedret fasades lyddemping vil bli foretatt umiddelbart etter ferdigstillelse av disse arbeidene. Rapport med måleresultater ventes å foreligge tidlig på høsten i 1993.

Arbeidet med konkretisering av fasadetiltak - både på blokker og lavhusbebyggelse - vil bli videreført i byggeplanen - i nært samarbeid med de berørte beboere/grunneiere. Eksempel på foreløpige skisse av foreslått fasadeombygging er vist i bilag 4.

4.4 Støysvak utforming av sideterrenget

Reguleringsplanen vil inneholde bestemmelser om hvilket nivå støyen skal reduseres ned til og hvor/hvilke støyreducerende tiltak som skal settes inn. Detaljert utforming skal først avgjøres i Byggeplanene for Gardermobanen. For å illustrere hvorledes en skjerm løsning vil arte seg er det i forbindelse med reguleringsplanarbeidet gjennomført 4 parallelle arkitekt-opdrag for å få frem forslag til utforming av støyreducerende tiltak langs banen og utforming av arealet mellom banen og eneboliger/ blokker. Følgende firmaer ble invitert og har bidratt:

- 13.3 landskapsarkitekter AS, Oslo
- Hindhammar, Sundt og Thommassen AS, Hvalstad
- Arkitekter Ernst Ekra A/S, Strømmen
- Lindström Walldén arkitekter AB, Stockholm

Noen eksempler er vist i bilag 3. For øvrig er bidragene fra disse firmaene er presentert samlet i en egen rapport. Kostnadene til skjermingstiltak er anslått i nedenstående tabell. I detaljplanen (grunnlag for reguleringsplanen) er vist løsningen fra Hindhammar, Sundt og Thommassen AS - uten at det tatt stilling til om denne løsningen foretrekkes fremfor de andre.

| Modell | Skjerm på en side av banen. Kostnader i kr pr lm skjerm | Skjerm på begge sider av banen Kostnader i kr pr lm bane |
|----------------------------|---|---|
| 13.3 Landskaparkitekter AS | 10.000 | 20.000 |
| HST - skjerm | 10.500 | 21.000 |
| HST - overbygg | | 62.900 |
| Ernst Ekra AS | 11.100 | 22.200 |
| Lindström Walldén | | 54.600 |

Tabell 4.4: *Alternative støyskjermingstiltak. Oversikt over kostnader for innkomne forslag i arkitekt-opdrag for NSB Gardermobanen A/S.*

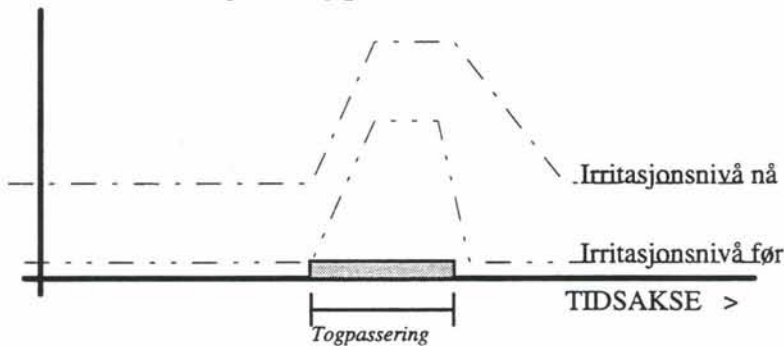
Beboer-kontakt

I den videre planprosess må det holdes nær kontakt med de mest utsatte beboerne spesielt for å gi medbestemmelse i estetisk utforming av de respektives nærområder. Arkitektenes bidrag vil da kunne være grunnlag for diskusjoner.

4.5 Opplevelsen av jernbanestøy og tiltak mot jernbanestøy.

Gjennom planprosessen er beboerne blitt sterkt fiksert på støy fra tog. Den store oppmerksomheten omkring fremtidig trafikkøkning og støybelastninger har medført at de i dag er betydelig mere sjenert av dagens trafikk enn det de var før planleggingen av Gardermobanen startet opp.

Den "fysiske" plagen av støy føles større, men i tillegg kommer mentale virkninger. Man opparbeider en stor irritasjon hver gang et tog passerer. Dess mer støy toget produserer, dess sterkere blir irritasjonen. Dette medfører et støy-etterslep av psykologisk karakter. Man lar så å si den konkrete fysiske støyen plage seg lenge etter at toget har passert. I tillegg til dette kommer frykten/forventningen til neste tog: Menneskets irritasjon har en "grunnberedskap" som forsterker seg når tog passerer. Dette er forsøkt illustrert i nedenstående figur.



Figur 4.5: Illustrasjon av "støy-etterslep" og "beredskapsirritasjon".

Den psykiske belastningen for de berørte er klart størst i fasen mellom oppstart av reguleringsplanarbeid og planvedtak: Blir det daglinje eller tunnel-løsning? Blir det beboelig langs banen i anleggsperioden og i fremtidig driftssituasjon? Forutsatt at ingen påføres fysiske skader av jernbanestøy og andre konsekvenser av utbyggingen; hvilke fysiske skader kan oppstå på grunn av menneskets bekymringer, irritasjon og usikkerhet?

NSB Gardermobanen A/S har engasjert Sigurd Solberg i firma KILDE Akustikk AS til å utarbeide et notat om opplevelsen av jernbanestøy og tiltak mot jernbanestøy. Notatet belyser de problemstillinger som er omtalt ovenfor, opplevelsen av jernbanestøy kontra vegtrafikkstøy, og gir en beskrivelse av opplevde ulemper inne i støyisolerte boliger.

Støyisolering av boliger er utført i stort omfang i forbindelse med vegprosjekter. Det er registrert endel ulemper i løsninger med lav standard. Utfordringen ligger først og fremst i å tette leilighetene mot støy samtidig som tilstrekkelig frisk luft skal slippes inn. Støyisolering vil kunne lages uten viktige mangler dersom ventilasjons-løsingen utformes med god nok standard.

4.6 Støy-emisjon fra moderne tog.

Tiltak mot støy kan settes inn på tog, spor, sideterreng og bygningsfasade. Tiltak på rullende materiell ligger prinsipielt utenfor bane-utbyggers ansvarsområde, men er bragt inn i vurderingene på grunn av sin store betydning. Tiltak på materiell kan være billigere enn tiltak på infrastrukturen og vil gi positive virkninger på alle strekninger toget trafikkerer.

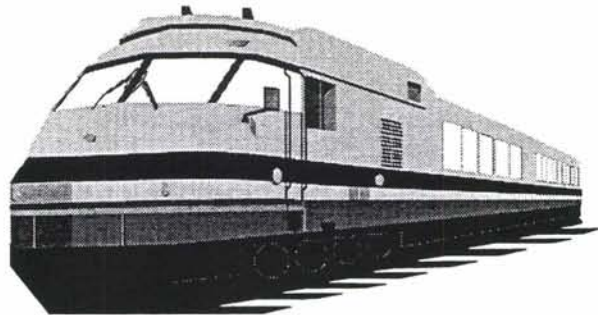
Det viktigste tiltaket mot støy vil være å bruke "runde hjul på flate skinner" - dvs. godt vedlikeholdte hjul og skinner. Beregningsmetoden antar middels-dårlig vedlikehold. Høyhastighetstog vil - uavhengig av støyforhold - likevel kreve høy vedlikeholdsstandard -som også gir støysvak drift, normalt 3-5 dBA lavere enn hva beregningsmetoden gir.

I beregningsmetoden for skinnegående trafikk gis i dag støysvake tog (lokaltog og nye ICE-tog på Østlandet) en **typekorleksjon**, parallelt med hva som antas for nyere flytyper bl.a. av Oslo Hovedflyplass A/S. Ved utviklingen av høyhastighetstog i utlandet er det gjort stor innsats på å redusere støy-utslippet og det er vist typekorleksjoner helt ned til -10 dBA for nyere tog.

NSBs personvognpark har i 1993 en gjennomsnittsalder på 26 år og det er kun en liten andel av flåten som tillates kjørt med hastigheter på 130-160 km/h. Det er derfor antatt at tog-materiell til fly- og IC-tog - og delvis fjerntog - vil være nyanskaffelser i perioden frem til sammenligningsåret 2010.

Støy-emmisjon fra nyere tog er diskutert i et møte mellom ABB Traction som mulig materiell-leverandør og NSB Gardermobanen A/S. Formålet med møtet var informasjon om krav som vil bli stilt til rullende materiell og hvilke muligheter som ligger i redusert støyemmisjon fra fremtidens tog. For ABBs flaggskip X2000 er det dokumentert at støyemmisjonen er minst 3 dBA lavere enn for svensk/norsk tradisjonelt materiell. ABB mener at en ytterligere reduksjon i støy-emmisjon i forhold til X2 på 4 dBA bør kunne være oppnåelig med de tiltak det nå arbeides med (dekkede boggier, dempede hjul etc). Når en av flere mulige materiell-leverandører uttaler at støyemmisjon fra materiell i 1997/98 er minst 7 dBA lavere enn fra NSBs tradisjonelle materiell, bør de samme krav kunne stilles til konkurrerende leverandører.

I støyberegninger for Gardermobanen er det lagt inn forutsetninger om (typekorleksjon for) materiell som er mere støysvakt enn det vi har i dag. Det er benyttet -7 dBA som typekorleksjon for IC-/flytog og -3 dBA som typekorleksjon for lokal- og fjerntog ved støyberegningene for år 2010.



I forbindelse med arbeidet med herværende støyrapport er det også utført følsomhetsanalyser hvor nyere materiell beregnes med flere ulike typekorleksjoner.

4.7 Strukturstøy fra jernbane

I beregningsmetoden for støy fra skinnegående trafikk er strukturstøy omtalt som en del av det totale støybildet, og det er gitt et grovt anslag over størrelsen på strukturstøyens bidrag. Metoden angir at det for prosjektering av ny bane nær eksisterende bebyggelse (og omvendt), og hvor visse kriterier er oppfylt, bør gjøres konkrete vurderinger av grunnforhold og fundamentering med tanke på forplantning av strukturlyd igjennom grunnen. NSB Banedivisjonen og NSB Gardermobanen A/S ønsker å få frem noe sikrere informasjon om strukturlydens bidrag og får derfor for tiden gjennomført et FoU-opdrag om temaet. Dette oppdraget utføres av Multiconsult AS og Asplan Østlandet AS.

I FoU-oppgaven inngår målinger av strukturstøy ved flere prøvesteder, blant annet 2 steder på parsellen Nitelva - Åråsen (Eidsvollsgt. 16B og Ole Bullsgt. 38). Målingene tyder på at strukturstøy-bidraget er lavere (10-15 dBA) enn det som er angitt i beregningsmetoden. Strukturstøyen viser tydelig avstandsdemping i forhold til avstand fra jernbane. Grunnforhold som i Lillestrøm (siltige masser) har sterkere avstandsreduksjon enn fjell og leire. Målingene viser at strukturstøyen for bygninger som ligger mere enn 10-20 meter fra jernbanen (uten tiltak på denne) ikke gir vesentlig bidrag til den totale støysituasjonen.

For boligblokken Ole Bullsgt. 38 ble det målt strukturstøy betydelig lavere enn hva man kunne vente for en bygning så nær banen. Dette skyldes trolig bygningskonstruksjonen. Endelig rapport fra dette oppdraget ventes å foreligge tidlig på høsten 1993.

**PROGRAM FOR MILJØOPPFØLGING AV
GARDERMOBANEN**

av
Dag Wilhelmsen
NSB Gardermobanen a/s

PROGRAM FOR MILJØOPPFØLGING AV GARDERMOBANEN

Bakgrunn

- Samferdselsdepartementet har bedt om at et slikt program vurderes.
- Miljøvernavdelingen har "krevet" det samme.
- NSB-GMB har ønsket å lage et program. Miljø er en av suksesskriteriene.

Organisering

- Miljøcontroller samt miljøansvarlig i utbyggingsenheten
- Kontaktgruppe miljø; kommuner, myndigheter på fylkesnivå, NSB- basis.
- Koordinering med Statens vegvesen.

Innhold

- Mål, premisser, avbøtende tiltak.
- Inndeling mellom anleggs- og driftsfase.
- Etterkontroll for støy, måling og beregning.
- Vektlegging av miljødelen, inkl. støy, i kontrakter med konsulenter og entreprenører.
- Ekspertgruppe gir formingskriterier for det visuelle miljø; utforming av skjermingstiltak er viktig.
- "Bruksanvisning" inkl. vedlikeholdsopplegg for støyskjermer, vil vurderes.

NYE RIKSPOLITISKE RETNINGSLINJER FOR
PLANLEGGING I FORBINDELSE MED
HOVEDFLYPLASS PÅ GARDERMOEN

- Vil bli gitt i medhold av PBL §17-1.
- Varighet 10 år.
- Omtaler hvorledes man skal forholde seg til MD's rundskriv T-8/79 om vegtrafikkstøy (laveste/høyeste grenseverdier) inntil reviderte eller nye retningslinjer foreligger.

SLUTTBEHANDLING AV PLANER ETTER PLAN- OG
BYGNINGSLOVEN

- Godkjent statlig reguleringsplan Kverndalen - Gardermoen (jernbane og riksveg) har vært mal for andre delstrekninger.
- Interesseavveininger skjer gjennom hele prosessen. Hva skjer der effekten av tiltak er liten i forhold til kostnadene?

STØYGARANTI?

Det gis ingen formell "støygaranti" for beboere langs Gardermobanen. Opplegg og forpliktelser framgår av støydelen i planene våre (reguleringsplan, byggeplan/byggemelding med tilhørende dokumentasjon) og i vårt program for miljøoppfølging.

BUDSJETT

- Diskusjon om finansieringsopplegg er ikke gjennomført. Belaste anlegg eller drift? "Miljøavgift?"
- Viktig å ta høyde for støytiltak, inkl. etterkontroll og evt. supplerende, avbøtende tiltak.

N

Jernbaneverket
Biblioteket

JBV



11TU00798

200000028118

