SFT-rapport 1714/2000

Mulige tiltak for å redusere støy

Framskrivninger til 2010 og
oppsummering på tvers av kilder

Forord

Rapporten sammenfatter bakgrunnen for nasjonale mål for støy gjengitt i St.meld. nr.8 (1999-2000) om Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand.

Det grunnlagsmaterialet rapporten bygger på er utarbeidet på oppdrag fra Jernbaneverket, Vegdirektoratet, Luftfartsverket, Forsvarets bygningstjeneste og Statens forurensningstilsyn, men rapportens vurderinger og konklusjoner står for Statens forurensningstilsyns regning.

Rapporten presenterer mulige tiltak for å redusere støy, med framskrivninger til 2010 og oppsummering av potensiell støyreduksjon på tvers av kilder. For enkelte støykilder er også aktuelle virkemidler beskrevet. Rapporten er ment som et faglig grunnlag som kan danne utgangspunkt for sektorenes valg av strategi for å følge opp Regjeringens støymål.

Ved vurdering av tiltak er det lagt til grunn at støypolitikken bør innrettes mot å redusere befolkningens plager av støy fra alle kilder, med en balansert innsats på tvers av kildene. Det er videre lagt vekt på fokusere sterkere på reduksjon av støy ved kilden, som normalt er både billigere og mer effektivt enn avbøtende tiltak ved mottaker.

Det er anslått kostnader for gjennomføring av de ulike tiltakene, og de samfunnsøkonomiske konsekvensene forbundet med gjennomføring av tiltakene er anslått. For enkelte tiltak er usikkerheten så stor at kostnader ikke er angitt.

Trond Syversen
Direktør for lokalmiljøavdelingen
18. februar 2000

Innholdsfortegnelse

Forord 2
Sammendrag 4
1. Avgrensning 6
2. Støy som miljøproblem 7
2.1 Definisjon og måling av støy 7
2.2 Virkninger av støy 7
2.3 Vurdering av støy på tvers av kilder – støyplageindeksen SPI 9
2.4 Nytten av redusert støy 13
2.5 Omregning fra PSP til SPI 14
3. Framskrivninger til 2010 og mulige tiltak for hver kilde 16
3.1 Støy fra vegtrafikk 17
3.2 Flystøy 32
3.3 Jernbane 47
3.4 Støy fra industri og næringsvirksomhet 54
3.5 Bygge- og anleggsvirksomhet 61
3.6 Støy fra forsvarets skyte- og øvingsfelt 66
3.7 Skytebaner 71
3.8 Støy fra produkter som brukes utendørs 79
3.8.1 Gressklippere 79
3.8.2 Snøskutere 80
3.8.3 Fritidsbåter 81
3.9 Støy fra motorsportsbaner 84
4. Oppsummering på tvers av kilder 87
4.1 Omfanget av støyplager i dagens situasjon 87
4.2 Framskrivninger til 2010 og nytten av ulike tiltak 89
4.3 Vurdering av usikkerhet 91
4.4 Nærmere om de samlede mulighetene for å redusere støyplagen. Viktige elementer i det videre arbeid 93
Vedlegg 1 Eksempel på beregning av mengde SPI (støyplageindeks) 96
Vedlegg 2 Korrigering av Miedemas kurver for "annoyance score" 97
Vedlegg 3 Oversikt over mulige nasjonale støytiltak med anslag over effekter og kostnader rangert etter kostnadseffektivitet 101

Sammendrag

De støykildene som fører til støyplager i befolkningen er mange og svært forskjellige. Vegtrafikk er den dominerende kilden og det er tidligere beregnet at i underkant av 300.000 personer er sterkt plaget (PSP) av støy fra denne kilden. Vi står altså overfor et betydelig samfunnsproblem som det nå er vilje til å redusere vesentlig i løpet av de nærmeste 10 årene.

Når betydelige samfunnsressurser settes inn for å redusere et problem, er det viktig at de mest kostnadseffektive tiltakene prioriteres selv om også fordelingsvirkninger og praktiske muligheter trekkes inn. For å kunne sammenlikne støykildene mht. til deres relative betydning og for å kunne vurdere kostnadseffektiviteten på tvers av de ulike støykilder, har et internasjonalt anerkjent fagmiljø i Nederland lagt det faglige grunnlaget for å etablere en generelt anvendbar støyplageindeks (SPI).

Ut fra dagens kunnskaper om støyplager i Norge fra utendørs kilder utgjør denne i underkant av 600.000 angitt som SPI-enheter. Fordi plagene av vegtrafikk under 55 dBA ikke er kartlagt og vi mangler kunnskaper om enkelte støykilder (blant annet havner, bussterminaler, trikk / T-bane, mikrolette fly, skytefelt, bruk av snøskuter, fritidsbåter, gressklippere og en del andre støyende produkter) ligger den totale støyplagen fra utendørs kilder i Norge noe høyere enn dette. Dersom dagens utvikling fortsetter (trendframskrivning) ventes det at støyplagen i 2010 vil være noen få prosent lavere enn i dag.

I rapporten er mulighetene for å redusere støyplagen beskrevet for kildene. Ut fra dette er to ambisjonsnivåer for tiltak beregnet med hensyn til støyreduksjon og kostnader. I alternativ A er det i hovedsak regnet med tiltak som kan utløses med en mindre styrking av virkemiddelbruken i forhold til i dag. Alternativ B derimot forutsetter en relativt kraftig virkemiddelbruk.

Etter SFTs vurdering viser resultatene at det vil være mulig å nå 15% reduksjon av støyplagen ved nasjonale tiltak hvor nytten av tiltakene er vesentlig større enn kostnadene. For å oppnå ca. 25% reduksjon kreves vesentlig sterkere nasjonal virkemiddelbruk som utløser tiltak med gjennomgående god kostnadseffektivitet, men med marginalkostnader opp mot det nivået nytten ligger på. Det er et stort teknisk potensiale for å redusere motor- og dekkstøy på biler. Dersom dette potensialet utløses i form av internasjonale emisjonskrav innen for eksempel 2005, vil 25%-reduksjon i støyplagen kunne nås med vesentlig lavere kostnader og med betydelig større sikkerhet. Eventuelt kan en kombinasjon av nasjonale og internasjonale tiltak muliggjøre reduksjoner i støyplagen på mer enn 30% i 2010 i forhold til 1999. Det anses også å være potensiale for ytterligere teknologiutvikling innenfor de fleste støykilder og som på sikt kan gi ytterligere støyreduksjoner.

SFT erkjenner at de ovennevnte muligheter for støyreduksjoner er beheftet med betydelig usikkerhet. Fokus i rapporten har vært lagt på de tekniske mulighetene for tiltak, sannsynlige reduksjoner i støyplage og grove kostnadsanslag, mens angivelse av virkemiddelbruk bare er ment som illustrasjoner som kan bidra til å

konkretisere tiltakene. Fordelingsvirkninger er i svært liten grad berørt. Det samme gjelder de administrative konsekvensene.

I tillegg til dette vil usikkerheten i rapportens konklusjoner reduseres ved å kartlegge støybidraget og tiltaksmulighetene for de kildene som i dag ikke er tilstrekkelig utredet. Det er også behov for å utrede nærmere enkelte problemstillinger knyttet til SPI-indeksen. Norge er et av de første land som har etablert en støyindikator som gjør det lettere å sammenlikne støybelastningen fra ulike støykilder.

1. Avgrensning

Avgrensning i forhold til kilder
Det nye nasjonale resultatmålet for støy omfatter alle kilder, jf. St. meld. Nr. 8 (1999-2000) om Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand. Foreliggende rapport omfatter de mest dominerende kildene til støyproblemene i Norge, samtidig som enkelte mindre støykilder omtales. Det har ikke vært mulig å anslå støyplagen for alle kilder som forårsaker støy innenfor rammen av dette arbeidet. Eksempler på utendørs støykilder som er utelatt på grunn av manglende datagrunnlag er støy fra havner, bussterminaler, trikk / T-bane, båter (både fritidsfartøy og nyttefartøy), mikrolette fly og vindmøller.

Avgrensing i forhold til vibrasjoner og strukturlyd
I tillegg til vanlig luftbåren lyd, kan en støykilde også gi vibrasjoner som kan være sjenerende i seg selv, og som i tillegg kan skape strukturlyd inne i boligen. Vibrasjoner og strukturlyd er derfor en del av støypolitikken, med samme ansvarsplassering med mer som for vanlig luftbåren støy. Kunnskapen om omfanget av og plagene forbundet med vibrasjoner og strukturlyd er noe begrenset. Det har derfor ikke vært mulig å vurdere dette nærmere innenfor rammen av dette arbeidet.

Strukturen i rapporten
Emnet som dekkes i rapporten er omfattende, og framstillingen er forsøkt holdt relativt knapp. Mye av materialet som presenteres er utdypet nærmere i grunnlagsmaterialet, jf. referanselister gjengitt i rapporten.

Rapportens kapittel 2 gir en kort beskrivelse av støy som miljøproblem og støyplageindeksen SPI. Kapittel 3 beskriver mulige tiltak for hver støykilde. Her presenteres støysituasjonen i 1999, en basisframskrivning til 2010 som inkluderer vedtatte støytiltak, og to alternative lavstøyscenarier for 2010 dersom det settes inn tiltakspakker med økende omfang. Kapittel 4 oppsummerer de mest aktuelle tiltakene med tilhørende kostnadsanslag for de to alternative scenariene for 2010. I kapittel 4 vurderes også usikkerheten i det fremlagte materialet samt omtale av de samlede muligheter for å redusere støyplagen og viktige elementer i det videre arbeid.

2. Støy som miljøproblem

2.1 Definisjon og måling av støy

Støy er uønsket lyd. Hvor uønsket eller sjenerende en lyd er, avhenger av støyens lydnivå og støyens karakter for eksempel frekvensinnhold, tidsforløp, forutsigbarhet, hvor raskt støyen øker i nivå og varighet. Dessuten vil graden av følt støysjenanse hos den som utsettes for støybelastning være avhengig av en rekke individuelle forhold og forhold knyttet til de situasjoner og aktiviteter som blir forstyrret.

Den fysiske styrke av lyd - lydtrykknivået - blir angitt i desibel (dB) langs en logaritmisk skala der 8-10 dB innebærer en dobling av opplevd lydnivå. 0 dB angir den svakeste lyd vi kan høre og 120 dB den sterkeste lyden vi kan høre uten at smerter forekommer. Mennesket oppfatter lyder best i et spesielt frekvensområde. Dette tas det hensyn til i støymålere idet det anvendes et veiefilter med såkalt veiekurve A. For skytestøy med tunge våpen og andre støykilder hvor lave frekvenser er dominerende, brukes ofte et annet veiefilter kalt C. For mange formål og støykilder er det vanlig å bruke A-veid ekvivalent støynivå (L_{Aekv}), som er gjennomsnittsverdien (energi-middelverdien) av støynivået i løpet av en tidsperiode, ofte et døgn. Ellers brukes også maksimalt støynivå (L_{Amaks}), som representerer de høyeste, vanlige toppene i varierende støy. Menneskets oppfattelse av lyd har en viss reaksjonstid. Ved måling av lyder som varierer hurtig og kraftig over tid, er valg av tidskonstant som bestemmer hvor raskt måleren skal reagere på lyden viktig.

For ulike formål og støykilder er det utviklet spesielle definisjoner og vektinger av ekvivalentnivåene. For de varige og relativt kontinuerlige støykildene (veg, fly, tog og industri) måles støyen som $L_{Aekv, 24t}$, det vil si døgnekvivalent A-veid støynivå, inklusiv fasadereflekssjon. For de øvrige støykildene som har en mer spredt forekomst (skytestøy med tunge og lette våpen, motorsport) eller en avgrenset varighet (bygge- og anleggstøy) er det benyttet årsekvivalent støynivå.

2.2 Virkninger av støy

Støyeksponering kan gi opphav til ulike plager og virkninger alt etter varighet, fysiske egenskaper til lyden, tid på døgnet, informasjons-innholdet i lyden, situasjonen og de individuelle forhold hos de som eksponeres for støy. Virkningene av støyeksponering kan inndeles i direkte virkninger, som oppstår når hørselsorganet og hjernen mottar hørselsimpulser, og indirekte virkninger, som oppstår som følge av refleksaktivering og den subjektive tolkningen av støyen.

Allmenne støyplager og støysjenanse

Sterk støy kan være svært plagsomt. Opplevelse av å bli forstyrret under hvile / avkobling, samtale, lytting til radio / TV, eller i en arbeidssituasjon bidrar til redusert velvære og mistrivsel, og påvirker folks adferd og helsetilstand. En rekke utenlandske og norske undersøkelser dokumenterer en klar sammenheng mellom

støynivå og andelen av den eksponerte befolkningen som er sterkt støyplaget, og det er etablert dose-responskurver som uttrykker dette forholdet. Folks selvrapporterte plagethet er videre regnet som en god indikator på den risikoen for helseskade støyeksponeringen utsetter dem for.

Hørselsskader
Ved kraftig støybelastning kan det oppstå permanente hørselskader. Dette oppstår når sansecellene i det indre øret ødelegges. Spesielt skadelig er impulspregede lydtopper, men også støyende fritidsaktiviteter som diskotekbesøk o.l. kan gi skader. Støybelastning i miljøet for øvrig vil sjelden føre til permanente hørselstap.

Kommunikasjonsforstyrrelser
Støy dekker over eller maskerer annen lyd, for eksempel samtaler og lytting på radio / TV. Maskering av lydsignaler kan indirekte utgjøre en skaderisiko idet varselsignaler eller rop ikke kan høres. I skoler og andre institusjoner som driver med undervisning og opplæring, vil støy redusere kvaliteten på innlæringen. Barn, eldre, personer med fremmedspråklig bakgrunn, personer med hørselskade og hjerneskadede er mer følsomme for samtalemaskering idet de i utgangspunktet krever et bedre signal / støyforhold, ca. 10-15 dB, for å oppfatte verbal kommunikasjon like bra som normalhørende.

Psykofysiologiske virkninger og stress
Undersøkelser har knyttet psykofysiologisk stress sammen med mageplager og magesår, kreft, høyt blodtrykk, hjerte- og karsykdommer, muskelsmerter, immunsvikt, depresjon og angst osv., alt etter disposisjon og ulike kombinasjoner av samvirkende faktorer. Epidemiologiske undersøkelser basert på folks egenrapportering av egen helsetilstand (medisinske og psykososiale symptomer) viser at støybelastning ofte er knyttet til redusert søvnkvalitet, hodepine, magesmerte, tretthetsfølelse, og anspenthet. Det er ikke entydig påvist at støyeksponering gir en signifikant risiko for helseskade, men forskningsresultater gir holdepunkter for at støy som stressfaktor kan bidra til økt slitasje og aldring.

Søvnforstyrrelser
Støyeksponering påvirker søvn og hvile. Støy griper inn i søvnmønsteret og påvirker søvnen i retning av lettere søvn og våkenhet. Selv lave støynivåer kan forhindre innsovning, gjøre søvnen mindre dyp eller føre til oppvekking. Støyforstyrret søvn kan gi dårligere prestasjoner og redusert arbeidsproduktivitet den påfølgende dag. Det er stor sannsynlighet for at helsevirkninger kan oppstå hos de som i stille perioder av døgnet ikke har mulighet for å kompensere for virkningene som søvnforstyrrelser forårsaker. Det er også grunn til å hevde at langsiktige søvnforstyrrelser på grunn av støyeksponering innebærer en ekstra fysiologisk og psykologisk belastning som bidrar til økt risiko for helseskade.

2.3 Vurdering av støy på tvers av kilder – støyplageindeksen SPI

Vurdering på tvers av kilder

De ulike støykildene har til dels svært ulik karakter. Noen støykilder er mer eller mindre kontinuerlige, andre er periodiske eller uforutsigbare. Noen kilder gir jevn støy, andre har impulskarakter. Noen støyproblemer er varige, mens andre er midlertidige. Forskningen viser at samme lydstyrke fra f.eks veg, fly og industri gir ulike grader av støyplage.

Eksponering

De kildene som er nærmere vurdert her er vegtrafikk, flytrafikk, jernbane, industri, bygg- og anleggsvirksomhet, forsvarets øvings- og skytefelt, skytebaner, produkter (fritidsbåter, snøskutere og gressklippere) og motorsportsbaner. Arbeidet har gitt vesentlig forbedrede data om eksponeringen fra en rekke kilder.

Det nærmeste vi kommer "objektive" data om miljøtilstanden med hensyn til støy er antallet eksponerte personer fra hver støykilde. Det er innhentet eksponeringstall i 5 dBA intervaller basert på de beste tilgjengelige beregningsmodellene for hver støykilde. For noen kilder er det kartlagt et utvalg av støyeksponerte personer for deretter å skalere opp tallene til å gjelde på landsbasis. Dette innebærer en viss usikkerhet i det totale tallmaterialet. Datagrunnlaget varierer mellom kildene. For vegtrafikk finnes for eksempel ikke data for problemomfang i området 50 - 55 dBA.

Støyplageindeks

Befolkningen opplever støyplager fra ulike kilder. For å kunne sammenlikne støykildene med hensyn til deres relative betydning og for å kunne vurdere kostnadseffektiviteten på tvers av de ulike støykildene, har et internasjonalt anerkjent fagmiljø i Nederland utviklet en generelt anvendbar støyplageindeks (SPI).

Ved valget av SPI som plagethetsindikator er det lagt vekt på at indikatoren

- gir god beskrivelse av støyproblemet
- utnytter mest mulig av informasjonen om hvor mange som er eksponert for støy i gitte intervaller
- gir enkel og entydig sammenligning på tvers av støykilder
- er basert på et internasjonalt akseptert grunnlag

Det er videre lagt vekt på at de som er plaget ved relativt lave støynivåer bør være med i en helhetlig og økonomisk effektiv støypolitikk. Selv om andel plaget og graden av plager er lav ved lave støynivåer, er det mange personer som er utsatt for slike støynivåer.

SPI er en forbedring og videreutvikling av indikatoren "personer sterkt plaget" (PSP) som pr i dag benyttes for veg- og tildels jernbanestøy. SPI representerer slik sett ikke noe prinsipielt nytt.

Bruk av SPI vil som følge av at plage ved relativt lave støynivåer inkluderes i vurderingene, føre til at de støytiltakene som gir generelt lavere støynivåer med virkninger for mange mennesker vil komme noe bedre ut enn de tiltakene som bare reduserer de høyeste støynivåene. Her er SPI å foretrekke framfor PSP siden PSP ikke inkluderer effekter ved lave lydnivåer. SPI gir i tillegg en bedre lineær tilnærming til støyeffektkurven enn PSP. Det betyr at antakelsen om at det er en fast endring av SPI pr. dB endring fungerer bedre ved bruk av SPI enn ved bruk av PSP. Med en slik lineær kurve kan den relative effekten av tiltak beregnes uten å ta hensyn til ved hvilke støynivåer tiltaket settes inn. Det er denne regnemåten som er lagt til grunn her. Dette betyr med andre ord at effekten av et tiltak ikke reduserer effekten av et annet tiltak ved bruk av SPI.

Utgangspunktet for dose-responsfunksjonene som er benyttet i dette arbeidet er et arbeid utført ved det nederlandske forskningsinstituttet TNO (Netherlands Organization for Applied Scientific Research). TNO-Prevention and Health v/ Henk Miedema og Henk Vos, som har utarbeidet den benyttede metoden, er blant de ledende fagmiljøer på dette feltet.

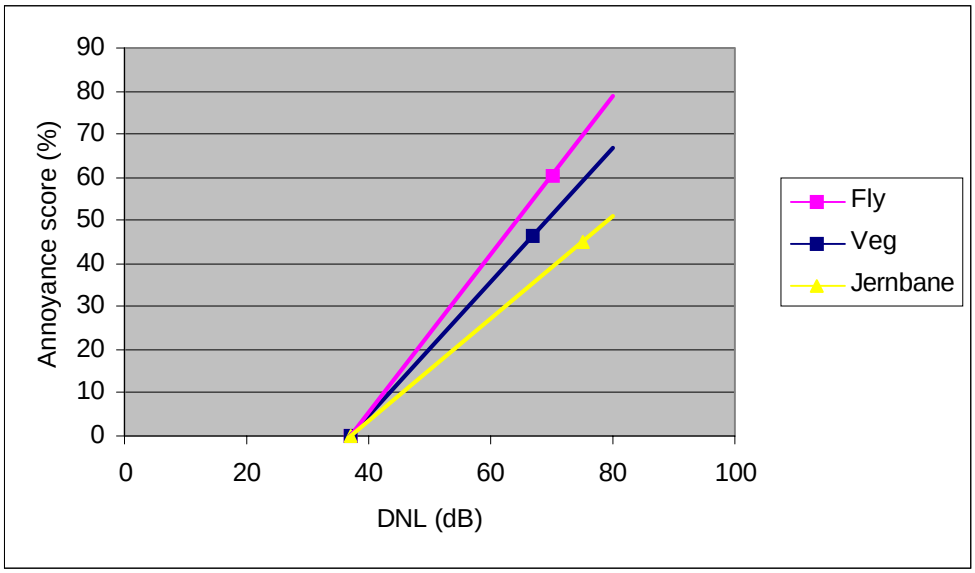
Miedema og Vos har etablert dose-responsfunksjoner som viser gjennomsnittlig plagegrad[1] ("annoyance score") for ulike lydnivåer. jf. figur 1. De ulike svarkategoriene i grunnlagsunndersøkelsene han bygger på er tilordnet en tallverdi slik at en person som er sterkt støyplaget teller mer enn en person som er noe plaget, som igjen teller mer en person som er litt plaget.

Grunnlagsmaterialet som ligger til grunn for dose-responsfunksjonene inneholder data fra et stort antall undersøkelser i ulike nord- og mellomeuropeiske land samt USA, Canada og Australia. Enkelte norske og svenske data er også med i undersøkelsene. Tilsammen 58.000 personer er blitt intervjuet og har oppgitt hvor plaget de er, samtidig som støynivået personene var utsatt for ble målt eller beregnet.

Beregning/definisjon av SPI

Til grunn for å beregne mengde SPI ligger oversikter som viser antall personer som eksponeres for støy i 5 dB-intervaller. Indeksverdien SPI beregnes ved å multiplisere antall eksponerte personer innen hvert støynivå (her målt i 5 dB-intervaller) med gjennomsnittlig plagegrad for dette lydnivået. Et eksempel på dette er vist i vedlegg 1. Gjennomsnittlig plagegrad viser hvor mye plage en gjennomsnittsperson opplever ved ulike lydnivåer fra ulike kilder på en plagegradsskala fra 0 til 1.

[1] "Gjennomsnittlig plagegrad" er en direkte oversetting av Miedemas "annoyance score".



Figur 1. Kurver som viser sammenhengen mellom "annoyance score" (gjennomsnittlig plagegrad) og støynivå DNL (frittfelt døgnekvivalentnivå med 10 dB nattillegg) for vegtrafikk, fly og jernbane (kilde TNO, 1999).

TNOs eller Miedemas kurver for veg, fly og tog er framstilt med en målestørrelse (DNL) som ikke er vanlig å bruke i Norge. Eksempelvis har vi for vegtrafikkstøy tradisjonelt benyttet døgnekvivalentnivå inklusiv fasadereflekskjon i stedet for frittfeltsverdi og uten korreksjon for støy om natten. Vi har derfor valgt å justere kurvene for å tilpasse materialet til målestørrelser som er vanlig å benytte i Norge. Hvilke korreksjoner som er foretatt er nærmere beskrevet i vedlegg 2.

Støy fra skytebaner og skytefelt er ikke behandlet av Miedema. Vi har derfor tatt utgangspunkt i dose / respons-kurver relatert til antall personer sterkt plaget av støy som er framkommet gjennom sammenstillinger av internasjonale undersøkelser presentert av det danske konsulentfirmaet DELTA Akustik & Vibration. Disse to kurvene for skytebaner (lette våpen) og skytefelt (tunge våpen) har vi lagt inn i Miedemas diagram med dose / respons-kurver for antall sterkt plagede for veg, fly og tog. Ved å studere sammenhengen mellom Miedemas kurver for antall sterkt plagede og kurvene for gjennomsnittlig plagegrad, har vi laget tilsvarende rettlinjede kurver for skytebaner og skytefelt uttrykt ved gjennomsnittlig plagegrad. Vi har valgt å beholde de opprinnelige målestørrelsene for skytebaner og skytefelt i DELTA-rapportene. Begge størrelsene er årsmiddelverdier som er A-veid for skytebaner med kveldsstraff på 5 dB og nattstraff på 10 dB og C-veid for skytefelt med kun nattstraff på 10 dB.

Omfanget av støyberegninger for å dokumentere støytilstanden og måloppnåelse må vurderes nærmere. Bruk av SPI betyr ikke at det nødvendigvis skal legges ned store ressurser i å kartlegge et stort antall bygninger som eksponeres for lave støynivåer. Det bør legges opp til en kostnadseffektiv datainnsamling, blant annet bruk av utvalgsundersøkelser og modeller, for å slippe å beregne støy for flere hundre tusen boliger. Det bør videre forutsettes at man kommer fram til en metode

som er tilfredsstillende både når det gjelder arbeidsmengde, kostnader og faglig kvalitet.

Det er ønskelig med tiden å forbedre grunnlaget for gjennomsnittlig plagegrad ved lave støynivåer for alle støykildene ved hjelp av såkalte dose-respons undersøkelser. Dette er imidlertid svært kostbare prosjekter, så det beste ville være å få til et internasjonalt samarbeid om slike undersøkelser. Enklere undersøkelser kan også vurderes.

Gruppering av kildene etter støyens karakter

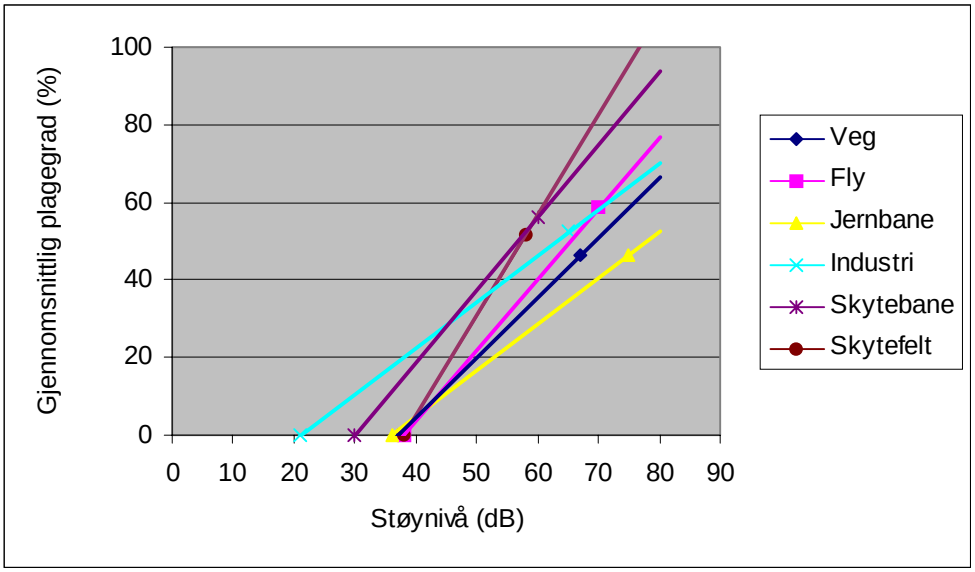
For de fire støykildene veg, fly, tog og industri er støyproblemene daglig støy**,** og plagethet beregnet ut fra eksponering for døgnekvivalent støy gir tall som er sammenlignbare. Forskjellene mellom lydens karakter med hensyn til plagethet for de tre samferdselskildene er grundig behandlet og kvantifisert ved utviklingen av Miedemas / TNOs indeks. For industri er det utledet en kurve basert på tidligere data publisert av Miedema.

For de øvrige støykilder er ulikhet i støyens varighet og til dels karakter så stor at direkte sammenligning basert på støyen over et døgn vil gi et skjevt bilde. For motorsportbaner og skytefelt er det ofte et sterkt begrenset antall bruksdager med til dels svært sterk støy som er problemet, mens det kan være mange dager med liten eller ingen støy. Skytebaner kan ha en jevnere bruk, men vil ofte ha store variasjoner i støyutslipp. For bygge- og anleggstøy er varigheten av støyproblemene begrenset, selv om støyen kan være meget sterk mens arbeidet pågår. En direkte sammenligning av disse støykildene med de fire første basert på døgnekvivalent støy ved typiske sterkt støyende bruksdager vil gi en for høy grad av varig plagethet fra disse kildene. Det er derfor valgt å beregne årsekvivalent støy for disse kildene, og vurdere plagethet på dette grunnlag. Slik vil plagetheten av kortvarige problemer reduseres i forhold til de kontinuerlige og varige kildene. Usikkerheten i selve indeksberegningen (SPI-beregninger) er liten for samferdselskildene, men relativt stor for de øvrige kildene. For skytebaner og skytefelt er dose / respons-sammenhengen i forhold til antall personer sterkt plaget og med de valgte målestørrelsene kjent, slik at usikkerheten i disse indeksberegningene vil være mindre enn for bygg / anlegg og motorsportsbaner.

For produktene gressklippere, snøskutere og fritidsbåter er det ikke beregnet noen tallfestet plageindeks, da det faglige grunnlaget for dette vurderes å være for dårlig. For gressklippere er effekten av tiltak som en første tilnærming målt som endring i persontimer eksponert for denne typen støy.

Kurver som viser "annoyance score"/gjennomsnittlig plagegrad

Kurver som viser “gjennomsnittlig plagegrad” (GP) for ulike kilder er vist i figur 2. Kurvene er framkommet ved korreksjon av Miedemas ligninger for “annoyance score”, jf. vedlegg 2. Likningene for industri, motorsport og bygg- og anlegg er like. Kurven for industri representerer derfor også kurven for motorsport og bygg- og anlegg.



Figur 2. Kurver som viser sammenhengen mellom gjennomsnittlig plagegrad (GP) og støynivå for ulike kilder. Kurven for industri representerer også motorsport og bygg- og anlegg. For alle kildene er det benyttet LAekv døgn med 3 dB fasadereflekssjon, unntatt for skytebaner (LADEN årsmiddel frittfelt) og skytefelt (LCDN årsmiddel frittfelt).

2.4 Nytten av redusert støy

Ved analyse av de samfunnsøkonomiske nyttene og kostnadene ved en tiltakspakke, er det behov for en enhetspris på den valgte støyindikatoren SPI. Prisen, eller nytten av at indeksen går ned med en enhet, bør ideelt være et uttrykk for hele befolkningens samlede betalingsvillighet for den samlede miljøforbedring som ligger bak en enhet av indeksen. Ulikheter i plagsomhet mellom kildene er tatt hensyn til ved beregningen av mengde SPI.

Grunnlaget for kvantifisering av nytten av redusert støy har til nå vært knyttet til indikatoren "antall personer sterkt støyplaget" (PSP). Basert på en gjennomgang av norsk og internasjonal litteratur synes verdier i området 5.000 kr pr år pr person sterkt støyplaget å være en nedre grense for en slik pris. Dette prisnivået samsvarer omtrent med en endring i eiendomspriser på 0.5% pr dBA, og er i samme størrelsesorden som det konservative estimatet som er funnet ved hjelp av betinget verdsetting i Norge. Når vi bl.a. tar hensyn til at vi skal prise et mer omfattende gode enn bare bokvalitet, at en enhet av indikatoren PSP er uttrykk for en større miljøendring som påvirker mange personer i større eller mindre grad, og at vi skal inkludere betalingsvillighet fra personer som ikke er støyplaget selv, men som har vilje til å betale for de aktuelle tiltakene, synes det klart at man bør velge en høyere pris. En foreløpig øvre grense synes å være i størrelsesorden 15.000 kr / PSP / år , som benyttet i Vegdirektoratets håndbok 140 for nye vegprosjekter.

Vi har her benyttet verdien 10.000 kr pr PSP som et grovt anslag på verdien av en enhet av indikatoren PSP. Med bakgrunn i den betydelige usikkerheten som

foreligger, bør det utføres følsomhetsberegninger med høyere og lavere priser for å se om dette endrer rangeringen av tiltak etter nytte / kostnadsforholdet.

Effekter av støy kan som beskrevet innledningsvis i kapittel 2.2 grupperes i:

i. Hørselsskader
ii. Psykofyiologiske virkninger og stress
iii. Søvnforstyrrelser (og potensiellt produktivitetstap)
iv. Kommunikasjonsproblemer (og redusert innlæring på undervisnings-institusjoner)
v. Almenne støyplager og støysjenanse

De verdier som er diskutert her, er i første rekke et uttrykk for punkt v), men inkluderer også de plager som folk selv kan oppfatte under punkt ii), iii) og iv). I tillegg til dette kommer verdien av samfunnsøkonomiske kostnader som folk ikke selv oppfatter eller kan forventes å inkludere i sin betalingsvillighet. Dette omfatter først og fremst produktivitetstap på grunn av søvnforstyrrelser, redusert effekt av undervisning med mer på grunn av støy, og helseskader med mer under pkt ii). Produktivitetstap på grunn av søvnforstyrrelser må antas å kunne ha økonomisk betydning. Effekter under punkt i) synes å ha lite omfang i forbindelse med støy i det ytre miljø, men kan være aktuelt i forbindelse med produktkrav, for eksempel for leketøy, og i arbeidmiljø. Slike skader bør tillegges betydelig vekt.

2.5 Omregning fra PSP til SPI

SFT har tidligere verdsatt en person sterkt støyplaget (PSP) til 10 000 kr pr. år for vegtrafikk. Denne verdsettingen er ekvivalent med en verdsetting på 200 kr pr. desibel, pr. støyeksponert person, pr. år. Kjernen er at en endring i på 1 dBA for en person, skal ha samme verdi uansett hvilken indeks som brukes. Hvis støyen øker med 1 dBA, blir en gjennomsnittlig person 2% mer sterkt plaget (VSTØY), noe som har en verdi på 2% av prisen på en hel PSP; det vil si 2% * 10.000 kr = 200 kr pr. person pr. dB pr. år. For SPI (veg) tilsvarer dette at 1,55 % av verdien av en hel SPI skal være 200 kr det vil si at X kr * 1,55% = 200, som medfører at X = 200 / 0,0155 = 12.903 kr, avrundet til 13.000 kr.

Vi erkjenner at denne tilnærming er beheftet med stor usikkerhet. Det vesentlige er at en marginal forbedring for en person skal ha samme verdi uansett hvilken indeks som brukes – det er samme prisen som er viktig i arbeidet, og en slik pris vi trenger for å sammenligne med kostnader pr SPI eller pr. dB. Når vi teller med alle grader av plagethet ligger det mer plage inne i hver enhet av indeksen, dvs 1 SPI omfatter mer plage enn en enhet PSP, og skal derfor ha en høyere totalpris, når den marginale endringen i støynivået for en person er priset likt. Enkelte fagmiljøer i Norge har reist tvil om verdsettingen av støyplagen pr SPI kan være så høy som 13000 kr.

Referanser kapittel 2

Miedema and Vos: Exposure-response relationships for transportation noise. J. Acoust. Soc. Am. 104, 1998.

Henk ME Miedema, Henk Vos: Supplement to J. Acoust. Soc. Am. 104 (6), December 1998, Exposure-response relationships for transportation noise. TNO report PG/VGZ/99.043, September 1999.

Henk Miedema: Response functions for environmental noise. Proceedings for Noise & Man `93. TNO Institute of Preventive Health Care, 1993.

Jørgen Jakobsen og Birger Plovsing: Støj fra lette våben på skyde- og øvelsesområder. DELTA Akustik & Vibration Rapport AV 1000/95. 1995.

Jørgen Jacobsen og Birger Plovsing: Støj fra tunge våben på skyde- og øvelsesområder. DELTA Akustik & Vibration Rapport AV 511/95, 1995.

3. Framskrivninger til 2010 og mulige tiltak for hver kilde

For hver kilde presenteres situasjonen i 1999, en basisframskriving til 2010 uten nye støytiltak, og to alternative scenarier for 2010 dersom det settes inn tiltakspakker med økende omfang. Alternativ A har et lavere ambisjonsnivå enn alternativ B. Effekter i redusert støyplage er beregnet med basisalternativet i 2010 inkludert, og de samfunnsøkonomiske kostnadene er beregnet som årskostnader i 2010, i 1999-kroner. Ambisjonsnivået for alternativ A og B er valgt skjønnsmessig, med tanke på at alternativ A skal være klart realistisk med en mindre styrking av virkemiddelbruken, mens alternativ B skal vise hva det er mulig å oppnå ved en relativt kraftig virkemiddelbruk. Spørsmålet om en balansert satsing på tvers av støykildene drøftes nærmere i kapittel 4, med utgangspunkt i informasjonen som framkommer i kapittel 3.

Når det gjelder kostnadsberegningene er det forutsatt at alle engangskostnader for tiltakene falt i år 1. Engangskostnadene fordeles på 10 år med 7 % rente som gir en korreksjonsfaktor på 0,1359, avrundet til 0,14 hvis ikke annet er sagt. For noen få kostnader hvor levetiden av tiltaket åpenbart er lengre enn 10 år (for eksempel bygninger) er det benyttet 20 år med 7 % rente som gir en korreksjonsfaktor på 0,0944. Ved å regne at alle engangskostnader faller i år 1, gjøres en tilnærmelse som medfører at de beregnede kostnadstallene blir noe for høye i forhold til de reelle kostnadene.

Ved beregning av antall SPI pr. dB er stigningskoeffisienten for kurvene som viser gjennomsnittlig plagegrad multiplisert med totalt antall støyeksponerte innenfor hver støykilde. Da det i de fleste tilfellene ikke foreligger noen kartlegging av antall eksponerte ved lave støynivåer, blir tallene for beregnet SPI pr. dB for lave. Dermed blir tiltakskostnadene pr. SPI for høye. Dette kan sees på som en sikkerhetsmargin for utregnede kostnader pr. SPI, hvor grensekostnaden for samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak er satt til 13 000 kr pr SPI pr år.

SPI-tallene er i dette kapittelet ikke avrundet fordi tallene skal være gjenkjenbare og kunne kontrollberegnes. Avrunding av SPI-tallene er først foretatt under oppsummeringen i kapittel 4.

3.1 Støy fra vegtrafikk

Vegtrafikk som støykilde

Vegtrafikk er den største støykilden utendørs i Norge. Personer som bor eller oppholder seg i nærheten av høytrafikkerte veger, vil oppleve støyen som en jevn dur. Den konstante bakgrunnsstøyen kan gi symptomer som trøtthet, hodepine og lignende. Ved korte avstander til veg er det ofte støytoppene som oppleves mest sjenerende. I byer og i kryss kan kjøremønster gi sjenerende variasjoner når kjøretøyene bremser opp og akselererer. Støytopper kan forstyrre konsentrasjon og gjøre det anstrengende å føre en samtale. Tungtrafikk om natten virker spesielt negativt i boligområder. I områder med løsmasser kan støy fra tungtrafikk følges av vibrasjoner i bygningene. Dette gir en forsterkning av plagen av støyen. Andre belastninger i tillegg til støy, kan ha stor innvirkning og forsterke opplevelsen av plage. Støy fra vegtrafikk kan påvirke helse og trivsel i stor grad.

De dominerende delkildene ved vegtrafikkstøy er motor- og dekkstøy. Ved lave hastigheter dominerer motorstøy, ved høyere hastigheter dekkstøy. Trafikkmengde og hastighet må reduseres betydelig for å gi merkbar reduksjon i lydtrykknivå. En halvering av trafikkmengden gir ca 3 dBA reduksjon, mens en hastighetsreduksjon på 10 km/t gir ca 2 dBA reduksjon i ekvivalent støy.

Dagens situasjon

Tabell 1: Antall personer eksponert for vegtrafikk, dBA døgnekvivalent støy, og beregnet verdi av støyplageindeksen SPI.

Intervall, dBA	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**>70**	**Sum**	**SPI**
Antall personer	**411.900**	**385.800**	**204.460**	**57.040**	**1.059.200**	**411.413**

Basisframskriving 2010

Utviklingen av vegtrafikkstøyen avgjøres av trafikkmengde, tekniske endringer på kjøretøyene og eventuelle tiltak på eller langs vegen. Økt trafikk drar i negativ retning, mens støydemping og utvikling på vegdekkesiden reduserer støyen. Utviklingen av støyegenskapene til kjøretøy og bildekk står sentralt når det gjelder muligheten til å oppnå vesentlige forbedringer og redusere utslippet ved kilden.

Tabell 2: Konkrete vurderinger i forhold til utviklingstrekk, og de beregnede effekter målt som SPI.

Utviklingstrekk	**Vurdering**	**Effekt i basisfram-skrivingen**
a) Teknisk utvikling mhp. Kjøretøyenes utslipp av støy (motor og bildekk)	Det forventes fortsatt nedgang i motorstøy, særlig ved lave hastigheter og mest for tunge kjøretøy.	-16.700 SPI (dvs. redusert)
b) Trafikkvekst	Trafikkvekst er lagt inn med prognosen fra nasjonal transportplan (NTP) 2002-2011.	13.360 SPI (økning)
c) Vegbygging	Støyvirkningen av bundne prosjekter i NTP[2]	- 550 SPI
d) Støyskjermingstiltak	Tiltak som er påkrevd etter grenseverdiforskriften[3] legges inn	- 750 SPI
e) Fasadeisolering	Tiltak som er påkrevd etter grenseverdiforskriften legges inn	- 4.980 SPI
Sum		- 9.620 SPI

9.620 SPI redusert tilsvarer en reduksjon på 2,3 % i forhold til 1999-situasjonen.

Utdyping av punkt a) og b) i tabellen:

Trafikkvekst er lagt inn med prognosen som ligger til grunn for transportetatenes forslag til Nasjonal transportplan (NTP). I henhold til denne vil trafikken øke med 19,5 % i perioden 1.1.1999 – 1.1. 2010. Dette tilsvarer en økning i støyemisjon på ca. 0,8 dBA og en økning på 13.360 SPI (1 dB økning for alle støyutsatte tilsvarer en økning på 16.700 SPI).

Det er usikkerhet knyttet til basisframskrivingen av motorstøy og bildekkstøy fra kjøretøyene, fram til 2010. Framskrivingen er utført av SINTEF [ref. 1]. De forventer en reduksjon av motorstøyen på 1-2 dB, som følge av strukturtiltak (på motorblokken), forbedrede eksossystemer og forbrenningssystemer, først og fremst rettet mot bedre komfort for personer inne i bilen. Effekt av endret girsystem (større innslag av automatgir) kan også gi en viss støyreduksjon (avhenger av kjørestil). Felles for disse tiltakene er at de kun gjelder for nye biler og virkningen på det samlede ekvivalentnivå i år 2010 vil avhenge av utskiftningstakten av bilparken. I basisframskrivingen legges det ikke inn noen effekt av elektriske biler, da omfanget forventes å bli for lite i perioden til å gi effekt.

[2] Alle referanser til NTP i denne rapporten er basert på foreløpige interne utkast til etatenes forslag til NTP, slik disse var gjort kjent gjennom Vegdirektoratets bidrag til arbeidet fram til ca 15/9-99.

[3] Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy.

I tillegg til de nevnte forhold må det ventes en virkning av den kravskjerpingen som ble gjennomført i EU/EØS i 1996/97. På grunn av mangel på målinger av faktisk støyreduksjon på nye biler som følge av denne kravskjerpelsen, er det vanskelig å anslå faktisk effekt på motorstøyen fra lette og tunge kjøretøyer. Av flere grunner kan ikke de nominelle skjerpelsene i dB oversettes direkte til faktisk motorstøyreduksjon for den gjennomsnittlige nye, lette eller tunge kjøretøy. For de tyngre kjøretøyene var imidlertid nominell kravskjerpelse betydelig (4 dB), og det er å forvente at det etterhånden vil merkes på veiene.

Det ventes at EU vil vedta et dekkstøydirektiv. Et utkast er nå i rådsfasen. Utkastet er imidlertid så svakt at det ikke ventes å gi seg utslag i lavere gjennomsnittlig støynivå fra bildekk, såfremt ikke kravnivået skjerpes i perioden fram til 2010. I basisframskrivingen er det derfor ikke lagt inn noen virkning av dekkstøydirektivet.

I tabell 3 oppsummeres de forutsetninger som er gjort i ref. [1], og som ligger til grunn for punkt a) i tabell 2:

Tabell 3: Forventede reduksjoner i støynivå fra kjøretøy i 2010 i forhold til i dag, uten nye tiltak. Døgnekvivalentnivå, dBA.

Kategori	Lette kjøretøyer, dBA			Tunge kjøretøyer, dBA			Reduksjon Lekv dBA
	Motor	Dekk	Totalt	Motor	Dekk	Totalt	
Bytrafikk 30-60 km/t	**2**	**0**	*0.9*	**3**	**0**	*2.0*	*1.4*
Landeveg 60-90 km/t	**1**	**0**	*0.1*	**2**	**0**	0.9	*0.5*

Tallene med fet skrift i tabellen representerer de primære antakelsene/framskrivningene. Tallene med kursiv følger beregningsmessig av disse. Ved beregningen er det lagt til grunn en fordeling av støyemisjonen i dagens situasjon mellom motorstøy og dekkstøy, for lette og tunge kjøretøyer, og for henholdsvis bytrafikkforhold og landevegsforhold. (Disse fordelingene er gjengitt i neste avsnitt.) Det understrekes at tallene gjelder for et gjennomsnitt av kjøretøyparken i 2010, sammenliknet med 1999 (ref. [2]).

For vegnettet generelt regnes middelverdien av de to kategoriene veger og avrundes til nærmeste 0,5 dBA. Konklusjon: En kan forvente en reduksjon i ekvivalent støynivå på 1 dBA i forhold til dagens situasjon i 2010. Dette tilsvarer 16.700 færre SPI.

<u>Usikkerhet i framskrivingen</u>
Det knytter seg usikkerhet til 1999-estimatet på 411.000 SPI. Dette skyldes bl.a. at deler av vegnettet ikke er støykartlagt, men estimert ut fra det kartlagte vegnettet. Usikkerheten i total SPI-mengde kan være i området 20-30 %. I tillegg kommer

usikkerheten i framskrivningen. Viktig her er det bl.a. at det relative forhold mellom dekkstøy og motorstøy er riktig anslått i utgangspunktet, her er det helt klart usikkerhet, og hvor mye mindre støyende nye kjøretøyer er blitt etter skjerpelsen av støykravene i 1996/97. På bildekksiden er det rimelig klart at det foreslåtte EU-direktivet ikke vil få noen virkning. Det synes imidlertid som det foregår en interessant teknisk utvikling når det gjelder gummiteknologi. Dette er et høyteknologisk felt og det er en viss mulighet for at tidligere uforenlige spesifikasjoner til bilgummien nå kan realiseres, og at dette kan gi seg utslag i mindre støyende dekk selv uten "myndighetspress".

Tiltak – effekter og kostnader

Kildereduksjon - kjøretøy

a) Bildekk og motor

Støykrav til kjøretøy samt målemetode er harmonisert i EØS-avtalen. Norge må derfor følge utviklingen innen ECE/EU og kan ikke introdusere særnorske bestemmelser. Norge kan selvsagt søke å påvirke de internasjonale prosessene. På nasjonalt nivå er det først og fremst utskiftningstakten og andel av de minst støyende produktene i nysalget som kan påvirkes. Dette kan skje gjennom differensiering av bomavgifter og i forbindelse med vegprising, gjennom miljømerking, frivillige bransjeavtaler og andre informasjonstiltak. Videre kan bruken og bruksmulighetene for kjøretøyene påvirkes, for eksempel gjennom soneinndeling og tungtrafikknett med mer med ulike bestemmelser etter kjøretøyenes støyegenskaper. I dag kan ikke engangsavgiftene for kjøretøyer differensieres etter støynivå, men årsavgiften kan antagelig differensieres. EUs arbeide med å utvikle en ny støypolitikk kan medføre at dagens sperringer på virkemiddelbruken kan tenkes å bli opphevet. Støydifferensierte avgifter på bildekk kan innføres.

Internasjonale tiltak – lavt ambisjonsnivå (Alternativ A):

Det antas at utarbeidelsen av en ny ISO-målemetode vil føre til at metoden blir bedre fokusert mot de driftsforhold for motorene som betyr mest i praksis, og at dette vil føre til en støyreduksjon på om lag 1 dBA. I basis er det ikke regnet med at en ny ISO-målemetode vil føre til noen støyreduksjon.

Det antas at nye strengere støyregler kan innføres i EU, og at dette vil gi 1 dBA redusert motorstøy på landeveg og 2 dBA redusert ved bykjøring. Motortiltakene kan blant annet omfatte:

- Delvis innkapsling/skjerming av motor.
- Bruk av "common rail"-teknikk for dieselmotorer (gir renere forbrenning og lavere støy).
- Økt bruk av lettmetall.
- Optimaliseringsprogram for girsystem som gir lavt forbruk, og "støysvak" kjørestil.

En moderat skjerping av EUs forslåtte støykrav for dekk antas å gi 1 dBA redusert støy under alle typer kjøring.

Nasjonale tiltak– lavt ambisjonsnivå (Alternativ A):
Det forutsettes i begge lavstøyscenariene at det oppnås økt omsetning av støysvake kjøretøyer og dekk, ved hjelp av virkemidler som nevnt ovenfor.

Effekter ved lavt ambisjonsnivå (alternativ A):

Tabell 4: Forventede reduksjoner i dBA, lavt ambisjonsnivå (alternativ A).

Kategori	Lette kjøretøyer			Tunge kjøretøyer			Reduksjon i Lekv, dBA
	Motor	Dekk	Totalt	Motor	Dekk	Totalt	
Bytrafikk 30-60 km/t							
Intern. Tiltak	**2**	**1**	1.5	**1**	**1**	1.0	1.2
Nasj. Tiltak	**1**	**2**	1.5	**2**	**1**	1.7	1.6
Sum	3	3	3	3	2	2.7	2.8
Landeveg 60-90 km/t							
Intern. tiltak	**1**	**1**	1.0	**1**	**1**	1	1.0
Nasj. tiltak	**1**	**2**	1.9	**1**	**1**	1	1.4
Sum	2	3	2.9	2	2	2	2.4

I tillegg kommer effekt av forbedret målemetode på 1 dBA, slik at totaleffekten på ekvivalentnivået blir fra 3.4 til 3.8 dBA.

Konklusjon:
Nasjonale tiltak, Motor/dekk: 1.5 dBA
Internasjonale tiltak, Motor/dekk: 1 dBA + målemetode 1 dBA = 2 dBA

For alternativ A kan man totalt forvente en reduksjon av ekvivalentnivået på 3,5 dBA i forhold til basisframskrivningen, som følge av internasjonale og nasjonale tiltak på motor og dekk. Dette gir 73.500 færre PSP. Bare nasjonale tiltak gir 1,5 dBA eller 31.500 SPI reduksjon i forhold til basis.

Tallene som er markert med fet skrift i tabellen, representerer SINTEFs vurdering av effekter på gjennomsnittlig kjøretøy eller dekk i den kjøretøyparken man vil ha i 2010. Alle effektene er forutsatt oppnådd ved at nye biler og dekk i gjennomsnitt har bedre egenskaper enn eldre modeller hadde (det er ikke forutsatt noen etterisolering av eksisterende biler).

De øvrige tall i tabellen framkommer ved enkle beregninger. Basis for disse beregningene er anslag på den relative betydning av motorstøy og dekkstøy for

dagens bilpark, lette og tunge kjøretøyer, ved henholdsvis bytrafikkforhold og landeveisforhold:

Lette kjøretøyer:
- Bytrafikk: Motorbidrag: 50 % , dekkbidrag: 50 %
- Landeveg; Motorbidrag: 10 %, dekkbidrag: 90%

Tunge kjøretøyer:
- Bytrafikk: Motorbidrag: 70%, dekkbidrag: 30%
- Landevei: Motorbidrag: 50%, dekkbidrag: 50%

Det er videre regnet med en tungtrafikkandel på 10 %, og forutsatt at tunge kjøretøyer har et midlere støynivå som er 10 dBA høyere enn lette (det siste er neppe helt riktig, men følsomhetberegning viser at dette tallet er nøyaktig nok).

Internasjonale tiltak – ekstra virkemidler ved høyt ambisjonsnivå (alternativ B):
- Det forutsettes at støyemisjonskravene for kjøretøy skjerpes med 3 dBA innen år 2010.

- Som følge av dette reduseres motorstøy med 3-4 dBA for alle driftsforhold.

- Elektriske kjøretøyer antas å ha et motorstøynivå (fra el.motor og transmisjonssystem) 4 dBA lavere enn de med forbrenningsmotor. Biler med brenselsceller antas å ha omtrent samme støynivå som elektriske, dvs. ca. 4 dBA lavere enn biler med forbrenningsmotor.

- FoU-innsats for å kommersialisere dekk av typen ”Composite wheel”. Potensiell reduksjon: 10 dBA. Dekktypen kan først og fremst egne seg for distribusjonsbiler i bytrafikk (med lave hastigheter).

- Optimalisering av mønster og gummi. Potensiell reduksjon: 4-8 dBA for personbildekk og 2-6 dBA for tunge kjøretøyer.

- Nytt design rundt hjulkasser; skjerming, absorbent i hjulkasse. Potensiale: 2-3 dBA reduksjon.

Nasjonale tiltak – ekstra virkemidler ved høyt ambisjonsnivå (alternativ B):
- Virkemidler som under alternativ A, men brukt mer aggressivt.

- Deltakelse i internasjonalt FoU-program for utvikling av støysvake dekk.

Effekter ved høyt ambisjonsnivå (alternativ B):

Tabell 5: Forventede reduksjoner i dBA, høyt ambisjonsnivå (alternativ B) i forhold til basis, 2010.

Kategori	Lette kjøretøyer			Tunge kjøretøyer			Reduksjon i Lekv, dBA
	Motor	Dekk	Totalt	Motor	Dekk	Totalt	
Bytrafikk 30-60 km/t							
Intern. tiltak	3	3	3	2	3	2.3	2.6
Nasj. tiltak	2	2	2	2	2	2.0	2.0
Sum	5	5	5	4	5	4.3	4.6
Landeveg 60-90 km/t							
Intern. tiltak	2	4	3.7	2	3	2.3	2.9
Nasj. tiltak	2	3	2.8	1	2	1.6	2.0
Sum	4	7	6.5	3	5	3.9	4.9

Ved å inkludere 1 dBA reduksjon som følge av forbedret målemetode, får man en total effekt på ekvivalentnivået på fra 5.6-5.9 dBA.

Konklusjon:
Nasjonale tiltak, Motor / dekk: 2 dBA
Internasjonale tiltak, Motor / dekk: 2.5-3 dBA + 1 dBA for målemetode

For dette alternativet kan en totalt forvente en reduksjon av ekvivalentnivået på 6 dBA i 2010 i forhold til basisframskrivningen ved en kombinasjon av nasjonale og internasjonale tiltak. Dette tilsvarer 126.000 færre PSP (99.540 SPI). Bare nasjonale tiltak gir 2 dBA eller 42.000 PSP (33.180 SPI) i forhold til basis.

SINTEF presiserer at de tiltakene som foreslås i dette mest ambisiøse alternativet må vurderes med forsiktighet når det gjelder realismen mhp. reduksjon i kildenivå innenfor de tidsrammene som er satt. De forutsetter en vesentlig vilje til å redusere støy fra dekk og motor, og kan kun forventes realisert ved et sterkt internasjonalt samarbeid gjennom økt satsing på FoU-tiltak og vedrørende forskrifter og grenseverdier

Tiltakene er statlig ansvar. De har effekt på utenivåene over hele vegnettet, og indirekte effekt på innenivåene.

Kostnader ved tiltak innen bildekk- og motorstøy
Det er svært vanskelig å anslå kostnadene for tiltak på kjøretøyer og dekk som gir lavere støy til omgivelsene. Som regel vil denne type støyreduksjon komme som en sekundæreffekt av tiltak som kan være rettet mot forbedret komfort for fører og

passasjerer, eller for å redusere vekt, og optimalisering av forbrenning (lavere avgassutslipp).

Bilprodusenter SINTEF har vært i kontakt med vil ikke gi separate kostnadstall for f.eks. å redusere ekstern støy med et gitt antall dB. I følge Sandberg (1999) har en bilprodusent anslått kostnadene forbundet med støyreduksjon (motorstøy) å være ca. 1000 kr / dBA. En reduksjon på 3 dBA fra dagens nivå ville da medføre en kostnadsøkning på ca. 3000 kr., eller ca. 3 % av kostnadene for en småbiltype (VW Polo, Opel Corsa osv.) i Norge.

Da det ble aktuelt å innføre innkapsling av motor for tunge kjøretøyer (et relativt omfattende tiltak), som følge av 80 dBA-kravet, skal dette ha medført et pristillegg på fra 5-9 %. Det er imidlertid knyttet usikkerhet til dette.

SINTEF har i ref. [1] satt opp et regneeksempel med utgangspunkt i disse tallene (3-5 % økning i nybilprisen), samt for dekk 5 % økt kostnad pr dBA. SINTEF presiserer imidlertid (ref. [2]) at de anvendte kostnadene i regneeksemplet (1000 kr pr. dBA for lette kjøretøyer og 4000 kr pr. dBA for tunge kjøretøyer) er å anse som "maksimalkostnader for motortiltak, i hovedsak basert på kostnader for innkapsling av motor. For en lang rekke av dagens kjøretøy eksisterer det allerede en betydelig grad av skjermingstiltak, ikke minst for dieseldrevne tunge kjøretøy, der omtrent alle nye typer har komplett innkapsling. Også mange bensindrevne personbiler har delvis skjermet motorrom, slik at en tilleggskostnad på 1000 / 4000 kr må vurderes som en maksimalkostnad og de beregnede totale kostnadene for de ulike alternativene i notatet må ansees som en "worst case-situasjon."

Ut fra effektene i desibel som er vist foran, og opplysninger om salgsvolum mm., er følgende kostnader beregnet i mill kr pr år i dette regneeksemplet (ref. [1]).

Tabell 6: Kostnader for alternativ A og B beregnet i mill kr pr år.

	Alternativ A	Alternativ B
Lette kjøretøy	738	1444
Tunge kjøretøy	168	280
Totalt	906	1724

I sluttfasen av det arbeidet som ligger til grunn for denne rapporten framkom det ny informasjon vedrørende økonomi og tekniske muligheter, både for dekk og motor (oppsummert i brev fra SINTEF (ref. [3])). Dette sannsynliggjør at kostnadene vil være mindre enn de som er vist i regneeksemplet ovenfor.

Kildereduksjon - infrastruktur

Utenlandske erfaringer gir klare indikasjoner på at støysvake vegdekker kan gi en stor støygevinst. Med støysvake dekker menes i første rekke ulike typer porøse dekker med en mulighet for reduksjon opp mot 4 dBA, samt ulike støysvake tynne, tette dekker med en mulig reduksjon på 1,5 dBA. Dette er imidlertid støyreduksjonstall for nye vegdekker. I følge Vegdirektoratet er det knyttet

usikkerhet til overføringsverdien til norske forhold grunnet klimatiske forhold, samt holdbarheten av støydempingseffekten til selve de støysvake vegdekkene. SFT har til tross for disse usikkerhetene likevel valgt å beregne potensialet for reduksjon i SPI ved de ulike typene støysvake vegdekker, ved gitte forutsetninger om andeler piggfrie dekk. Beregningene er gjort på bakgrunn av ViaNovas vurderinger av potensialet for bruk av støysvake vegdekker.

b) Støysvake tette vegdekker – begrenset omfang

Når piggfriandelen når 80% kan støysvake tette vegdekker som gir 1,5 dBA reduksjon benyttes uten ekstra kostnader, eller med beskjedne ekstra kostnader, i et omfang som tilsvarer en reduksjon på 9678 SPI (ref.[4]).

En type (eller klasse) støysvake tette dekker som er aktuell, og som nå brukes relativt mye i en del andre land, er såkalte tynndekker. I Braillys undersøkelse (ref. [6]) framkom det at slike dekker, slik de er benyttet på de motorvegstrekningene i Frankrike som inngår i hennes undersøkelse, hadde om lag like god ulykkesreduserende virkning på våt bar veg som drensasfalt.

Wright (ref. [7]) redegjør i artikkelen ”Thin layers – less noise” for ulike typer av tynndekker og engelske erfaringer med disse. Det er et bredt spektrum av undertyper og teknologier innenfor begrepet ”tynndekker” slik det brukes i Frankrike og England, fra dekker med en lagtykkelse på 3-4 cm (som er den vanlige lagtykkelsen for dekker i Norge), til de helt ultratynne.

c) Støysvake tette vegdekker – større omfang (og større kostnader)

Støysvake tette vegdekker kan også benyttes i større omfang enn forutsatt i ref.[4], for eksempel i områder der 80 % piggfrihet ikke helt er oppnådd. Da blir kostnadene større, men tiltaket ventes likevel å bli samfunnsøkonomisk lønnsomt, selv før den mulige ulykkesreduserende virkningen tas med i vurderingen. Antatt virkning, i tillegg til virkningen angitt ovenfor, er 10.000 SPI.

d) Drensasfalt

Hvis andelen piggfrie dekk går ytterligere opp og blir om lag 95%, blir det praktisk mulig å benytte drensasfalt, som gir 4 dBA redusert støy.

Beregninger som ble utført i 1998 tyder på at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt, med god margin, å gå fra 80 % til 95 % piggfriandel i de fire største byområdene[4]. Beregningene ble basert på en ny kjøring med veggrepsprosjektets modell, beregninger fra ViaNova om støynytte av drensasfalt, vurderinger av trafikksikkerhetseffekt fra TØI, samt ulykkeskostnader fra en studie gjennomført av ASPLAN i Drammen. Beregningen har åpenbart stor usikkerhet.

Det er usikkerhet også knyttet til de 4 dB virkning av drensasfalt som er forutsatt i beregningene. Usikkerheten er knyttet til langtidsvirkningen av den støyreduserende effekten. Det er forutsatt at dekkene renses to ganger pr. år for å

[4] *Tiltak og virkemidler for å nå ulike nivå for luftkvalitet.* Miljøverndepartementet, 1999. 60 s. Se spesielt avnittene 3.8.2.2 og 3.9.2.3 .

bevare den støyreduserende virkningen. Usikkerheten har å gjøre med om dette er tilstrekkelig, selv om det tas i bruk rensemetoder som hevdes å være bedre enn de som til nå er prøvd i Norge. Beregninger viser imidlertid at det vil fornuftig å øke rensehyppigheten hvis det er behov for det. I kostnadsoverslagene er det tatt hensyn til 1 rensing pr. år, samt en kortere levetid for drensasfalten. Kostnadene pr. rensing er relativt små, og etter vår vurdering vil nytte / kostnadsforholdet for drensasfaltbruken ved økt rensehyppighet ikke svekkes i noen avgjørende grad.

TØI tilrådde i 1998 at 4 % redusert ulykkestall ved drensasfalt, som er laveste anslag på effekt i et intervall oppgitt i Trafikksikkerhetshåndboka, kan legges til grunn. På grunn av denne gode effekten på trafikksikkerhet viser beregningene at tiltaket ved en begrenset gjennomføring på de mest trafikkerte og støyutsatte strekninger i de fire største byområdene er samfunnsøkonomisk lønnsomt også før man trekker inn nytten av redusert støy.

Det er kommet innvendinger mot å legge redusert ulykkestall til grunn for samfunnsøkonomiske vurderinger nå, uten at dette er begrunnet i ny dokumentasjon ifht. det som ble vurdert i 1998. Dersom ulykkesnytten ikke tas med, blir kostnadene av å legge drensasfalt, gitt at vi har en piggfriandel på om lag 95%, i størrelsesorden 2000-9000 kr pr SPI redusert. Nytten av redusert mengde svevestøv (PM10) er ikke verdsatt i noen av disse beregningene.

Spørsmålet om den mulige ulykkesreduserende virkning av drensafalt er tatt opp med TØI på nytt i forbindelse med ferdigstillelsen av denne rapporten. Usikkerheten er betydelig, og det er behov for å gjennomføre forskning for å redusere den. Med dette forbeholdet, ser TØI det som greit at beregningene i denne rapporten tar utgangspunkt i den ulykkesreduserende effekten av drensasfalt som er angitt i Trafikksikkerhetshåndboka. En del av den ønskelig forskning kan gjennomføres på tette vegdekker, da usikkerheten i vurderingen av drensasfalt til dels er knyttet til hvor stor overhyppigheten av ulykker på våt bar veg faktisk er.

1998-beregningene (ref. [4]) viste en reduksjon på ytterligere 13 000 SPI (totalt 22 515 SPI) dersom det legges drensasfalt på den delen av vegnettet i de fire største byområdene der nytte / kostnadsforholdet er høyest.

e) Fartsreduksjon

Nedsatt fartsgrense fra 80 til 70 (reelt blir hastighetsreduksjonen 3 km / t) gir 0,75 dBA redusert støy. Dersom man antar at tiltaket iverksettes på 20 % av vegnettet, gir det en reduksjon i SPI på 2.490. Tiltaket er forutsatt gjennomført på 10% av vegnettet i anbefalt strategi og på 20% i miljøstrategien i etatenes utkast til Nasjonal transportplan .

En endring fra 50 til 30 i bysentrum / boligområder gir en hastighetsreduksjonen på 5 km / t og 1,5 dBA redusert støy. I tillegg kommer effekten av en jevnere kjørestil, som i gjennomsnitt kan redusere støynivået med 0,5 dBA i tillegg. Tiltaket er forutsatt gjennomført på 4% av vegnettet i både anbefalt strategi og miljøstrategien i etatenes utkast til Nasjonal transportplan. Dette gir en reduksjon på 1.330 SPI.

Samlet effekt er 3820. Det er forutsatt litt mindre tiltaksomfang enn dette i alternativ A og litt større i alternativ B.

Reduksjon av fartsgrensen er i tillegg et viktig trafikksikkerhetstiltak, og gir også redusert oppvirvling av svevestøv.

Fartsreduksjonstiltak kan, i hht. utførte beregninger, utformes på en slik måte at de er samfunnsøkonomisk lønnsomme. De tiltak som legges inn i alternativ A og B forutsettes utformet slik at de gir lønnsomhet. I noen foreløpige beregninger var det forutsatt meget stor grad av politiovervåking, dette viste seg ikke lønnsomt. I det videre arbeid bør det derfor fokuseres på andre virkemidler, som bruk av transporttelematikk – jf. omtalen av dette i foreliggende utkast til plandokument for Nasjonal transportplan.

Usikkerheten i angitt virkning av dette tiltaket er betydelig. Virkningen kan være større enn anslått.

f) Miljøgater

Miljøgater kan utformes slik at de også gir bra effekt på støy, selv om hovedformålet hittil har vært nærmiljø/landskap og trafikksikkerhet. Tiltaket overlapper delvis med fartsreduksjon. Kostnadene ved miljøgater slik de er definert i nasjonal transportplan, der estetikk og sikkerhet er utgangspunktet, er 11,25 mill kr pr km, og med 100 km omfang gir dette 632 SPI i tillegg til fartsreduksjon. Dersom alle kostnader legges på støy, tilsvarer dette 168.000 kr pr SPI pr år med 20 års levetid. Med alle effekter inne kan tiltaket likevel være lønnsom totalt sett.

g) Riksvegprosjekter

Støyeffektene av de investeringsprosjekter som er foreslått i etatenes utkast til anbefalte strategi og miljøstrategi i Nasjonal transportplan er vurdert. Vegbygging gir i seg selv liten effekt på støy, fordi det normalt vil være støyutsatte både langs gammel og ny veg mm. Ofte er skjerming og andre tiltak en del av prosjektene. En virkning som kan være betydelig, men som i dag synes å bli dårlig fokusert og utnyttet, er muligheten til å avlaste boligområder for trafikk i forbindelse med bygging av nye veglenker.

Vegmyndighetenes (statlige og kommunale) etablerte virkemidler kan benyttes til å gjennomføre alle tiltak av type b)-f). Tiltak b) og c) er i første rekke aktuelt i de 4 største byområdene.

Kildereduksjon - trafikkmengde

h) Vegprising m/kollektivsatsing

Utnyttelse av bomring eller andre former for vegprising i de største byene vil sammen med en satsing på kollektivtrafikken kunne bremse veksten i personbiltrafikken, og gi noe redusert støy. Tiltaket er vurdert som samfunnsøkonomisk lønnsomt. Virkemidlet vegprising er under utvikling. I alternativ A og B er tiltaket dosert på en slik måte at det gir god

samfunnsøkonomisk lønnsomhet (likt med miljøinnretningen i etatenes utkast til Nasjonal transportplan).

i) Økte drivstoffavgifter
I etatenes utkast til Nasjonal transportplan er en gradvis betydelig økning i bensinavgiftene utredet. Ved store doser vil dette gi markert virkning på trafikkmengdene og transportmiddelfordelingen, og ha en betydelig støyeffekt. Drivstoffavgiftene er et etablert virkemiddel. Beregningene for Nasjonal transportplan og den interdepartementale arbeidsgruppen for oppfølging av de nasjonale resultatmålene for luftkvalitet viser at tiltaket går omtrent i balanse, samfunnsøkonomisk sett. Beregningene gjelder for Oslo og Akershus-området.

Avbøtende tiltak

j) Støyskjerming og
k) Fasadetiltak
Gjennomføring av et av disse to tiltakene på alle de omlag 38.500 boliger langs riksveg som i dag har mellom 35 og 42 dBA innendørs[5] vil omfatte 90.000 støyutsatte personer og tilsvare en reduksjon på inntil 26.540 SPI. Kostnadene ville være inntil 7.7 mrd.kr, gitt en kostnad pr. bolig på 200.000 kr. Dette tilsvarer en engangskostnad på 290.000 kr pr SPI, eller 27.400 pr år med 20 års levetid og 7% rente.

l) Innløsning av boliger
Innløsning av et fåtall boliger som i dag har mellom 35 og 42 dBA innendørs kan være aktuelt. Miljøalternativet i etatenes utkast til Nasjonal transportplan foreslår et omfang tilsvarende 71 SPI. Tiltaket har store kostnader og i praksis begrenset potensiale.

Vegsektorens etablerte virkemidler kan benyttes til å gjennomføre tiltak av type i)-k).

[5] 42 dBA tilsvarer tiltaksgrensen i grenseverdiforskriften, mens 35 dBA er kartleggingsgrensen i forskriften. Tiltak for personer over 42 dBA er inkludert i basisframskrivningen, mens tiltak vurderes mindre påkrevd under 35 dBA. Kravet i byggeforskriften til innendørs transportstøy i nye boliger er 30 dBA.

2 lavstøycenarier 2010

Tabell 7: Lavstøyscenarier for veitrafikkstøy, inkludert kostnadsanslag samt vurdering av type tiltak og mulig omfang av tiltak. Reduksjon i støymengde angitt med støyplageindeksen SPI.

Tiltak	**Alternativ A**	**Alternativ B**	**Årlig kostnad**	**Vurdering** Type tiltak, mulig omfang
Kildereduksjon – kjøretøy:	**SPI**	**SPI**	**kr/SPI**	
a) Bildekk og motor	58.065	99.540	usikre / små	Støytiltak
Herav internasjonale tiltak	33.180	66.360	usikre / små	Støytiltak – usikkert men svært billig om det slår til
Kildereduksjon – infrastruktur:				
b) Støysvake tette vegdekker i begrenset omfang, v / 80% piggfri	9.678	0	0-små	Støytiltak. Billig, kan vurdere større omfang.
c) Støysvake tette vegdekker i større omfang		10.000	begren-sede	Støytiltak. Begrensede kostnader, antas lønnsomt i dette omfanget.
d) Drensasfalt (v / 95 % piggfriandel)	0	22.515	0-9.000	Gitt 95 % piggfriandel, er tiltaket et billig støytiltak. Større omfang og omfang ved lavere piggfriandel kan vurderes.
e) Fartsreduksjon	3820	4.811	begren-sede	Kombinert trafikksikkerhets- og støytiltak m / andre miljøeffekter. Støyvirkning konservativt anslått. Større omfang kan vurderes når kostnadene er utredet.
f) Miljøgater	0	632	0-170.000	Miljø- og trafikksikkerhetstiltak med mange effekter, som kan være lønnsomme samlet sett, i lite omfang. Dersom alle kostnadene legges på støy er det dyrt.
g) Riksvegprosjekter	1.659	2.054	svært dyrt	Prosjekter hvor støy i liten eller ingen grad er en del av motivet for tiltaket. Legges alle kostnader på støy er det meget dyrt.

Tiltak	**Alternativ A**	**Alternativ B**	**Årlig kostnad kr/SPI**	**Vurdering** Type tiltak, mulig omfang
Kildereduksjon – trafikkmengde				
h) Vegprising m / kollektivsatsing	1.067	1.067	lønn-somt	Tiltaket er lønnsomt uten at støynytten inkluderes. Støy er en mindre del av motivet for tiltaket.
i) Økte drivstoffavgifter	0	11.850	13.000	Tiltaket er i en modellberegning for Oslo / Akershus om lag lønnsomt når støynytten inkluderes. Støy er en mindre del av motivet for tiltaket.
Avbøtende tiltak				
j) Støyskjerming	292	837	27.400	Gjennomføres ut fra rettighetsvurderinger mm., ikke kostnadseffektivitet isolert sett
k) Fasadetiltak	814	2.323	27.400	Gjennomføres ut fra rettighetsvurderinger mm., ikke kostnadseffektivitet isolert sett
l) Innløsning av boliger	0	71	svært dyrt	Gjennomføres ut fra rettighetsvurderinger mm., ikke kostnadseffektivitet isolert sett
Sum	75.395	155.700		
Sum, kun nasjonale tiltak	42.215	89.340		
Reduksjoner i basisalternativet	9.620	9.620		
Prosentvis reduksjon ifht. 1999	21	40		
- bare nasjonale tiltak	13	24		

Det er vurdert om tiltakene kan summeres, eller om det er overlapping mellom dem. For tiltakene miljøgater og fartsreduksjon fra 50 til 30 km / t er det overlapp, noe som er tatt hensyn til. Teoretisk vil reduksjon i motor og dekkstøy og reduksjoner i trafikkmengde redusere effekten av de mer lokale tiltakene noe. Dette er ikke tatt hensyn til, og vurderes å være av mindre betydning.

Referanser veg

[1] Truls Berge: Nasjonale støymål – kjøretøy og dekk. SINTEF Tele og Data. Notat 40-NO990069, 1999-06-11.

[2] Truls Berge: Tilleggsopplysninger om støydemping av motorer, særlig i lette kjøretøy. SINTEF Tele og Data, brev av 18-10-99.

[3] Truls Berge: Støyemisjon kjøretøy og dekk – status. SINTEF Tele og Data, Notat datert 10-09-99.

[4] Truls Berge: Presisering av beregningseksempel. SINTEF Tele og Data, brev av okt. 99.

[5] SCC Trafikon Scandiaconsult: Transportøkonomiske konsekvenser av noen transportscenarier for Oslo og Akershus. Innspill til nasjonal transportplan. 2000. Oslo 31.08.99

[6] Brailly, Marie Christine: Porous macadam and road safety. Paper presented at the 9th International Conference Road Safety in Europe sept. 21-23 1998.

[7] Wrigth Mike: Thin layers - less noise. In Noise & Vibration worldwide page 17-18, June 1999. Vol. 30 No 6.

3.2 Flystøy

Flytrafikk som støykilde

Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er lang, og nivåvariasjonene fra gang til gang er store. Flytrafikken følger ikke faste baner i samme grad som biler og tog. Lydinnfall fra andre sider stiller nye krav til fasadeisolasjon. Flystøyens spesielle frekvensinnhold er slik at de største energibidrag ligger i ørets mest følsomme område. Ved siden av de vanlige trafikkflyene bidrar også småfly- og helikopteraktiviteter til det samlede problemomfang.

Ting tyder på at særlig småflytrafikken medfører en uforholdsmessig stor støyplage, bl.a. ved at det ofte flys så lavt at støyen blir plagsom på bakken. Det synes ønskelig at norske myndigheter setter i verk effektive tiltak for å utvikle småflybestanden i støysvak retning. Videre bør det være et betydelig potensiale for å begrense flyvning som fører til støybelastning på bakken.

Flystøy i frilufts- og rekreasjonsområder er lite beskrevet i tilgjengelig litteratur. Det er behov for mer kunnskap om effekter av flystøy i frilufts- og rekreasjonsområder hvilken er svært mangelfull i forhold til kunnskapen om virkninger i boligområder. En friluftslivsundersøkelse fra 1993 (ref. [10]) viser at stillheten er en viktig verdi for norske turgåere. Åttisyv prosent av de spurte oppga det å ”oppleve naturens stillhet og fred” som en meget eller ganske viktig grunn til å gå tur. Forvaltningen har ut fra relevante lovbestemmelser inndelt frilufts- og rekreasjonsområdene i 11 ulike typer områder, fra uberørte nasjonalparker og kjerneområder for bymarker hvor fremmed lyd i utgangspunktet er antatt uønsket, til byparker og båtfartsområder hvor det antas å være akseptabelt med et ekvivalent A-veid lydnivå opp imot 50-55 dB (ref. [11]). Ikke for noen av områdene har man faktakunnskap om støyens virkninger. Flyttingen av hovedflyplassen fra Fornebu til Gardermoen gav en enestående sjanse til å undersøke hva som skjer med den opplevde kvaliteten av, og muligheten for, rekreasjon i områder som får endret sin flystøybelastning. Folkehelsa gjennomfører et forskningsprosjekt for å kvantifisere flystøyens belastning og effekter på mennesker i rekreasjons- og friluftsområder rundt Gardermoen og Fornebu. Prosjektet beregnes å være avsluttet i år 2000 og antas å ha en viss overføringsverdi også til andre kilder.

Dagens situasjon

Tabell 8: Antall personer eksponert for flystøy, dBA døgnekvivalent støy, og beregnet verdi av støyplageindeksen SPI. Det er i denne oversikten ikke brukt den spesielle målestørrelsen EFN som benyttes i arealbrukssammenheng ved beregning av støysoner rundt flyplasser.

Intervall, dBA	**53-58**	**58-63**	**63-68**	**68-73**	**>73**	**Sum**	**SPI**
Antall personer	41.882	16.827	6.888	1.876	11	67.484	**24.931**

Basisframskrivning til 2010

Grunnlaget for beregningene er en oppdatert beskrivelse av støysituasjonen i dag (1999), med den trafikk, flytyper og prosedyrer som gjelder. Opptelling av antall bosatte innenfor angitte støykonturer danner grunnlaget for konsekvensvurdering av alternative utviklinger.

For framskriving til prognosesituasjon (2010) ved de samme flyplassene, er det tatt utgangspunkt i dagens situasjon både med tanke på flytyper, prosedyrer og trafikkvolum (antall flyginger). En trafikkøkning i samsvar med Luftfartsverkets autoriserte prognoser for samtlige flyplasser med sivil ruter, danner hovedinnholdet i framskrevet trafikk. Gjennomsnittlig økning i antall flybevegelser er på 29% for rute- og chartertrafikk. Inenfor perioden fram til år 2010 er det ingen signifikant endring i annen type sivil trafikk. Militær flytrafikk for prognoseåret er i hovedsak beholdt uendret fra dagens situasjon, i tråd med vanlig praksis. Prosedyrene for inn- og utflyging beholdes uendret for alle typer trafikk.

Kapittel 2-flyene er forutsatt utfaset i henhold til internasjonale avtaler. Det er tatt utgangspunkt i selskapenes offisielle fornyelsesplaner for flyparken. Forøvrig er det ved beregningene valgt en kapittel 3 variant av samme størrelse og kapasitet etc. som eksisterende kapittel 2 fly i dag. Det er altså ikke forutsatt noen fortsatt overgang til enda mindre støyende kapittel 3 – fly innenfor perioden. (Det er, eksempelvis for SAS, forutsatt at alle gamle DC9 er ute av trafikk, selv om de nå er ombygget slik at de tilfredsstiller kapittel 3-kravene til støy. EU ønsker å forby slike fly, som etter år 2000 vil være de mest støyende. Braathens fly er forutsatt uendret (selv om de nå utvider sin flåte med de minst støyende varianter innenfor kapittel 3).

Beregningene er representative for et gjennomsnittsdøgn i den sammenhengende 3-måneders sommerperiode med mest trafikk. Dette er i samsvar med beregningsgrunnlag for flystøysoner, slik det er definert i Miljøverndepartementets reviderte retningslinjer for arealbruk i flystøysoner (T-1277) (ref. [7]).

Erfaringer med beregning av flystøysonekart viser at den internasjonalt pålagte utfasing av kapittel 2-fly medfører en reduksjon av arealet innenfor flystøysonegrensene for en periode framover på 20-30 år. Dette gjelder for flyplasser hvor trafikken domineres av jetfly.

For stamrutenettet er innsnevringer i sonegrensene størst i de områder som domineres av støy fra fly under avgang. Dette forklares naturlig med at avgangsstøy fra Kapittel 3-fly kan være 10-15 dB lavere enn fra Kapittel 2-fly. Konsekvensen av dette er at flystøysonegrensene for en prognosesituasjon for stamruteflyplasser 10-20 år fram i tiden, generelt kan forventes å bli smalere enn dagens flystøysoner. Dagens trafikkmengde må økes med en faktor av størrelse 3 - 5 før gevinst ved overgang til støysvake fly vil innhentes. Landingsstøyen derimot reduseres i betydelig mindre grad ved overgang til kapittel 3-fly. I rullebaneretningen, hvor landingsstøy oftest dominerer, vil de prognoserte flystøysonegrensene på tilsvarende måte bli lengre og kan ligge utenfor dagens sonegrenser.

I det regionale banenettet (tidligere kalt kortbanenettet), hvor dagens trafikk domineres av to-motors moderne turboprop-maskiner (Kapittel 3 fly), kan vi forvente en økning av det arealet flystøysonegrensene omslutter, i takt med trafikkøkningen. Det betyr at sonegrensene for en prognosesituasjon alltid kan forventes å ligge utenfor dagens flystøysonegrense. Analyser så langt viser at denne økningen innenfor en 10-års periode er liten.

Resultatene av basisframskrivningen viser antall bosatte som ved sin bolig utsettes for et utendørs døgnekvivalent A-veid nivå over 50 dB (53 dB med fasaderefleksjon) fra flytrafikk.

Det framgår at støybelastningen fortsatt vil reduseres rundt flyplasser med jetflytrafikk, ved at antall bosatte med utendørs A-veid døgnekvivalent flystøynivå over 50 dB rundt våre stamruteplasser reduseres med om lag 5%. Rundt våre regionale flyplasser må vi vente en økning i støybelastning med økende trafikk. Antall bosatte med utendørs døgnekvivalent flystøy over 50 dBA øker med om lag 25%. Usikkerheten i metoden benyttet i anslagene for det regionale banenettet er stor. En ytterligere framskriving ut over basisperioden synes derfor lite interessant. Den generelt store usikkerheten vi for tiden har i trafikkprognosene, særlig for det regionale banenettet, styrker dette standpunktet.

Tabell 9: Basisframskrivning av støysituasjonen i 2010 for ulike typer flyplasser.

Beregningsalternativ	**Type flyplass**	**Antall personer sterkt plaget [PSP]**
Dagens situasjon (1999)	Stamruteplasser	5017
	Regionale plasser	56
	Militære plasser	3448
	Totalt	8522
Basisframskrivningen (Prognose for 2010)	Stamruteplasser	4754
	Regionale plasser	70
	Militære plasser	3448
	Totalt	8272

Når militære flyplasser er skilt ut som egen gruppe, gjelder det de flystasjoner hvor det ikke, eller i ubetydelig grad, forekommer sivil ruteflyging. I praksis betyr det flyplassene Andøya, Ørland og Rygge. Forsvaret indikerer ingen planlagt endring av dagens aktiviteter og -nivå. Derfor beholdes antall støyutsatte personer rundt disse plassene uendret.

Virkningen av fasadeisolering i dBA per bolig er reflektert fullt ut i SPI beregningene.

Grunnlaget for kostnadsanslag i tabell 10 er hentet fra fasadeisolasjonstiltakene som utføres rundt Oslo Lufthavn Gardermoen. Gjennomsnittlige tiltakspris er i utgangspunktet fordelt på flystøysoner og etter tiltaksomfang tilpasset de spesielle krav knyttet til maksimum innendørs flystøynivå på 53 dBA innenfor et område avgrenaet av flystøysonoe II. Disse kostnadstallene er her skjønnsmessig tilpasset grenseverdiforskriftens krav om tiltak gitt ved maksimum innendørs A-veid døgnekvivalentnivå på 42 dBA.

Tabell 10: Kostnader forbundet med fasadeisolering.

Flyplasstype	Antall bygninger over tiltaksgrense	Perso-ner berørt	Hus-stan-der	Isolerings-kostnad pr. boligenhet (kr)	Total kostnad (mil. kr)
Stamrute	(68 dB) 32	214	81	375 000	40,5
Regional	(60 dB) 0	0	0	112 500	0
Militær	(65 dB) 92	1320	498	337 500	224,1
TOTALT	124	1534	579		264,6

Kostnadsoverslaget er basert på tildels grove anslag da det ikke foreligger konkrete data basert på fasadeisolasjonstiltak knyttet til grenseverdiforskriften. Det er rimelig å anta at dette grunnlaget overestimerer kostnadene.

Tabell 11: Beregnet eksponering og verdi av støyplageindeksen SPI i basisframskrivningen til 2010.

Intervall, dBA	**53-58**	**58-63**	**63-68**	**68-73**	**>73**	**Sum**	**SPI**
Antall personer	40.146	16.961	6.496	1.833	9	65.445	**24.206**

SPI reduseres med 3 % i forhold til 1999-situasjonen.

Tiltak - effekter og kostnader

Utviklingstrekk og drivkrefter

Vi ser fortsatt en klar teknologisk utvikling mot mindre støyende jetfly. Utviklingen drives fram av beslutninger i USA og EU om å sette inn offentlige FoU-midler på å utvikle ny støydempingsteknologi, og teknologi som gir mindre drivstofforbruk, renere avgasser og billigere og mer kostnadseffektive fly. Ny støydempingsteknologi kombinert med ny aerodynamisk teknikk for flyskrog og vinger, og ny jetmotorteknologi, gir flytyper med til dels betydelig lavere støynivå. Driftsøkonomiske forbedringer er klar drivkraft for å ta i bruk slike moderne fly.

Flere operatører på norske flyplasser er allerede godt i gang med sine program for skifting til de nyeste og mest moderne utgaver av slike støysvake fly. Det finnes eksempler på flyselskap som for andre gang anskaffer nye flytyper innenfor kapittel 3, og dermed introduserer de aller mest moderne støysvake typer i sin flåte.

Tilsvarende som for jetfly har vi også allerede i operativ drift en rekke støysvake propellfly med turbinmotor. Særlig på vårt regionale banenett, men også i stamrutenettet ser vi daglig ulike typer av slike fly. Vi ser nå at en rekke av flyene i denne klassen kan leveres med jetmotor. I dagens situasjon er banelengden på de norske regionalflyplassene for kort til at slike flyene kan tas i bruk. Dersom det på lang sikt blir økonomisk attraktivt å drifte slike fly, og den operative begrensningen blir hevet, må vi forvente et økende press fra interesserte flyselskaper for å få lengre rullebaner. I så tilfelle vil støysituasjonen bli en helt annen. Luftfartsverket har for tiden ingen planer om baneutvidelser som kan tilfredsstille kravene til slike fly.

En rekke land har nasjonale lover og regler som stiller krav til støy enten fra den enkelte flybevegelse, eller til totalbelastningen fra all trafikk ved en flyplass. Norge har regler av denne type for Gardermoen, hvor for eksempel støyende kapittel 2 flytyper kun tillates i perioden 08:00 - 16:00.

Mange land og flyplasseiere har også innført støydifferensierte avgifter som et virkemiddel for å få flyselskapene til å sette inn mest mulig støysvake fly (og evt. også fly disse flyene på en mest mulig støysvak måte).

Internasjonalt setter ICAO støykrav til sertifisering av sivile fly. Inntil videre gjelder ICAO Annex 16, hvor kapittel 3 (vedtatt i 1976) gir krav og regelverk for støysertifisering av nye jetfly. Etter hvert er dette kapitlet også gjort gjeldende for propelldrevne fly (turboprop). I de senere år er det fremmet flere utspill for ytterligere skjerping av de regler som gjelder ved støysertifisering av slike fly, enten ved innføring av et nytt kapittel 4, eller ved inndeling av flere klasser innenfor kapittel 3. Foreløpig er alle utspill om konkrete skjerpelser blitt avvist av flertallet av medlemslandene i ICAO. I stedet har man valgt først å utfordre (de store) landene til å prioritere utvikling av "økonomisk forsvarlig teknologi", samt igangsette oppsluttende aktiviteter angående arealplanlegging og støyforebyggende flyoperative prosedyrer. Resultatet er blitt at det nå er igangsatt en meget betydelig FoU-aktivitet, både i USA og i Europa.

Den kanskje mest ambisiøse forskningsaktivitet på dette feltet foregår hos NASA (National Aeronautics and Space Administration) i USA. I 1992 startet det store forskningsprogrammet AST (Advanced Subsonic Technology Program). Dette er et samarbeidsprosjekt mellom NASA, luftfartsrelatert industri og luftfartsmyndighetene. Programmet har som målsetning å redusere støy fra fly og motor mot omgivelsene med 10 dB totalt, i forhold til den teknologi som var tilgjengelig i 1992. Mer detaljert kan målsetningen i AST beskrives som følger:

- 6 dB reduksjon av motorstøy
- 50% forbedring av motorinnkapsling
- 4 dB reduksjon av aerodynamisk generert støy fra flyskrog og -vinger
- Minimalisering av støybelastning for befolkningen ved hjelp av tilpassede flyoperative prosedyrer etc.
- 6 dB reduksjon av kabinstøy

Programmet går fram til utløpet av budsjettåret 2000. Deretter planlegges fase 2, der man ønsker å oppnå ytterligere 10 desibel støyreduksjon. Det er usikkert hvor raskt den nye teknologien vil kunne komme i praktisk bruk. Noe av teknologien som utvikles vil muligens kunne ettermonteres på eksisterende fly. Videre vil det være naturlig å innarbeide mye av den nye støydempningsteknologien når eksisterende flytyper videreutvikles med nye varianter. Det er derfor viktig at flyselskapene hele tiden har sterke insentiver til å gjøre sine fly så støysvake som mulig.

Støyreduksjon er ikke det eneste siktemålet med AST-programmet. NASA har også som mål å utvikle og demonstrere ny flyteknologi som gjør at total driftsøkonomi forbedres med 25 %. Det siste er delvis et svar på teknologiutvikling som også pågår i Europa, bl.a. med utvikling av såkalt hybrid laminærstrømsteknologi for å redusere flyenes luftmotstand.

EU har svart på AST-programmet ved å igangsette X-noise programmet, som en del av femte rammeprogram for FoU. Målsettingene er om lag som i AST-programmet. X-noise startet i begynnelsen av 1998 og har samme varighet som femte rammeprogram, det vil si ut 2002.

En merkbar effekt på støybelastningen rundt våre flyplasser forutsetter en betydelig andel fly med den nye teknologien.

a) Tiltak dersom grenseverdiforskriftens tiltaksgrense senkes 5 dB

Dersom grenseverdiforskriftens tiltaksgrense senkes med 5 dB (til 37 dBA innendørs døgnekvivalentnivå) vil det ha markante økonomiske konsekvenser, men også klare effekter på antall mennesker innenfor tiltaksgrensene. Det foreligger ingen planer om å revidere støygrensene i grenseverdiforskriften.

Tabell 12: Kostnader forbundet med tiltak dersom grenseverdiforskriftens tiltaksgrense senkes med 5 dB.

Flyplasstype	Antall bygninger over tiltaksgrense		Perso-ner berørt	Hus-stan-der	Isolerings-kostnad pr. boligenhet (kr)	Total kostnad (mil. kr)
Stamrute	(63 dB)	399	2113	797	400 000	318,8
Regional	(55 dB)	2	21	8	75 000	0,6
Militær	(60 dB)	307	3839	1449	112 500	163
TOTALT		708	5973	2254		482,4

Det er betydelig usikkerhet i disse beregningene.

b) Effekter ved styrt utskifting av flytyper

For å anslå hvilken virkning vi kan få av virkemidler for å preferere de mest støysvake flyene, som støydifferensierte avgifter eller preferert slotstildeling til støysvake flyselskaper, er det nødvendig å ha tilgang til relevante økonomidata for de aktuelle flytypene. Beregninger av denne typen ble gjort av det skandinaviske kapittel 2 – utvalget i 1987. Da var oppgaven å beregne de samfunnsøkonomiske kostnadene ved ulike scenarier for tvungen utskifting av kapittel 2-flyene. Ved tilpassing av de beregningsprinsipper som ble tatt i bruk av kapittel 2-utvalget, bør det være mulig å gjøre anslag som belyser hvorvidt en avgiftsfordel for støysvake fly er stor nok til at det blir attraktivt for selskapene å skifte fly. Dette forutsetter imidlertid at de nødvendige inngangsdata kan fremskaffes.

Som luftfartsmyndighet kan Luftfartsverket innføre støyrelaterte avgifter for å anspore flyselskapene til å benytte støysvake fly. Det er kun Bodø som i dag har slik avgift som tillegg til de generelle luftfartsavgifter. Den ble innført 1/11-1990. De minst støyende sivile jetflyene samt propelldrevne luftfartøy er unntatt fra støyavgiften.

Gardermoen har en egen tilleggsavgift for all nattrafikk, uavhengig av støy. Den er innført som et planlagt virkemiddel mot nattrafikk. Det er usikkert om nattavgiften har effekt, eller om det ikke er behov for flyging på natt.

Luftfartsverket deltar i internasjonale arbeider under ECAC for å kartlegge muligheter for bruk av økonomiske virkemidler til å styre flytrafikken og begrense støybelastningen rundt de større lufthavnene. Arbeidet tar utgangspunkt i at støy skal være grunnlaget for avgiftene, og er primært begrenset til moderne støysvake kapittel 3 fly. Elleve europeiske land bruker i dag økonomiske incentiver som virkemiddel for å lede flyselskapene til mest mulig å benytte støysvake fly. Det franske luftfartsverket mener at man kan oppnå bedre samlet effekt ved å harmonisere de kriteriene som benyttes som grunnlag for de ulike lands insentivsystemer.

Foreløpig konkluderer ECAC-gruppen med at støysertifiseringsdata er det beste grunnlaget. En viktig forutsetning for å kunne ta i bruk slike data, må være at det foreligger et praktisk verktøy for tilrettelagt bruk av individuelle støysertifiseringsdata som grunnlag for støyrelaterte avgifter, og at dette verktøyet holdes kontinuerlig oppdatert. Foreløpig finnes ikke dette verktøyet, og det er ikke tatt initiativ til etablering. Det franske luftfartsverket søker å opprette og drive en flytypebasert database. Fra i år (2000) planlegges denne databasen være enkelt tilgjengelig via Internettsidene til både ICAO og det franske luftfartsverket. Det dreier seg om ca. 5000 forskjellige flytyper, med støysertifiseringsdata, landings- og avgangsvekter, samt muligens også lyftemmisjonsdata. I tillegg er det nødvendig med tilgang på en løpende oppdatert database med nøyaktige data for hvert enkelt flyindivid (identifisert v.h.a. registreringstegn). Ved kobling av disse to databasene skal det være mulig for luftfarts- og flyplassmyndighetene å fastslå støydataene for hvert enkelt fly de får befatning med. Forutsetningen er at også den siste databasen lar seg etablere og drive på en god måte.

Hvor støyende en avgang eller landing blir avhenger ikke bare av motorens støyegenskaper og flyets aerodynamiske støy, men også av flyets flygetekniske egenskaper og hvordan disse blir utnytttet. Ved støysertifisering av flyene er det fastlagt hvordan det skal flys. Det franske luftfartsverket og NASA går inn for at disse tekniske bestemmelsene nå skal revurderes, slik at man kan dra nytte av, og ta hensyn til, nyere flys forbedrete flygetekniske egenskaper.

c) Bestemmelser for støysertifisering av fly og utfasing av de mest støyende flyene

Gjennom ICAO (International Civil Aviation Organization) er det fattet vedtak om utfasing av kapittel 2-fly (de mest støyende flytyper) i Europa, Japan, Canada og Australia innen 1. april 2002. USA har allerede utfaset disse flyene per 31.12 i 1999. I land som Sør-Afrika skal utfasingen skje innen 31.12.2009. Et stort flertall av flyselskapene i Europa har allerede gjennomført pålagt utfasing.

ICAO vedtok sine første støysertifiseringsbestemmelser (kapittel 2-kravene) i desember 1972, et nytt og betydelig strengere regelsett (kapittel 3-kravene) ble så vedtatt allerede i juni 1976. Dagens nyeste flytyper har støynivåer tildels *betydelig*

under kapittel 3-kravene. ICAOs kravnivå legger således ikke føringer på flykonstruktørene og motorkonstruktørene. En innføring av et nytt "kapittel 4" kan i denne situasjonen ha ett av to mulige siktemål:

- Det kan legge til rette for internasjonale bestemmelser om utfasing av de (eldre og) mest støyende kapittel 3-flyene.
- Det kan gi føringer for fly- og motorkonstruktørene ved utvikling av nye modeller

Det er forslaget om krav til et nytt kapittel 4 av den første typen som fra deler av industrien er blitt møtt med kraftig motstand. Det synes å være en bedre strategi å iverksette tiltak med utfasende virkning ved den enkelte støybelastede flyplass. I så tilfelle kan man konsentrere diskusjonen vedrørende et nytt kapittel 4 om det andre siktemålet. På bakgrunn av den offentlig finansierte teknologiutvikling som nå pågår, er det ikke gitt at et slikt nytt og strengere kapittel 4 for nye flytyper vil møte like stor motstand fra industrihold.

d) Videre utvikling av småflyparken

Teknisk er det mulig å støydempe eksisterende småfly. I Tyskland har man nylig skjerpet støykravene med ca 5 dB i forhold til ICAOs krav, med virkning også for den eksisterende flyparken. De tyske kravene medfører at propell må byttes og lydemper installeres. Støydempingssett som tilfredsstiller de nye kravene er tilgjengelig på markedet.

NASA utvikler innenfor AST-programmet enda mindre støyende propell, og mer støydempede og mer effektive motorer.

I Sverige er det gjort forsøk med bruk av bilmotor i småfly. Dette kombinert med egnet støysvak propell synes støymessig vellykket. Inntil videre er det problemer med å oppnå sertifisering, fordi dokumentasjon av motoren ikke kan fristilles.

e) Nye typer luftfartøyer

Både i USA og Europa arbeides det for å utvikle en ny type luftfartøy, som tar av og lander som et helikopter, men som ellers vipper propellen framover og flyr som et propellfly, om enn med en uvanlig stor propell (tiltrotor). En militær variant er utviklet i USA. Det er sannsynlig at vi også får sivile luftfartøyer av denne typen. En slik utvikling kan lede til nye støyproblemer. NASA mener riktignok at det er nødvendig å utvikle effektiv støydempingsteknologi for at disse luftfartøyene skal kunne ha noen sjanse på det sivile markedet, og ønsker å utvikle denne teknologien.

Når det gjelder nye overlydsfly satses det også her av NASA og EU. Vi må være forberedt på at disse flyene kan komme.

f) Inn- og utflygingsprosedyrer, sivile fly

Når Luftfartsverket reviderer eller publiserer nye instrumentprosedyrer, er det i utgangspunktet normalt tatt behørig hensyn til mulige flystøyreduserende

prosedyretiltak. Eksempelvis ble det ved fastsettelse av prosedyrene på Oslo Hovedflyplass vurdert over 50 ulike traséalternativer.

Det har lenge vært klart at det kan ligge et støyreduksjonspotensiale i forbedring av de flyoperative prosedyrene ved avgang og landing. Stignings- og landingsprofil, flapsbruk, motorkraft i ulike faser av avgangs- og landingsprosedyrene er viktige elementer i denne vurderingen. Dette gjenspeiles bl.a. i ICAOs dokument ICAO Doc. 8168 Procedures for Air navigation services – aircraft operationes vol. II (PANS OPS-dokumentet) for standard støyforebyggende utflygingsprosedyrer, hvor det anbefales to varianter, avhengig av hvor behovet for støyforebyggende tiltak er størst – nær flyplassen eller på noe avstand fra avgangsbanen. Bedre avgangs- og landingsprosedyrer er tema for for en arbeidsgruppe i ECAC.

I det følgende omtales arbeidet innenfor dette feltet slik det ble presentert på en flystøykonferanse i Paris 17. juni 1999. Informasjon om dette er innarbeidet nedenfor, se ikke minst omtalen av automatisk sekvensering.

> I Frankrike fastsatte samferdselsdepartementet, luftfartsdirektøren og direktøren for Paris-flyplassene i juli 1998 en "Code de bonne conduite" (retningslinjer) for mer støysvak flyvning på Charles de Gaulles flyplassen i Paris. Flyselskapene inviteres til å slutte seg til disse bestemmelsene på frivillig basis. I disse retningslinjene er det blant annet fastsatt:
>
> - DGAC (La Direction Géneralé de l'Aviation Civile d.v.s. det franske luftfartsverket) ønsker at man ved utdannelse og etterutdannelse skal legge betydelig vekt på hvordan flyvere og flyveledere kan påvirke og redusere opplevd støynivå på bakken.
> - DGAC skal, i samarbeid med flykonstruktørene og flybrukerne, utvikle flyoperative prosedyrer som gir mindre støy, samtidig som de garanterer et bedre sikkerhetsnivå enn i dag.
> - DGAC skal arbeide for at disse nye prosedyrene tas i bruk av flyselskapene og flyverne, og videre at de tas hensyn til ved fastsettelsen av trasébestemmelser og at flyvelederne følger opp.
>
> De flyselskapene som slutter seg til denne *Code de Bonne Conduite* (Miljøadferdskodeks) forplikter seg til å arbeide for støyreduksjon. De vil uten opphold engasjere seg i kampanjer for å bevisstgjøre og informere sine folk om de nye betingelsene for bruk av Charles de Gaulle og Le Bourget og om innholdet i charteret om lydmiljøkvalitet.
>
> Aéroport de Paris vil gjennomgå trasébestemmelsene for Charles de Gaulles på nytt og deretter legge traséene inn på radarskjermene.
>
> Aéroport de Paris vil i samarbeid med flyselskapene se på mulighetene for at ILS-strålen kan interseptes i høyder over 4000 fot (men under *transition level*). Man vil for øvrig også se på muligheten til å heve *transition level* i Paris-området.

I Miljadferdskodeksen legges det videre vekt på å oppnå et konstruktivt og positivt samarbeid med flyveledernes og flyvernes organisasjoner. Det understrekes at det å få til en mer støysvak avvikling av trafikken, uten at det går på bekostning av sikkerheten eller trafikkavvikingen, er noe som krever utvikling over tid og samvirke fra alle aktører. Aeroport de Paris vil, ca. to ganger i året, organisere workshops for spesialister, flyvere, flyveledere, traséutviklere for å utveksle erfaringer, ikke minst om prosedyrer som benyttes på andre flyplasser av tilsvarende størrelse.

På flystøykonferansen i Pars 17. juni 99 opplyste representanten for Air France (Jean-Baptiste Rigaudias) at selskapet ville bruke prosedyrer som hadde den samme prinsippielle oppbyggningen på de ulike flyplassene. Men fordi bebyggelsesmønsteret er forskjellig, vil de variere parameterne i prosedyrene, slik at disse forskjellene kan bli tatt hensyn til.

Han gjennomgikk ulike elementer i landings- og avgangsprosedyrene, og diskuterte mulighetene for endringer i støysvak retning.

Det er ønskelig å intercepte ILS-anleggets glidebane i så stor høyde som mulig. På Charles de Gaulle interceptes i dag i 4000 fot. Rigaudias opplyste at intercepting i 4000 fot istedenfor 3000 fot reduserer støynivået med 2,5 dB. Desto høyere man intercepter, desto lavere blir støynivåene. En avgjørelse om å øke høyden er avhengig av organiseringen av luftrommet. TMA (traffic management area) må økes både i utstrekning og høyde. Støynivåene i ”level flight” – fasen kan også reduseres ved å gjøre denne fasen av flyvningen så kort som mulig, eller man kan kanskje også unnvære den helt.

Høsten 2000 skal norske luftfartsmyndigheter være ferdig med planleggingen av utstyr for automatisk sekvensering i trafikksentralen i Røyken (denne sentralen dekker Øst- og Sør-Norge). Med dette tekniske hjelpemidlet kan flyverne forberede innflyvningen tidligere. Det kan gjennomføres såkalt kontinuerlig gjennomsynkning (continous descent) slik at flyene fra marsjhøyde kan sikte seg direkte inn på ILS-strålen. Motoreffekten reduseres (nesten til tomgang) idet innflyvningen starter. På denne måten reduserer man både drivstofforbruket og støynivået.

På Gardermoen skal man, to år etter åpningen, foreta en grundig evaluering av forskriften om inn- og utflyvningstraseer. Flyselskapene søker å forbedre sin interne oppfølging av prosedyrene. Luftfartsverket søker å beskrive prosedyrene på en enklere måte.

EU startet 1. desember 1998 Sourdine-prosjektet (å spille med sordin, å fly med sordin!). Dette prosjektet skal gjennomføres i løpet av 13 måneder og utgjør første trinn i et program for å utvikle nye mindre støyende landings- og avgangsprosedyrer for ”alle europeiske flyplasser” og for å utvikle automatisert støtteverktøy for flygere og flyveledere ved anvendelsen av disse nye prosedyrene.

Innenfor det amerikanske AST-programmet pågår det et tilsvarende arbeid som i EU med å utvikle metoder og hjelpemidler for mer støysvak flyging.

Det er de siste par årene publisert et par artikler i fagpressen om optimaliseringsmetoder for de flyoperative prosedyrene. Det norske luftfartsverket har i denne forbindelse gjort en meget bra jobb med å utvikle PC-programmet TOLAPS, dette er et hjelpemiddel i forbindelse med slik optimalisering. TOLAPS beregner avgangs- og landingsprofiler, basert på et sett med prosedyreparametre på en slik form at de kan leses direkte inn i det norske flystøyberegningsprogrammet NORTIM (INM-programmet kan også benyttes). Til nå er programmet kun benyttet som hjelpemiddel ved vanlige flystøysoneberegninger. Nå er tiden moden til å benytte det til å gjøre studier av forbedrete prosedyrer.

g) Hjelpemidler for ATC (Air Traffic Control)

Innenfor EUs fjerde og nå femte forskningsprogram er det igangsatt et omfattende og ambisiøst arbeid med å utvikle bedre hjelpemidler for ATC, både på bakken og i flyene. Siktemålet er at flytrafikken skal kunne avvikles mer effektivt, sikrere og mer miljøvennlig og støysvakt enn i dag. Som ledd dette vil flyene bli bedre utrustet, slik at det blir mindre behov for ”hjelp” fra ATC på bakken. Også i USA foregår det betydelig FOU på dette feltet. Disse nye elektroniske hjelpemidlene og navigasjonsutrustningen vil forbedre mulighetene til å velge støyvennlige inn- og utflyvningstraseer, og til å benytte støysvake flyoperative prosedyrer ved innflyvning, landing, avgang og utflyvning. Det er en viktig utfordring for norske myndigheter å ligge langt fremme i å utnytte denne nye teknologien.

h) Prosedyrer, militærfly og helikoptre

Det amerikanske forsvaret har igangsatt utvikling av støysvake prosedyrer for militærfly og helikoptre, samt hjelpemidler for å implementere disse. Prosedyrene er ganske sikkert interessante også i forbindelse med sivil helikoptertrafikk.

Det amerikanske forsvaret utvikler også støyberegningsprogrammer for militær flyaktivitet, og automatiserte metoder for innhenting av inngangsdataene til disse. Uten slike metoder er det en krevende og vanskelig oppgave å innhente dataene om militærflyenes operasjonelle aktiviteter, og resultatene er forbundet med betydelig usikkerhet. Flystøyberegningsprogrammet benyttes også til å beregne støyeksponering og belastning for sårbare dyrearter. Beregningene er da tilpasset de aktuelle dyrenes hørsel, og evt. skadelige virkninger av støybelastningen beregnes også. Disse programmene går på anvendbarhet ut fra aktuelle forhold fra dag til dag.

i) Styring av arealbruk

Flystøykommisjonen har tidligere uttalt (ref. [4]) som foreløpig målsetning at mindre enn 10% av en gjennomsnitts befolkning skal føle seg sterkt forstyrret av flystøyen. Utgangspunktet i Miljøverndepartementets reviderte retningslinjer er at utendørsarealene rundt boligene skal ha et tilfredsstillende støynivå. Miljøverndepartementet har derfor ansett 50 EFN for å være en akseptabel ytre avgrensning for flystøybelastning i boligområder rundt flyplasser.

Miljøverndepartementet har gitt åpning for at det i visse tilfeller kan være aktuelt å fravike retningslinjene for arealutnyttelse noe. Dispensasjon fra MDs retningslinjer er mulig kun der en samlet vurdering av de lokale forhold viser store fordeler ved bygging i området. Det har også vært en klar forutsetning at støynivå inne i bygningene kan holdes på et akseptabelt nivå, forhold tatt til arbeidsmiljøloven og generelle forskrifter om støy på arbeidsplassen, samt byggeforskriftene.

j) Andre tiltak

En mulighet for ytterligere reduksjon av utendørs støynivå er skjerming. Skjermingstiltak vil naturlig nok ha sterkt begrenset effekt, isolert til situasjoner hvor støy fra fly på bakken kan gi særlig sjenerende effekter, og bare for de bygninger som ligger nært rullebanen. Slike tiltak er f.eks gjennomført på Bodø, hvor terminalbygningen er benyttet som støyskjerm mot de mest utsatte boliger nord for lufthavnbebyggelsen. En anser ikke slik skjerming aktuell på andre norske flyplasser.

k) Krav til støyisolering av ny bebyggelse

Byggeforskriften setter krav til maks innendørs støynivå i ny bebyggelse. Dersom det av ulike årsaker blir bygget ny støyutsatt bebyggelse er det viktig at byggeforskriftens krav overholdes.

Samlede konsekvenser ved alternative ambisjonsnivå

De tiltakene / virkemidlene som synes å ha størst potensiale er:

- målbevisst bruk av avgifter som virkemiddel for å påvirke flyselskapenes valg av flytyper, og til eventuelt å forbedre eksisterende fly

- forbedrete flyoperative prosedyrer og traseer

Den siste typen av tiltak / virkemidler antas å ha et maksimalt potensiale på 2-4 dB. Den første typen tiltak / virkemidler vurderes likeledes å ha et mulig potensiale på 2-3 dB innen 2010.

Begge typer tiltak forutsetter en aktiv offentlig virkemiddelbruk, dersom effekter av denne størrelsesorden skal oppnås innen 2010. Tiltakene antas å kunne realiseres på en slik måte at samfunnsøkonomisk nytte overstiger kostnadene med klar margin. Nytten ved den siste typen tiltak kan ved siden av det støymessige være knyttet til bedre flysikkerhet og mer effektiv trafikkavvikling. Vi forutsetter da at nye elektroniske hjelpemidler installeres både på bakken og i betydelig grad i flyene.

Nytten ved den første typen tiltak vil – ved siden av det støymessige - være knyttet til bedre driftsøkonomi etc.(som raskere håndtering på bakken) for nye flytyper. Enkelte marginale flyselskaper, med for svakt økonomisk basis til å kjøpe de økonomisk beste flyene, og med drift på helt marginale ruter, vil nok kunne bli skjøvet ut. Dette antas å representere et ubetydelig netto nyttetap.

To lavstøyscenarier - 2010

Alternativ A: Ved en relativt forsiktig bruk av de nevnte virkemidlene / tiltakene anslås samlet effekt til 3 dB (gjennomsnitt på landsbasis) i forhold til basis i 2010, eller 3705 SPI (4410 SPI relativt 1999) som utgjør 18 % nedgang i forhold til 1999.

Alternativ B: Ved kraftig og målbevisst bruk av de nevnte virkemidlene / tiltakene anslås samlet støyreduksjon - i forhold til basis i 2010 – til 5 dB, eller 6175 SPI (6900 SPI relativt 1999) som utgjør 28 % nedgang i forhold til 1999.

Referanser fly

[1] T. Gjestland: Virkninger av flystøy på mennesker. ELAB-rapport STF44 A82032, Trondheim, April 1982

[2] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. Granøien, J. M. Fields: Respons to noise around Oslo airport Fornebu, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim November 1990

[3] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien: Response to noise around Værnes and Bodø airports. SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim August 1994

[4] Flystøykommisjonen: Støyberegning ved Bodø flyplass. Rapportnr. TA-581, Oslo Mars 1983

[5] A. Krokstad, O. Kr. Ø. Pettersen, S. Å. Storeheier: Flystøy; Forslag til måleenheter, beregningsmetode og soneinndeling.ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim Mars 1982

[6] T. Gjestland: Reaksjoner på flystøy spørreundersøkelser ved tre norske flyplasser.
SINTEF Rapportnr. STF40 A97088, Trondheim November 1997

[7] Miljøverndepartementet: Arealbruk i flystøysoner. Retningslinjer etter plan- og bygningslova om arealbruk i flystøysoner. Rundskriv T-1277. April 1999

[8] Miljøverndepartementet: Retningslinjer for fylkesmannens medvirkning som statlig fagmyndighet for støy ved planer etter bygningsloven og vegloven. Rundskriv T-1/86, 25 Februar 1986

[9] I. L. N. Granøien, H. Olsen, O. M. Arntzen, A. Ustad, T. Berg: Nasjonale mål for støy, Kartlegging av antall personer berørt av flystøy. SINTEF Rappport nr STF40 A99037, Trondheim, Juni 1999

[10] O. Vaagbø: Den norske turkulturen. Rappport for FRIFO, April 1993

[11] Statens forurensningstilsyn og Direktoratet for Naturforvaltning:
Støy i frilufts- og rekreasjonsområder. SFT Rapport 94:21, desember 1994

3.3 Jernbane

Tog som støykilde

Den helt dominerende kilden til jernbanestøy oppstår ved kontakten mellom hjul og skinne. Dersom skinnen var helt stabil og helt flat og hjulet helt rundt, ville det bli svært lite støy. Det dannes også støy fra motor, generator, vifter mm. Lokalt kan kurveskrik (lyd som oppstår fra hjul/skinne når tog kjører i svinger) og larm fra skinneskjøter, sporskiftere og broer med mer gi større problemer enn den generelle kartleggingen viser, og berettige egne tiltak. Støyen fra jernbaneterminaler er stadig vekslende, ofte med skrikende og slagpregede lyder. Diesellokomotiver gir til dels lavfrekvent støy. Støy fra vanlige tog i drift vurderes som mindre plagsom enn tilsvarende lydnivå fra andre kilder.

Dagens situasjon

Det er kartlagt antall personer berørt av støy fra jernbane i rutetrafikk (ref. [1]) og fra jerbaneterminaler. Støy fra trikk og T-bane er ikke kartlagt.

Tabell 13: Antall personer eksponert for togstøy inkludert terminaler, A-veid døgnekvivalent støynivå (inkludert 3 dB fasadereffleksjon), og beregnet verdi av støyplageindeksen SPI.

Intervall, dBA	**50-55**	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**>70**	**Sum**	**SPI**
Antall personer	18.368	21.758	24.243	15.294	3.611	83.274	24.120

Antall personer i intervallene under 60-65 dBA er lavere enn i dette intervallet. Dette kan skyldes at det ikke er foretatt registreringer av antall berørte av togstøy i situasjoner hvor vegtrafikkstøy dominerer over jernbanestøy.

Basisframskriving 2010

Utviklingen av togtrafikkstøyen avgjøres av trafikkmengde, tekniske endringer på lokomotiver og vogner, omlegging av sporstrekninger og eventuelle tiltak på eller langs sporet. Overgang til nytt rullende materiell er den dominerende faktoren.

Basisframskrivningen av terminalstøy bygger på en kartlegging fra 1993/94 og det er estimert at terminalstøyen utenfor Oslo er redusert med 3 dB i 1999 i forhold til 1993/94. Videre utvikling av terminalstøy antas å følge utviklingen av støy fra ordinær jernbanetrafikk.

Tabell 14: Konkrete vurderinger i forhold til hvert utviklingstrekk, og beregnede effekter målt som SPI.

Utviklingstrekk	Vurdering
a) Nytt rullende materiell	Sanering av antall godsvogner og innkjøp av nye tog til både lokal, intercity og fjerntrafikken (krengetog) ligger inne i modellen.
b) Trafikkvekst	Det er forutsatt 30% økning i godsmengde og 10% økning i persontrafikken i perioden 1999-2010.
c) Bygging av nye spor	Åpning av Romeriksporten høsten 1999 ga ca. 2 % reduksjon av antall berørte personer. Denne endringen er regnet inn i basisframskrivingen for 2010 da "dagens situasjon" ble kartlagt våren 1999. Nytt dobbeltspor i Asker og i Vestfold og ny godsterminal for Jæren er inkludert. Ny godsterminal i Trondheims-området antas ikke å gi vesentlig endring av mengde SPI.
d) Støyskjermingstiltak	Påkrevde tiltak etter grenseverdiforskriften ligger inne.
e) Fasadeisolering	Påkrevde tiltak etter grenseverdiforskriften ligger inne.
f) Terminaler	Nye stillere skiftelokomotiv oppveies av flere og større container-trucker mm.

SPI reduseres fra 24.000 i 1999 til 16.000 i basis 2010. Dette tilsvarer en reduksjon på 34 % i forhold til 1999-situasjonen, jf. tabellen til slutt i kapittelet.

Tiltak og virkemidler – effekter og kostnader

Selv om utviklingstrenden gir vesentlig støyreduksjon er det ut fra en samfunnsmessig vurdering fornuftig å gjennomføre ytterligere tiltak. Støyeffektene av de ulike tiltak og virkemidler framgår av tabell 15.

a) Punkttiltak på infrastruktur

Tiltaket omfatter utbedringer på problemstrekninger i tettbygde strøk. Dette kan blant annet være å bygge om sporvekslere og bruer, og å gjennomføre skinnedempingstiltak o.l. i kurver og på bremsestrekninger.

b) Skinne- og hjulsliping

Sliping av skinner og hjul kan gi sterkt redusert støy. Skinner og hjul må ha en tilsvarende kvalitet, ellers virker ikke tiltaket fordi ujevnhetene i kontaktflaten mellom skinne og hjul er avgjørende. Like viktig er det at nye vedlikeholdsrutiner for skinne / hjul trolig må etableres dersom det skal være mulig å opprettholde varig, lav lydavstråling for nye togtyper slik det forutsettes i basisscenariet for år 2010. Ujevnheter med svært korte bølgelengder har stor betydning for støyforholdene. Det er bestilt nytt måleutstyr for registrering av skinneujevnheter

som vil gi langt bedre oversikt enn i dag. Det er også behov for registrering av kortbølgede ujevnheter på hjul.

I alternativ A forutsettes sliping av 80 km spor hvert år, mens alternativ B forutsetter sliping av 160 km årlig.

c) Vognutforming

Skjerm på tog (skjørt). Dette er et tiltak som bør undersøkes nærmere, og eventuelt legges inn i kravspesifikasjonen for nye tog eller ved ombygging av eksisterende. Særlig ved høye ambisjonsnivå er dette viktig. Kombinert med lave skjermer tett ved sporet kan dette gi god effekt til redusert kostnad. Slike skjermer kan i enkelte tilfeller være et sikkerhetsproblem for personalet som jobber på skinnegangen, og omfang og utbredelse må vurderes i det enkelte prosjekt.

d) Skjerming og fasadetiltak

Skjerm på mark. Det er gjennomført en del skjermingstiltak langs det norske banenettet, og flere vil bli utført innen 2005. Det vil fremdeles være behov for noe skjermbygging etter at forurensingslovens forskrift etter planen er oppfylt innen år 2005.

Skjermings- og fasadetiltakene som er vurdert skal utnytte 20 % av det viktigste restpotensialet i tettbygde strøk etter gjennomføring av forskriften etter forurensningsloven. Her antas at fasadeisoleringstiltak og skjermingstiltak er omtrent likeverdige når det gjelder kostnadseffektivitet. En kan derfor veksle mellom disse to tiltakene avhengig av lokale behov. Effekten av fasadetiltak er forøvrig regnet som om det var et utendørstiltak på samme måte som en støyskjerm.

e) Utskifting av bremseklosser på godstog

Dagens bremseteknikk på godsvogner skaper ujevnheter på hjulene, som igjen skader skinnene og reduserer effekten av andre tiltak som nye tog og skinnesliping. En storstilet utskifting av eksisterende støpejern bremseklosser på godstog med tilsvarende i kompositt-materiale er under utredning i Europa. Utviklingen må følges med tanke på å ta i bruk bremsesystemer på godsvogner i Norge som gir mindre ujevnheter enn dagens bremseklosser av støpejern. Bruk av skivebremser på godsvogner bør også vurderes. Det er usikkert om bremseklosser av nye typer som hittil har vært utviklet blir godkjent til bruk under norske forhold, blant annet på grunn av store variasjoner i bremseeffekt ved kulde, snø og ising. Det vil uansett medføre omfattende ombygginger dersom nye typer bremseklosser skal installeres på eksisterende vogner. Kostnadene er svært usikre fordi omfanget av ombygginger ikke er kjent. For at slike bremseklosser skal kunne benyttes i alle EU-landene er det imidlertid påkrevet at bremseklossene fungerer tilfredsstillende i klima og topografi som ligner vårt (for eksempel Sverige og Østerrike). Dette vil være et sterkt incitament for å få til en løsning som kan fungere i Norge. Mye tyder på at det vil være vilje i EU til å innføre slike bremseklosser til tross for nordiske innvendinger. Det høyeste ambisjonsnivået vil være å skifte ut bremseklossene på alle godsvogner.

f) Planleggingsverktøy og faglig oppfølging

Virkemiddelet omfatter:
- Revisjon av nordisk beregningsmetode for jernbanestøy
- Etablering av planleggingsretningslinjer etter plan og bygningsloven for skinnegående trafikk
- Utarbeide supplerende kursmateriale, inkludert en oppdatering
- Arrangering av kurs (5 kurs i alternativ A, 10 kurs i alternativ B) for ingeniører, arkitekter og liknende utenom Jernbaneverket / NSB
- Et minimum av internasjonalt samarbeid på overordnet nivå i alternativ A, aktiv deltakelse på faglig nivå i utvalgte internasjonale samarbeidsprosjekter i alternativ B. Aktiv deltakelse vil her si prosjektdeltakelse med nasjonal delfinansiering og full rett til utnyttelse av resultatene.
- Stikkprøvekontroll av regelverk, kun i alternativ B

Støyeffekten skyldes bedre kunnskap og faglig beslutningsgrunnlag samt bedre arealplanlegging i alternativ A. I tillegg vil man få raskere utnyttelse av nye støysvake løsninger samt mer effektiv oppfølging av nye løsninger i alternativ B.

g) Kontroll av støyemisjon fra rullende materiell

Virkemiddelet omfatter innkjøp av måleutstyr, etablering av en prøvestrekning og kontroll av togenes lydnivå. Utnyttes også for å stille krav ved innkjøp av nytt materiell.

Oppsummering – kostnadseffektiviteten av tiltakene

Effektene og særlig kostnadene ved tiltakene er grovt anslått, men størrelsesorden og hovedrangeringen gir likevel et relativt tydelig bilde. Planlegging, faglig oppfølging og kontroll av rullende materiell fremstår som grunnleggende og billige virkemidler. Skifting av bremseklosser krever skinnesliping for å gi full effekt. Da det anses usikkert om nye typer bremseklosser kan bli ferdig utviklet innenfor kommende 10-års periode, er imidlertid ikke tiltaket tatt med i oversikten nedenfor. Punkttiltak på infrastrukturen faller i gjennomsnitt i en mellomstilling, men det virker rimelig å anta at støyeffekten pr. krone for tiltakene i denne gruppen vil variere en god del. Der det er maksimalstøyproblemer i tillegg, vil disse tiltakene kunne gi svært god effekt for de berørte. Ytterligere skjerming etter at nødvendige tiltak i medhold av grenseverdiforskriften (etter forurensningsloven) er gjennomført, vil være meget kostbart sammenlignet med kildereduksjon.

Effektene i støyreduksjon i kolonne 2 og 3 er for alle tiltakene regnet som om de får virkning for alle de 83.000 personene som er berørt av jernbanestøy. Et slikt omfang for tiltaket støyskjerming vil neppe være aktuelt. I kolonnene 4 og 5 er kostnaden vist pr. enhet av SPI-indeksen. Disse kostnadene kan sammenlignes med andre kilder.

Tabell 15: Støyeffekt og kostnadseffektivitet av tiltakene.

	Effekt i dBA ($L_{ekv, 24t}$)		**kr/SPI/år**	
Tiltak/virkemidler	**Alternativ A**	**Alternativ B**	**Alternativ A**	**Alternativ B**
1. Planleggings-verktøy og faglig oppfølging	0,3	0,6	2.337	4.401
2. Kontroll av rullende materiell	0,5	0,5	2.434	2.434
3. Skinnesliping	1,5	3,0	2.629	2.629
4. Punkttiltak på infrastruktur	0,5	0,5	7.790	7.790
5. Skjermings- og fasadetiltak (utnytting av 20% av restpotensialet etter gjennom-føring av forskrift etter forurens-ningsloven)	-	<0,5	-	32.520

Tiltak nr. 2 og 4 er det samme i begge alternativene, mens tiltak nr. 5 bare ligger inne i alternativ B.

2 lavstøyscenarier i 2010

Tabell 16: Eksponering for togstøy (inklusiv terminaler) og beregnet SPI-verdi i lavstøyscenariene (alternativ A og B).

	Intervall, dBA / Antall personer							
Alternativ	**50-55**	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**>70**	**Sum**	**SPI**	**% en-dring**
Nåsituasjonen 1999	18.368	21.758	24.243	15.294	3.611	83.274	24.120	
Basis 2010	16.620	18.586	16.358	6.562	569	58.695	15.884	34
Alternativ A	17.426	16.646	11.343	3.751	306	49.472	12.796	47
Alternativ B	17.410	14.451	7.949	2.126	161	42.097	10.489	57

Tiltak nr. 5 er inkludert i alternativ B selv om kostnaden pr. SPI-enhet er høy. Dette skyldes at mange personer fortsatt vil oppleve høye støynivåer etter at tiltakene som følge av forurensningslovens forskrift er gjennomført. Tiltaket er det eneste som er mulig å benytte for å avhjelpe situasjonen for disse menneskene. Dersom dette tiltaket trekkes ut, reduseres den totale endringen av SPI (i prosent) fra 57 til 55 %, jf. siste kolonne i tabell 16.

At antall berørte personer i basis 2010 i intervallet 50-55 dBA er lavere enn i alternativ A og B, kommer av at det ved tiltakene i alternativ A og B "skyves" flere personer nedover til dette intervallet enn i basis 2010.

Referanser jernbane

[1] Kilde Akustikk AS: Rapport R1149 Støy fra jernbanetrafikk i Norge. Utkast til Jernbaneverket, datert 20.08.99.

3.4 Støy fra industri og næringsvirksomhet

Industri som støykilde

Industristøy oppstår ved produksjonsprosesser, transport osv., og kan ha svært ulik karakter og årsak. Industristøy spenner fra relativt små bedrifter med få støykilder, som kan dempes effektivt med kjent og rimelig teknologi, til meget omfattende og komplekse industriområder med mange støykilder. Industristøy gir opphav til plager ved relativt lave ekvivalentnivåer, og er ekstra plagsomme hvis den har impulskarakter (metalliske slaglyder mm.) eller dersom den opptrer ved svært lave frekvenser. Ellers er støyplagen normalt regnet å ha mange likhetstrekk med plagethet av vegtrafikkstøy.

Dagens situasjon

I forbindelse med prosjektet er det utført en kartlegging av støy fra industri i Norge. Ca 15 industribransjer ble plukket ut som de som de mest støyende. Kartleggingen ble utført ved å koble industribedrifter i Telenors Gule Sider med GAB-registeret, som inneholder koordinater for alle industribygg og bolighus i Norge.(ref.[3])

Døgnekvivalentnivået er bestemt ut fra typiske støynivåer for de enkelte bransjer, samt antall timer denne type industri normalt er virksom i løpet av et døgn.

Tabell 17: Oversikt over hvilke bransjer som er støykartlagt med oversikt over antall bedrifter innen hver bransje. (ref.[3])

Bransje	**Antall bedrifter**
1 Pukk / bergverk	683
2 Mek.verksteder	2349
3 Skraphandlere.	213
4 Bilv. / bensinst.	2923
5 Grafisk ind.	1332
6 Sagbr. / høvleri	572
7 Metallurgisk	315
8 Papir / cellulose	78
9 Petrokjemisk	287
11 Vaskeri / rens.	314
12 Næringsmidd.	1344
13 Diverse	1583
14 Skipsverft	59
15 Bilopphoggeri	115

Alle bransjer er betraktet som punktkilder. Med kjennskap til nivået ved 100 meter, og reduksjon i nivå som funksjon av avstand er avstanden til støysonene 35, 40, 45, 50, 55, 60, og 65 dB beregnet som frittfeltsmålinger. (ref.[1], [2])

I noen bransjer har støyen mer karakter som impulsstøy. Dette gjelder bransjene

mekaniske verksteder (2) (ref.[5]), skraphandlere (3), sagbruk-høvleri (6), skipsverft (14) og bilopphoggerier (15). For de fleste andre bransjer (ikke pukkverk(ref.[6])) vil viftestøy og intern tramsport være dominerende.

GAB-registeret er også benyttet for å hente ut alle bolighus i Norge. Boligmassen er 1 330 551 boliger. For å finne antall mennesker i det enkelte hus er det benyttet en midlere verdi for antall mennesker pr. hus, som funksjon av hustype, basert på data fra SSB.

Tabell 18 viser beregnet SPI i 5 dBA intervaller. Alle nivåer er døgnekvivalentnivå og gjelder på landsbasis. Industri er den sektor hvor det er knyttet størst usikkerhet til SPI-beregningene.

Tabell 18: Eksponering for industristøy og beregnet SPI-verdi (ref.[2]).

Intervall, dBA	**48-53**	**53-58**	**58-63**	**63-68**	**68-73**	**>73**	**Sum**	**SPI**
Antall personer	93.000	46.000	21.000	9.500	6.500	0	176.000	**75.000**

Sum eksponerte personer er 176.000 over 45 dBA, mens tallet er 83.000 over 50 dBA. SPI er beregnet f.o.m. 48 dBA pga. fasaderefleksjon.

Basisframskriving 2010
Statistikk fra SSB over utviklingen i antall bedrifter de siste 10 år er benyttet som vurderingsgrunnlag for basisframskrivningen. Det er ikke forutsatt teknologiske endringer av betydning for støy. Det er konkludert med følgende forutsetninger:

Mekaniske verksted: - 10% reduksjon i antall bedrifter
Skipsverft: - 20% reduksjon i antall bedrifter
Sagbruk / høvleri: - 5% reduksjon i antall bedrifter
Øvrige bransjer: - ingen endring

Dette gir en støyreduksjon på i alt 272 bedrifter og en reduksjon i antall personer eksponert over 50 dBA på ca. 1.500 til 2010 i forhold til dagens situasjon. Endringene er små i forhold til usikkerheten i beregningene, og basisalternativet 2010 kan grovt sett oppfattes som status quo i forhold til 1999.

SPI-verdien reduseres med ca. 650 tilsvarende en reduksjon på 2 % i forhold til 1999-situasjonen.

Tiltak – effekter og kostnader
I mange tilfeller vil det optimale tiltaket være knyttet til selve støykilden. Et støytiltak på kilden vil kunne gi redusert støynivå, både til omgivelsene og til eventuelle operatører ved maskinen. Eksempler på enkle og veldokumenterte tiltak er lydfeller på avtrekksvifter og innbygging / skjerming av støyende utstyr.

Det kan ofte være svært vanskelig og kostbart å bygge om eksisterende utstyr. Ofte vil det være mest effektivt å installere nytt og mer støysvakt utstyr i forbindelse med en generell fornying eller omlegging av produksjon. Slike tiltak kan ofte også ha sekundære effekter som f.eks. ENØK, redusert produksjonstid, osv.

Det har ikke vært mulig innenfor prosjektets rammer å gi en inngående dokumentasjon av hvilke tiltak som er mulige for de ulike typer av industri. Det optimale tiltaket vil variere fra bedrift til bedrift, avhengig av hvilket støynivå den har i dag, hvilket behov det er for ytterligere støyreduksjon, også sett i forhold til eventuelle andre bedrifter / støykilder i området som bidrar med støyutslipp til omgivelsene.

I grunnlagsmaterialet fra SINTEF (ref. [2]) er det vist et utvalg eksempler på tiltak med effekt og kostnad fra Norge og Nederland. Sammenlignet med for eksempel vegtrafikkstøy er tiltakene kjennetegnet ved stor effekt i desibel av tiltaket (5-20 dBA reduksjon), men også ofte av at relativt få personer nyter godt av tiltakene.

Kostnadene er svært varierende. Vurdering av mulige tiltak for reduksjon av industristøy viser at det er mest kostnadseffektivt å redusere de kildene som enklest lar seg dempe ved hjelp av kjent teknologi som innbygging, bedre lydfeller / lyddempere, skjerming, utskifting til mer støysvakt transportutstyr, osv. Dette er tiltak som kan gjøres uten FoU-innsats. I tillegg til matererial-og arbeidskostnader vil bare konsulentbistand til kartlegging og prosjektering vil være nødvendig. Mer kostnadskrevende er tiltak i de tilfeller hvor det kreves endring av produksjonsutstyr, eller endring av produksjonsområder. Dette vil henge sammen med produktutvikling, endringer i markedet osv, altså tiltak som kan strekke seg over lengere tid, og som kan kreve FOU-innsats for utvikling av støysvakt utstyr.

Vi har tatt utgangspunkt i erfaringer fra prosjekter i Norge og utredninger gjort i Nederland. Basert på informasjon fra konsulentfirma i Norge, har vi, i tillegg til materialkostnader og arbeidskostnader, regnet inn ca ett ukeverk i prosjekteringskostnader (ca. 25-30.000 kr) for de prosjektene der vi ikke har slike kostnader oppgitt. Det gir da følgende sammenheng mellom kostnader og effekt(ref.[2]):

- Små og mellomstor industri, forholdsvis enkle tiltak som lydfeller, gjennomsnittlig kostnad for støyreduksjon til omgivelsene: ca. kr 5-7.000,- pr. dBA demping.
- Større industri / mer omfattende tiltak som kildetiltak og skjerming, gjennomsnittlig kostnad ca. kr 17-20.000,- pr. dBA demping
- For store industriområder med mange støykilder (skraphandlere, skipsverft, pukkverk m.m), så ligger gjennomsnittlig kostnadene i størrelsesorden kr 100-200.000,- pr. dBA demping.

Det presiseres at disse tall er omtrentlige og bare gir en indikasjon på hva de reelle kostnader kan være i forskjellige tilfeller.

Tiltak/kostnader - viftestøy
Viftestøy er en støykilde som finnes i alle industribransjer og annen næringsvirksomhet samt på andre felt i samfunnet. Når det gjelder industrivirksomhet er viftestøy den, eller en av de, mest dominerende støykilder innen bransjer som grafisk industri, vaskerier / renserier, næringsmiddelindustri, papir / cellulose m.m.

Når det gjelder tiltak som lydfeller er dette tidligere omtalt. Imidlertid kan type og størrelse på nyanskaffet vifte ha mye å si for kostnader og støyemisjon. For å kunne sammenligne hvordan valg av viftestørrelse påvirker investering, energiforbruk og avgitt støynivå er det gjort sammenligninger hvor man for en gitt luftmengde har sett på hvordan valg av viftestørrelse (og dermed også virkningsgraden) har påvirket kostnader og støyemisjon. Sammenligningen av kostnader er basert på nåverdiberegning på grunnlag av ti år, rente på 7% og en energipris på 0,30 øre pr. kWh.

Sammenligning mellom 4 størrelser av samme type vifte viser at velger man den minste viften vil nåverdien ligge 2-300% høyere enn for den største, selv om den minste er billigst i innkjøp. Valg av den største viften vil samtidig gi en støygevinst på 7-10 dB(A). Disse beregningene gjelder 24 timers drift.

Det er et meget viktig forhold som belyses her. Svært mange vil kjøpe den billigste viften uten å vurdere fremtidige energikostnader, og samfunnsøkonomisk vil det være av stor interesse å legge forholdene til rette for at energiforbruk og støyemisjon på forhånd skal vurderes ved installasjon av nye vifter (ref.[10], [11], [12]).

2 lavstøyscenarier 2010
Alternativ A (ref.[2]): I dette scenariet har vi forutsatt at en demper 25% av de mest støyende bedriftene i et utvalg bransjer. Det vil si at en i de bransjer der en har definert at det er 10-20% av bedriftene som er støyende, så er det 25% av disse som dempes. Eksempel: Innen mekanisk verksted regner vi med at det er 15%, dvs. 352 bedrifter, som gir de høyeste støynivåene. Demping av 25%, betyr 88 bedrifter. Følgende bransjer og støyreduksjoner er lagt inn:

Bransje 1	:	Pukkverk / bergverk:
		170 mest støyende bedrifter: - 5 dB
Bransje 2	:	Mekaniske verksted:
		88 mest støyende bedrifter: - 10 dB
Bransje 3	:	Skraphandlere:
		10 mest støyende bedrifter: -5 dB
Bransje 5	:	Grafisk industri:
		33 mest støyende bedrifter: - 10 dB
Bransje 14	:	Skipsverft:
		15 mest støyende bedrifter: - 5 dB
Bransje 15	:	Bilopphogging:
		29 mest støyende bedrifter: - 5 dB

Hvilke støydempende tiltak som skal gjennomføres vil variere fra bransje til bransje og til en viss grad også innen den enkelte bransje. For eksempel for pukkverk vil normalt det mest aktuelle tiltak være innebygging og isolering, men også tiltak som støydemping av dosere, lastere osv kan være aktuelt.

Det gir totalt 345 bedrifter som skal støydempes. Der hvor vi i utgangspunktet har innslag av impulslyd er støyreduksjonen satt til – 5 dB, der hvor viftestøy dominerer er reduksjonen –10 dB. Øvrige bedrifter og bransjer er uendret.

Lavstøyscenario A har en kostnadsramme på i størrelsesorden 130-250 millioner kr som en engangsinvestering. Det gir en kostnad på 1.000 – 3.000 kr pr enhet SPI pr. år, når vi regner med 7% rente og 10 års levetid.

Alternativ B: I dette scenariet har vi valgt samme forutsetninger som i A, med unntak av at det nå er 75% av de mest støyende bedriftene utvalgte bransjene som støyreduseres. Det gir følgende endringer:

Bransje 1	:	Pukkverk / bergverk:
		512 mest støyende bedrifter: - 5 dB
Bransje 2	:	Mekaniske verksted:
		264 mest støyende bedrifter: - 10 dB
Bransje 3	:	Skraphandlere:
		33 mest støyende bedrifter: -5 dB
Bransje 5	:	Grafisk industri:
		100 mest støyende bedrifter: - 10 dB
Bransje 14	:	Skipsverft:
		44 mest støyende bedrifter: - 5 dB
Bransje 15	:	Bilopphogging:
		86 mest støyende bedrifter: - 5 dB

Det gir totalt 1039 bedrifter som skal støydempes. Undersøkelsen i Nederland (se kap.5.4, tabell 5.3) konkluderte med at ca. 60% av bedriftene måtte støyreduseres med 5 dBA eller mindre for tilfredsstille støynormen (nivå under 55 dBA). Det tyder på at det er viktigere å øke antall bedrifter som støyreduseres, enn å øke støyreduksjonen på hver bedrift.

Lavstøyscenario B har en kostnadsramme på i størrelsesorden 400-750 millioner kr som en engangsinvestering. Det gir en kostnad på 3.000 – 10.000 kr pr. enhet SPI pr år.

Tabell 19: Eksponering for industristøy og beregnet SPI-verdi i lavstøyscenariene (ref.[2]).

	Intervall, dBA / Antall personer								%
Alternativ	**48-53**	**53-58**	**58-63**	**63-68**	**68-73**	**>73**	**Sum**	**SPI**	**red.**
Nåsituasjonen 1999	93.000	46.000	21.000	9.500	6.500	0	176.000	74.452	
Basis 2010	91.000	45.000	21.000	9.000	6.500	0	172.500	72.218	3
Alternativ A	76.000	35.000	16.000	7.300	4.900	0	139.200	58.635	21
Alternativ B	66.000	31.000	14.500	6.500	4.500	0	122.500	51.720	31

Med hensyn til å plukke ut de henholdsvis 25% og 75% mest støyende bedrifter innen de enkelte bransjer foreligger et omfattende datagrunnlag over ca 12 000 bedrifter, men det vil kreve en ytterligere ressursinnsats å få frem mer sikre data.

Referanser industri

[1] Kragh J.: Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Danish Acoustal Laboratory, report 32, 1982

[2] Sintef STF40 A99041: Nasjonale mål for støy: Ekstern industristøy: august 20. desember 1999

[3] Statens forurensningstilsyn: Industristøy i Norge. SFT-rapport (98:21)

[4] Statens forurensningstilsyn: Industristøy i Norge -reviderte beregninger STF40 A98015

[5] Statens forurensningstilsyn: Støy fra mekaniske verksteder, SFT-rapport nr. 68 (1985)

[6] Miljøplan: Måling og beregning av støy fra pukkverk, august 1982

[7] Environment protection (Industrial Noise) policy 19945 (EPA -1994)

[8] Statens forurensningstilsyn: Retningslinjer for støy fra industri, SFT-1974, TA-506

[9] Statens forurensningstilsyn: Måling av industristøy, SFT, TA-590

[10] M.Alexander,P.C.Marks: Noise control of Fans at a Large Industrial Plant Internoise -92, Toronto, p.121-124 (Næringsmiddelindustri)

[11] S.Wise,C.R.Deples, S.Dineen: Case histories of active noise control on industrial fans and air handlers used for heating and air conditioning.Internoise92,Toronto,p.307-312

[12] Brekke & Strand Akustikk as, M. Sandbakken: Nytte og kostnad ved energimessig og støymessig oppgradering av vifter. 21.12.99,

3.5 Bygge- og anleggsvirksomhet

Bygge- og anleggsvirksomhet som støykilde

Bygg- og anleggsstøy (BA-støy) er kjennetegnet av at støyen er relativt sterk nær kilden, og at utslippet ofte skjer nær eller i bebyggelse. Støyen varierer mye og er ofte uforutsigbar. Særlig støy på kvelds- og nattestid er ofte meget plagsom. Selv om store anlegg ofte kan ha en betydelig varighet, er støyen et midlertidig problem. Dette kompliserer en direkte sammenligning med plagethet fra varige støykilder.

BA-støy produseres både av de maskiner og verktøy som brukes, og ved selve arbeidsprosessen. Økt vegtrafikk til og fra byggeområdene skaper også ulemper. Dette er ikke inkludert i dette avsnittet. For noen maskintyper (grave- og lastemaskiner) (ref. [3], [4], [5]) er demping av motorstøy av interesse på samme måte som for vanlige tunge kjøretøy, mens for andre operasjoner som spunting, peling og knusing av fjell (ref.[1]) er det selve prosessen som dominerer støybildet.

Dagens situasjon

Tabell 20: Eksponering for BA-støy og beregnet SPI-verdi (ref.[2]).

Intervall, dBA, årsmiddel	**50-55**	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**75-80**	**80-85**	**Sum**	**SPI**
Antall personer	22254	10069	5152	4333	1195	1900	454	45357	21080

Basisframskriving til 2010

I basis-scenariet forutsettes at vedtatte nasjonale og internasjonale maskinstøykrav vil redusere gjennomsnittlig ekvivalent lydnivå fra BA-aktiviteter med 1dB, i perioden 1999-2010. Virkningen av dette tiltaket sees i forhold til at det får effekt bare for en del av maskinparken, at det er et visst etterslep p.g.a. salg av eldre, typegodkjente maskiner, og at bare en del av maskinparken blir utskiftet.

Det er ellers ikke gjort vedtak som vesentlig vil redusere omfanget av BA-støyulempene i perioden. Ulempene vil variere i takt med aktivitetsnivået i bransjen. En aktivitetsvariasjon på ca. 20% vil gi ca. +/- 1dB endring i gjennomsnittlig støybelastning. Støysituasjonen kan forverres dersom en større del av arbeidet utføres på kvelds-/nattetid, eller i helgene. En slik utvikling vil lett kunne overskygge forbedringen som blir oppnådd med en delvis forbedret maskinpark. I tillegg kan det ventes at antallet maskiner øker, at kraftigere maskiner introduseres, og at det kanskje tas i bruk nye maskiner og prosesser som ikke omfattes av aktive maskinstøykrav. Maskininvesteringene påvirkes lite av støymessige egenskaper, og fokus på støy er beskjedent i bransjen.

Totalt sett forutsettes i basis at støysituasjonen forblir uendret i forhold til det omfanget som er kartlagt i 1999.

Tiltak – effekter og kostnader
Støyulempene kan reduseres ved hjelp av 4 hovedgrupper av tiltak:

a) Reduksjon av avstrålt lyd, ved bruk av støysvake maskiner / prosesser, valg av driftsforhold, o.l.
b) Skjerming eller innkapsling av lydkilder.
c) Skjerming eller innkapsling av mottakeren. Det siste innebærer bygningsmessige tiltak hos de støyutsatte, og vurderes som lite aktuelt i de fleste tilfeller.
d) Regulering av arbeidstid, informasjon til naboene, tilbud om alternativt oppholdsted, mv., slik at det blir lettere for publikum å leve med støybelastningen.

Skjermer og innkapslinger gir vesentlige, praktiske ulemper ved bruk på anleggsplasser. Ulike maskintyper, mange i bevegelse, brukes til å utføre arbeid over en begrenset tidsperiode. Når tiltakene likevel anbefales for nærmere vurdering, skyldes dette at de:

- gir høy støyreduksjonseffekt,
- kan tilpasses maskintype og lokale forhold,
- kan iverksettes på kort sikt.

Fordi ulempene ved skjerming er store, er potensialet bare delvis utnyttet i de ulike alternativene.

Reduksjon av avstrålt lyd fra maskiner og utstyr, kan ses som to oppgaver. Den ene er knyttet til det langsiktige arbeidet med å utvikle støysvakt utstyr, og krever innsats både fra offentlige myndigheter og produsenter. Den andre har sammenheng med bruksmåte og vedlikehold, og styres primært av entreprenøren.

Generelt sett vil mulighetene for støyreduksjon sannsynligvis bli dårlig utnyttet dersom offentlige etater ikke definerer målsetning, bidrar med planleggingsverktøy, og følger utviklingen relativt nøye.

Det tekniske potensialet synes å være betydelig, både innen mer støysvake maskiner, alternative støysvake metoder og prosesser, skjerming og planlegging av arbeidene. Det generelle bildet av at tekniske tiltak på maskinsiden er billig, men problematisk pga. svak internasjonal samhandling, mens skjerming er sikkert, enkelt og dyrt, synes å gjelde også på dette feltet.

Rammebetingelsene for hvert bygge- / anleggsprosjekt blir lagt av kommunen gjennom tillatelser etter plan- og bygningsloven (reguleringsplaner / byggetillatelser), og av byggherrene ved utarbeidelse av anbudsdokumenter og avtaler med entreprenørene.

Aktuelle virkemidler omfatter myndighetsinnsats for å sikre økt kompetanse og fokus på støy i bransjen, nye planleggingsverktøy, miljømerking av maskiner, ev.

støygraderte avgifter på maskiner, og strengere krav til og kontroll med aktiviteter i bransjen. Det kan settes støykrav til bygge / anleggsfasen i reg. plan etter plan- og bygningsloven. Det er også mulig å stille krav med hjemmel i kommunehelsetjenesteloven. Bygge- og anleggsvirksomhet er unntatt fra bestemmelsene i forurensningsloven, men den kan likevel komme til anvendelse dersom aktivitetene strekker sg utover 2-3 år på samme sted. Oslo kommunes lokale støyforskrift etter den gamle sunnhetsloven har vært benyttet som basis for lokale myndigheter også utenfor Oslo..

2 lavstøyscenarier 2010

Alternativ A

Alternativ A-1:

a) Nye planleggingsverktøy blir framskaffet. Oppfølging ved stikkprøvekontroll. Kursopplegg for bransje og offentlige myndigheter om regelverk og muligheter for støyreduksjon. De verste støykonfliktene unngås ved bruk av avtalt, begrenset arbeidstid og tilbud om alternativt oppholdssted for de sterkest belastede. Anslått forbedring 0,6 dB i støybelastning, kostnad ca 2 mill kr pr år.
b) Potensialet som ligger i eksisterende maskinstøykrav og bruk av støysvake arbeids-metoder blir utnyttet marginalt bedre enn i basis-scenariet, og gir ca.1,5 dB reduksjon i støybelastningen. Kostnader ca 10 mill kr pr år.
c) 57% av potensialet for bruk av støyskjermer og innkapsling blir utnyttet. Kostnader ca 200 mill kr pr år.

Alternativ A-2:
Hvis potensialet som ligger i eksisterende maskinstøykrav og bruk av støysvake arbeids-metoder blir utnyttet noe bedre enn i alternativ A-1, slik at det gir ca. 3 dB reduksjon i støybelastningen ved alle nivå, kan man sløyfe skjermingstiltaket. Gevinsten i årlige kostnader er netto ca 170 mill kr.

Alternativ B

Alternativ B-1:

a) Planleggingsverktøy blir framskaffet. Doblet innsats i oppfølging ved stikkprøvekontroll og til kursopplegg for bransje og offentlige myndigheter om regelverk og muligheter for støyreduksjon. De verste støykonfliktene unngås ved bruk av avtalt, begrenset arbeidstid og tilbud om alternativt oppholdssted. Bruk av muligheten til å stille krav om støysvake maskiner på anlegg i støyømfinlige områder (jf. eksisterenede tysk og nederlandsk praksis). Anslått forbedring 1,1dB i støybelastning ved alle nivå. Kostnader ca 4 mill kr pr år.
b) Potensialet som ligger i eksisterende maskinstøykrav og bruk av støysvake arbeids-metoder blir utnyttet bedre enn i alternativ A, og gir ca. 3,6 dB reduksjon i støybelastningen, ved alle nivå. Kostnader ca 55 mill kr pr år
c) 80% av potensialet for bruk av støyskjermer, innkapsling og fasadetiltak, blir utnyttet. Kostnader ca 285 mill kr pr år.

Alternativ B-2:
Hvis potensialet som ligger i eksisterende maskinstøykrav og bruk av støysvake arbeids-metoder blir utnyttet noe bedre enn i alternativ B-1, slik at det gir ca. 5,2 dB reduksjon i støybelastningen ved alle nivå, kan man redusere skjermingstiltaket til 5% av potensialet. Gevinsten i årlige kostnader er netto ca 230 mill kr.

Tabell 21: Oppsummering av gjennomsnittskostnader i hvert scenario.

Alternativ	**Kr/SPI**
Alternativ A1	39.100
Alternativ A2	7.750
Alternativ B1	43.450
Alternativ B2	14.400

Eksponering for Bygge- og anleggsstøy og beregnet SPI-verdi i lavstøyscenariene er (SPI-verdiene for alternativene A1 og A2 er tilnærmet like og kalles alternativ A, tilsvarende gjelder for B-alternativene).

Tabell 22: Sammenstilling av støyreduksjon ved alternativ A og B gitt ved SPI.

	Intervall, dBA årsmiddel / Antall personer									**%**
Alternativ	**50-55**	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**70-75**	**75-80**	**80-85**	**Sum**	**SPI**	**red.**
Nåsitua-sjonen 1999	22254	10069	5152	4333	1195	1900	454	45357	21080	
Basis 2010	22254	10069	5152	4333	1195	1900	454	45357	21080	0
Alternativ A	17466	8366	3956	2802	1094	953	162	34799	15942	24
Alternativ B	12490	6316	2568	1731	688	374	41	24208	10930	48

Referanser bygg- og anlegg

[1] Norges Geotekniske institutt: Teknisk notat 993010 Miljøvennlig peling og sprengning

[2] Kilde Akustikk: Utkast til rapport R 1132 Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet, datert 06.08.99

[3] Miljøverndepartementet: Forskrift om støy fra transportable kompressorer. 1980-01-15 nr. 9025, 1980

[4] Miljøverndepartementet: Forskrift om støy fra dozere, gravemaskiner og lastere. 1982-10-13 nr. 1511, 1982

[5] Arbeidstilsynet: Støy fra tekniske innretninger på bygg- og anleggsplasser. Forskrift 16.02.95 nr. 171

3.6 Støy fra forsvarets skyte- og øvingsfelt

Tunge våpen som støykilde

Skytestøy fra forsvarets skyte- og øvingsfelt er spesiell. Skyting med tunge våpen gir et lavfrekvent og impulsbasert støybilde. Mye støy i lavfrekvensområdet medfører liten demping med avstand, sammenlignet med for eksempel vegtrafikkstøy. Et annet aspekt er at bidraget i infralydområdet (lavere enn 20Hz og dermed ikke registrerbart for det menneskelige øret) kan føre til at bygninger blir satt i svingninger. Dette vil oppleves som vibrasjon og for eksempel klirring i vinduer, kaffekopper og glass. Et tredje aspekt ved tung skytestøy er den lave isoleringseffekten vanlige nordiske bolighus har mot denne type støy. Denne lavfrekvensstøyen vil dempes betydelig dårligere enn annen støy ved omregning fra utendørs- til innendørsnivå. Skytestøy vil også kunne oppfattes som mer plagsom enn for eksempel vegtrafikkstøy, på grunn av skytestøyens impulsaktige karakter og som følge av at enkelte har negative assosiasjoner med skytestøy.

Skytevåpen kan ha opptil tre forskjellige lydkilder:
- Munningssmell
- Kulesmell (Sonic boom), bare for overlydsprosjektiler
- Terminaleffekt (skivesmell, granatdetonasjon)

Alle skytevåpen har munningssmell, mens kulesmell er avhengig av utgangshastigheten til våpenet og terminaleffekt er avhengig av prosjektilet og målets egenskaper.

Forsvarets skyting foregår i hovedsak i arbeidstiden, noe som reduserer ulempene. I tillegg er de fleste skyte- og øvingsfeltene stengt i fellesferier, noe som ytterligere reduserer belastningen.

Dagens situasjon

Metode 1

Eksponering for tung skytestøy målt som årsekvivalent støy er beregnet for 9 av 13 kartlagte skytefelt, mens SPI er omregnet fra PSP-verdier for 4 støymessig viktige skytefelt. Data om støyforholdene for de resterende feltene foreligger ikke, og det er **ikke** gjort forsøk på å skalere opp tallene til å gjelde for alle de ca. 70 landbaserte skytefeltene i Norge. I tillegg er det betydelig usikkerhet knyttet til beregningene, blant annet som følge av ufullstendig informasjon om skyteaktivitetens omfang i de enkelte skyte- og øvingsfelt.

Antall personer eksponert for årsekvivalent støynivå over $L_{Cekv,år}$ = 40 dB for de 4 utvalgte skytefeltene er beregnet til 3624, og antall SPI er beregnet til **1027**.

Metode 2

Uavhengig av kartleggingen i metode 1 er det foretatt en grov vurdering av antall støyplagede fra samtlige skytefelt (ref. [2]). Antall sterkt plagede i dagens situasjon 1999 er skjønnsmessig anslått til 5000 PSP. Dette tilsvarer at totalt antall SPI er

ca. 11 200 (ref. [1]). Det er et stort behov for en nærmere kartlegging av problemomfanget for støy fra tunge våpen.

Konklusjon
Forsvaret har startet opp et kartleggingsarbeid for å framskaffe gode støydata for skyte- og øvingsfeltene. Når disse dataene foreligger, kan man gjøre mer nøyaktige beregninger av antall SPI. Inntil disse resultatene foreligger, må vi under oppsummeringen i kapittel 4 betrakte antall berørte og SPI ved skytefelt som ikke godt nok kartlagt.

Basisframskriving til 2010
For støy fra Forsvarets skyte- og øvingsfelt forventes ikke noen større endring i det samlede støybildet fram mot år 2010. Grunnene til dette er flere:
- Bruk av avansert datautstyr for simulatortrening og laser for å simulere skyting vil bli mer vanlig
- Utviklingen går mot en større andel av rakettbasert artilleri og en reduksjon i skuddmengde. Detonasjonssmell fra rakettbaserte systemer er gjerne høyere enn fra tradisjonelt artilleri, grunnet kraftigere sprenglegeme, men grunnet lavere skuddmengde vil trolig ikke det gjennomsnittlige støynivået endres vesentlig.
- Tradisjonelt artilleri vil fortsatt utgjøre hoveddelen av skuddmengden. På dette området forventes ikke noen endringer på støynivå i forhold til dagens situasjon.
- Lokalisering av skytefeltene vil trolig føre til en liten nedgang i antall PSP da områder som Terningmoen trolig blir nedlagt, og mye av aktiviteten flyttes til Regionfelt Østlandet. I tillegg må en regne med en viss økning i befolkningsmasse og boliger generelt, som muligens vil føre til en økning i SPI.

Tiltak – effekter og kostnader
a) Anleggsteknisk støydemping for tunge våpen:
På grunn av det lavfrekvente støybildet fra tunge våpen, vil ikke tradisjonelle støyskjermer og utbedringer av standplass ha effekt av betydning. Selv om tiltak som dette ikke har den store effekten, kan en bli flinkere til å utnytte naturlig støymessig bedre standplasser som vil bidra til å redusere støynivået fra munningssmellet noe, og samtidig kunne ha en betydelig psykologisk effekt. Skifting av underlaget på standplass og nærområdet rundt til et akustisk ”mykt” og absorberende materiale bør utredes videre.

b) Meteorologiske hensyn ved skyting ved tunge våpen
Lydbildet fra tung skytestøy er av en slik art at sjenanseavstanden er betydelig større for skyting og sprengning enn hva tilfellet er for eksempel for vegtrafikk. Ved lydutbredelse over så store avstander vil den vertikale vind- og temperaturfordelingen ha stor innflytelse på lydnivået ved boliger rundt skytefeltet. Fra sprengninger er det på ca. 1,6 km avstand målt forskjeller på opptil 40 dB (data fra forsøksserie på Finnskogen i regi av FBT) som følge av endringer i de meteorologiske forhold. Dette betyr at de meteorologiske forholdene har en avgjørende betydning for støynivået ved mottageren, og tilpasning av skyteaktivitet til de meteorologiske forholdene vil således være et av de mest effektive tiltak for å minimalisere støybelastningen.

Ved å etablere et nettverk av meteorologiske målestasjoner (minimum 2 stk. pr. skytefelt), gjennomføre opplæring av befalet på skytefeltene, utarbeide meteorologisk statistikk, samt utarbeide prosedyrer for skyting og sprengning under forskjellige meteorologiske forhold, vil en kunne oppnå en positiv effekt. Slike tiltak kan føre til at skyteaktiviteter ikke legges til tidspunkter med spesielt ugunstige værsituasjoner, og en vil dermed kunne redusere støybelastningen. Det pågår forskning og utvikling innen dette området, og en forventer å kunne presentere resultater i løpet av de nærmeste årene.

Meteorologiske målestasjoner koster i størrelsesorden 100 000 kr per stk. I tillegg kommer fremleggelse av strøm og kommunikasjon mellom værstasjonene og øvelsesledelsen, samt datautstyr med programvare for presentasjon av værsituasjonens innvirkning på støyutbredelsen.

c) Støysvak ammunisjon / våpen

For tunge våpen er tiltak i form av lyddemper montert på våpenet urealistisk. Det benyttes i dag innlegg med mindre kaliber og redusert støy til øvelse.

For tunge våpen kan en i noen grad benytte øvelsesammunisjon som har reduserte mengder sprengstoff, eller bare lys-/røykmarkering ved detonasjon. Hvor stor støyreduserende effekt som kan oppnås er usikkert, da en ikke vil oppnå en demping av munningssmellet. Heller ikke overlydssmellet vil få noen reduksjon fra å benytte en større grad av øvelsesammunisjon så lenge prosjektilet har overlydshastighet, noe som er vanlig for nesten all ammunisjon. Enkelte av dagens ildmarkeringsmidler kan modifiseres slik at de kun avgir lys og røyk. Det skal imidlertid nevnes at støy i seg selv kan være et nødvendig treningsmoment ved militær øving.

d) Støyisolering av bygninger

For støy med egenskapene til tung skytestøy, er det meget vanskelig å gjennomføre isoleringstiltak som har god effekt. Dette er spesielt for nordisk bebyggelse.

e) Total innebygging av standplass

En total innebygging av skyteaktiviteten er faktisk mulig, og er gjennomført i Sveits. Der benyttes en tunnel til uttesting av forskjellig ammunisjon. Å etablere dette som en standard for utdannelsesskyting vil trolig være et betydelig dårligere og dyrere alternativ enn databasert simulering, og anbefales således ikke.

f) Lokalisering av skyteaktivitet til områder uten bebyggelse

Dersom skyteaktiviteten med tunge våpen legges til områder hvor det ikke bor mennesker, eller bebyggelsen er spredt, vil støyproblemet bli minimalt. Dette kan imidlertid komme i konflikt med hensynet til friluftsområder og forutsette uønsket inngrep i urørt natur. Et mulig alternativ kan være å konsentrere den støyende aktiviteten om noen få områder i Norge, og dermed oppnå en reduksjon i antall berørte, men større belastning på de gjenværende. Nytteeffekten er usikker, og kostnadene antakelig store.

Lavstøyscenarier 2010
Foreløpig framstår aktivt hensyn til vær- og vindforhold som det beste tiltaket. Kvantifisering av effekt og kostnader er ikke mulig før nye erfaringer vinnes.

Referanser skytefelt

[1] Statens forurensningstilsyn: SPI for skytefelt, SFT notat av 14.09.99

[2] Kilde Akustikk: Notat datert 14.09.99 om støyproblemet ved forsvarets skyte- og øvingsfelt. Tunge våpen m.v.

3.7 Skytebaner

Lette våpen som støykilde
Skytestøy fra lette våpen er spesiell og unik. Støybildet fra et enkeltskudd vil være en meget kort impuls, mens under vanlig aktivitet på skytebanen vil lydbildet være en salve av skudd da flere skyttere avfyrer tilnærmet samtidig. Disse skuddsalvene vil gå i byger med jevne mellomrom. Vanlig skyteaktivitet på en skytebane sprer seg ut i tid over et par timer. For de sivile skytebanene vil mye av aktiviteten foregå på kveldstid og i helger, mens det for Forsvarets skytebaner stort sett er aktivitet på dagtid. Dette vil føre til at støy fra sivile skytebaner vil kunne oppleves som mer konfliktfylt.

Hovedtyngden av ammunisjon og våpen som benyttes i dag på skytebanene er de samme som sist på 1800-tallet, 6,5-7,92mm jaktrifler. Utviklingen av våpen og ammunisjon har kun ført til minimale endringer i lydbildet.

I forhold til skytestøy fra tunge våpen (> 30 mm), gir støy fra lette våpen et mindre bidrag i det lavfrekvente området. Dette gjør det noe enklere å utføre tiltak for å dempe skytestøyen for lette våpen. Støyen fra lette våpen er betydelig mer retningsbestemt enn for tunge våpen, og tiltak som å endre skyteretning vil ha større betydning.

Dagens situasjon

Tabell 23: Eksponering for skytebanestøy og beregnet SPI-verdi.

Intervall, dBA, årsmiddel LDEN frittfelt	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	**Sum**	**SPI**
Antall personer	40592	21211	11411	8183	3600	512	85509	**12060**

Skaleringsgrunnlaget består av 764 geværbaner (DFS / MIL) og 269 jegerbaner (NJFF), (ref. [1]).

Basisframskriving til 2010
Den sannsynlige utvikling til 2010 uten nye tiltak er noe redusert støyplage fra skytebaner. Aktiviteten er svakt avtakende, og det synes å være en utvikling på gang i retning av mer skyting med finkaliber. Det Frivillige Skyttervesen (DFS) har i gang et miljøpakkeprosjekt for støyutbedring av sine skytebaner. Ellers settes det strengere krav til nye baner når disse konsesjonsbehandles etter forurensingsloven, enn det som er standarden på flere gamle baner.

Tiltak – effekter og kostnader
I det følgende gis en oversikt over tiltak som kan gjennomføres med inndeling etter hovedtype tiltak.

Kildedemping – tiltak på banene

a) Ordinære tette standplassoverbygg
De fleste skytebaner har i dag innebygde standplasser, og hoveddelen av disse har tette hus med støydempende isolasjon. Oppgradering av de baner som mangler hus eller har utette hus er et effektivt tiltak, som gir en demping på 0-16 dBA avhengig av plassering i forhold til skyteretning. Kostnadene er ut fra erfaringstall fra Det Frivillige Skytevesen anslått til gjennomsnittlig 17.000 kr pr skytterplass, eller en årlig kostnad på 1.600 kr med 20 års levetid og 7% rente.

b) Frambygde standplassoverbygg
Utvidelse av standplassoverbygget med støyisolerte frambygde tak og vegger mellom hver 3-4 skytter er et viktig tiltak på skytebaner nær bebyggelse, og er et hovedtiltak i den pågående miljøhandlingsplanen til DFS. Her er det regnet på et 5 m frambygg, med vegger mellom hver andre skytter. Dette gir en ekstra støydempende effekt på 4-10 dBA avhengig av retning, og en kostnad på gjennomsnittlig ca 25.000 kr pr skytterplass. Årlig kostnad blir da 2.400 kr med 20 års levetid og 7% rente. Ulempene ved tiltaket er knyttet til vedlikehold, sikkerhet og arbeidsforhold, men dette kan løses ved gode rutiner.

c) Skyting gjennom flyttbare støydempende rør
Større, flyttbare lyddempere for geværskyting er utviklet både i Sveits og USA. I begge land har prosjektene gitt rimelige, akustisk effektive dempere, uten viktige ulemper. Skyting med demperne er oppfattet av de fleste militære brukere som akseptabelt eller gunstig (bedre avskjermet lys). De mest praktiske demperene består av ca 2m lange rør av metall eller plast, med ytre diameter 0.5m (USA) - 1 m (Sveits), dempet med mineralull som er hensiktsmessig beskyttet. Den amerikanske demperen (minste diameter) kan lages av standard byggematerialer og er oppgitt å koste ca 900 kr. Denne demperen har effekt 15-20 dBA sideveis og i retning skrått framover. Den sveitsiske demperen, med større diameter, har noe mindre effekt. Vi har her regnet med en effekt midt mellom de to eksemplene. Kostnaden ovenfor gjelder bare selve demperen. For praktisk bruk måtte demperen sannsynligvis plasseres i et stativ som samtidig kunne plassere demperen raskt i ulike høyder. Totalkostnad for demper og praktisk stativ kan antydes til ca 2.000 kr / skytterplass, eller 280 kr pr år ved 10 års levetid og 7% rente. DFS har i e-post mottatt 21 / 9-99 rapportert kostnader på 5000 kr pr skytterplass, bare for liggende skyting, ved dette tiltaket.

Virkemidler for og finansiering av dette tiltaket synes å være helt parallelt med virkemidlene for standplassoverbygg.

Kildedemping - selve våpenet / ammunisjon

d) Lyddemper på våpen
Dette er et kjent tiltak, som i senere tid er utprøvd i Finland med godt resultat. Nøyaktigheten til våpenet blir i følge denne kilden ikke påvirket. Dette er noe omstridt, og det er usikkert om dette vil ha generell gyldighet under norske konkurranseformer mm. Tiltaket kan også være problematisk i forhold til ny våpenlov, hvor det er foreslått forbud mot slikt utstyr. Begrunnelsen for forbudet er uklar. Støyen dempes i området 0-20 dBA avhengig av hvor man står i forhold til skyteretningen. Dempningen er best i sideretningen, men er også god for skytteren selv. Kostnaden ved innkjøp er ca 400 kr / stk. I tillegg kommer kostnader til montering og tilpassing, som for enkeltvise konkuransevåpen antas å kunne være kostbart, opptil 1000 kr pr våpen. Ved massetilpasning fra fabrikk antas kostnadene å kunne bli svært små. Her tar vi godt i, og antar en samlet kostnad pr skytter på 1.400 kr og en levetid på 10 år. Årlige kostnader er da om lag 200 kr pr skytter.

Det antas at skytterne vil verdsette redusert støy for egen del. Tiltaket kan for eksempel fremmes ved å sette bruksbegrensinger etc for baner som er strengere for udempede våpen. Tiltakets kostnader må antas å bæres av skytterne selv, ev. med støtte fra offentlige midler via skytterlagene.

Det må også presiseres at bruk av lyddempere vil minske risikoen for hørselsskader i betydelig grad.

e) Økt bruk av finkaliber .22
Overgang fra vanlig grovkalibret gevær til finkaliber (.22) gir en betydelig støygevinst, om lag 37 dBA. For en del år siden la det internasjonale skiskytterforbundet om til å kun bruke finkaliber i sin idrett. Samtidig ble skyteavstanden redusert fra 150 meter til 50 meter. Hovedbegrunnelsen var problemer med økende sikkerhets- og miljøkrav til skytingen, og sviktende rekruttering. Omleggingen har vært en klar suksess, og rekrutteringen til sporten er styrket.

Konkurranseskytingen i Skytterforbundet under Norges idrettsforbund foregår allerede i hovedsak med finkaliber, mens skyting for jegerprøver mm. naturlig nok må foregå med de aktuelle jaktvåpen i grovkaliber. Det samme gjelder Forsvaret. Det er derfor i skytterlagene under DFS at en økt bruk av finkaliber kan være aktuelt. Kaliber .22 benyttes allerede i en viss grad i dag både for pistol og rifle. Den store ulempen med små kaliber er imidlertid at presisjonen påvirkes betydelig av vind. Derfor er disse våpnene mindre egnet for skyting på lange hold utendørs under norske forhold. Skyting på kortere hold (50 meter, 100 m når det er vindstille) og med mindre blinker vil imidlertid gi fullverdig trening. Mange skyttere benytter finkaliber til trening om høsten og vinteren, og bruker grovkaliber i sommersesongen. Det finnes nå våpen for baneskyting hvor man kan skifte fra grovkaliber til finkaliber med enkle håndgrep. Ekstrakostnaden ved å kjøpe finkalibret løp til slike våpen er i størrelsesorden 40-50% tillegg i pris.

Flere forhold, bl.a. hensynet til rekruttering, strengere krav til skytebaner og fjernere plassering av nye baner (for grovkaliber), gjør at økt bruk av finkaliber kan komme naturlig. Eksemplet fra skiskyting viser også at konkurranser basert på finkaliber med korte avstander og små blinker kan være sportslig fullverdig. Dette kan for eksempel benyttes for rekrutter, eller for deler av konkurransene. En slik utvikling vil neppe redusere DFS forsvarsmessige betydning, da skytingen allerede i dag foregår med spesialvåpen og ikke med Forsvarets standardvåpen. Videre vil ikke skyting med grovkaliber opphøre, men få en redusert andel av samlet skyting.

Siden dette vil ha klare fordeler støymessig, bør det vurderes om en utvikling i denne retningen kan påskyndes gjennom de eksisterende statlige virkemidler (subsidier) overfor Det frivillige skyttervesen. Disse har nå en ramme på ca 27 mill kr pr år. Videre bør det vurderes om det kan settes ulike krav i konsesjonsbestemmelsene for konsesjonsbehandlede skytebaner, for eksempel slik at det tillates lengre åpningstider for finkaliber enn grovkaliber ved baner med støyproblemer. Den samfunnsøkonomiske kostnaden som påføres ved en slik virkemiddelbruk kan øke opp til marginalkostnaden ved de alternative tiltak som må gjennomføres for å nå vedtatte mål i egen eller alle sektorer samlet, og kan slik være betydelig før tiltaket blir ulønnsomt.

f) Bruk av støysvak ammunisjon
En reduksjon av ammunisjonsladningen vil gi nedgang i lydnivået. Det er beregnet at en reduksjon til 80 % av ammunisjonsvekten vil gi en støyreduksjon på 2 dB, samtidig som utgangshastigheten synker til 550 m/s.
Overgang til eventuell ny standardammunisjon er kostnadsfri.

Plassering og bruk av banene

g) Skjerming
Skjerming av standplass ved naturlig terreng, voller eller gjerder kan ha god effekt, men kan ikke brukes alle steder.

h) Flytting eller samling av aktiviteten
Som for tung skyting er dette et tiltak med usikker gevinst og betydelige ulemper. En viss endring i anleggsstrukturen kan likevel være ønskelig og effektiv.

i) Begrensninger i tillatt bruk
Det kan settes grenser for tillatt bruk av baner (tidsrom, skuddmengde), ut fra hensynet til naboer mm. Ulempene med tiltaket er åpenbare.

j) Hensyn til vær og vind
Vindretning mm. kan ha stor betydning. Stengning av baner under særlig ugunstige forhold er et effektivt støytiltak.

Avbøtende tiltak

k) Støyisolering av bygninger

Normale tiltak mht. vinduer og ventilasjon vil normalt gi et OK innemiljø for de fleste som er plaget av skytebanestøy. Men dette kan være dyrt, og hjelper ikke på uteforholdene.

l) Innløsing av boliger.

I henhold til forurensningslovens § 17 kan huseiere kreve innløsing dersom boliger blir uegnet til boformål. Dette har hittil vært mest aktuelt for skytefelt, men kan også komme til anvendelse i forbindelse med skytebaner.

Høringsuttalelser

Det er kommet inn uttalelser fra Forsvarets Bygningstjeneste (FBT), Det Frivillige Skyttervesen (DFS) og Folkehelsa. Både FBT og DFS ser problemer i forbindelse med gjennomføring av tiltak som innføring av lyddempere, bruk av støysvak ammunisjon og overgang til kaliber .22. Det blir blant annet hevdet at pris på lyddempere var satt alt for lavt, at presisjon av geværer med lyddempere ikke var tilfredsstillende undersøkt med mer. Imidlertid hadde begge instanser også en del positive kommentarer på områder hvor de ville støtte oppfølgingen. SFT har gått gjennom de argumenter som er fremført, og omarbeidet rapporten en del i henhold til disse uten at grunnlagstallene i rapporten er endret. Folkehelsa peker blant annet på at bruk av lyddempere vil minske faren for hørselsskader.

Oppsummering – kostnadseffektive tiltak

Tiltakene ovenfor kan ikke summeres direkte, da de påvirker effekten av hverandre. Videre varierer effekten fra bane til bane etter plassering av naboer, terreng, skyteretning og allerede eksisterende overbygg mm. Kostnadseffektiviteten av tiltak og pakker av tiltak kan derfor bare vurderes ved hjelp av beregninger på de enkelte baner, og kostnadseffektiviteten av enkelttiltak kan best beregnes som gjennomsnittseffekt av tiltakspakker. Den pågående miljøpakken i DFS har tiltak a) og b) (tette overbygg og frambygde overbygg) som hovedtiltak. Dette er effektive og gode støytiltak. De nye opplysninger som er framkommet i dette arbeidet viser imidlertid at skyterør (tiltak c) bør vurderes nærmere, som et supplement til eller erstatning for noen av bygningstiltakene. Våre anslag tyder på at dette tiltaket kan ha klart bedre kostnadseffektivitet enn a) og b). Tiltakene kan avgrenses slik at de banene som skaper mest støyplage og de skytterne på disse banene som er mest aktive gjennomfører tiltak først.

Generelt vil tiltak e) (økt bruk av kaliber 0.22) ha en hel rekke fordeler og bør vurderes stimulert.

Lavstøyscenarier 2010

Scenario a:
Både tiltak a) (overbygde standplassoverbygg) på 44 baner og b) (frambygde standplassoverbygg) på 337 baner, som gir 53 % reduksjon i SPI i forhold til 1999. Kostnad ca 23 mill kr pr. år eller ca 3.600 kr / SPI pr år.

Scenario b:
Bare tiltak b) (frambygde overbygg) på 63 baner som gir 31 % reduksjon i SPI i forhold til 1999. Kostnad ca 4 mill kr pr. år eller ca 1.000 kr / SPI pr år.

Scenario c:
Bare tiltak c) (skytedempende rør) på 451 baner, som gir 78 % reduksjon i SPI i forhold til 1999. Kostnad ca 3 mill kr pr. år, eller ca 320 kr / SPI pr år. Kostnadene kan være for lavt anslått (2000 kr pr rør), men det er betydelig rom å gå på sammenlignet med alternative tiltak. Kostnaden kan øke 40 ganger før den når opp i verdien 13.000 kr pr SPI. Tilsvarende kan man tåle klare avslag i effekten uten at tiltaket mister interesse.

For den videre drøfting i kapittel 4 velger vi alternativ A= scenario a (ordinære og frambygde overbygg) , som er et sikkert og kjent tiltak, og scenario c (skytedempende rør) som alternativ B, som er et relativt nytt og lite brukt tiltak for å vise potensialet i de nye opplysningene som er innhentet.

Som det går fram synes tiltakene å være billige i forhold til andre sektorer. Ytterligere utprøving og flere modellberegninger for å finne fram til de mest kostnadseffektive kombinasjoner av tiltak på baner med ulik tilstand på bygningene i dag bør gjennomføres.

Tabell 20. Sammenstilling av støyreduksjon ved alternativ A og B, gitt ved SPI.

	Intervall, årsmiddel LDN frittfelt, dBA / Antall personer								**%**
Alternativ		30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	**Sum**	**SPI**	**red.**
Nåsituasjonen 1999		40592	21211	11411	8183	3600	512	85509	12060	
Basis 2010		36716	19251	10765	7266	2982	410	77390	10834	10
Alternativ A		20575	11512	7337	2820	815	103	43162	5640	53
Alternativ B		12663	6414	2771	1064	432	0	23344	2684	78

Et billigere tiltak enn alternativ A vil være kun frambygde overbygg på 63 baner hvor effekten er beregnet til 31 % reduksjon av SPI. Tetting av ordinære standplassoverbygg kan også kombineres med dette tiltaket.

Når det gjelder støyutbedringsprogrammet som Det frivillige Skyttervesen har igangsatt, er det for 1999 avsatt 5 mill. kroner til støydempende tiltak. Tidligere har

det vært avsatt 3 mill. kr. pr. år. Tiltakene svarer stort sett til en blanding av utbyggingmetodene som beskrives under pkt. a og b i beskrivelse av kildetiltak. Antall baner som innebygges pr. år har vært ca 10, og det bør vurderes om ressursinnsatsen i prosjektet kan økes i perioden fram til år 2010. Det er ikke beregnet hvor stor nedgang i SPI programmet vil gi.

Referanser skytebaner

[1] Kilde Akustikk: Rapport R1191, Nasjonale mål 2010, Skytebanestøy, Datert 16.12.99

3.8 Støy fra produkter som brukes utendørs

Støyproblemene knyttet til produkter og "fritidsstøy" er kjent, men dårlig beskrevet. I undersøkelsen ble det valgt å kartlegge problematikken knyttet til gressklippere i private hager, snøskutere og fritidsbåter. Den generelle kunnskapen om disse kildene øker, men det faglige grunnlaget er dårlig for ulike kilder i ulike situasjoner. Det presiseres at man har dårlig oversikt over hvor mange som virkelig føler seg plaget. Det er generelt vanskelig å beregne SPI for denne type produkter fordi de er mobile og beveger seg over store områder, samtidig som bruken er sterkt sesong-og væravhengig.

Støy fra produkter vil generelt reguleres etter produktkontrolloven, og ikke etter forurensningsloven. Norske forskrifter foreligger i dag for:

a) Gressklippere (ref.[7])
b) Fritidsbåter (Her er det også under utarbeidelse forslag til endring av EU-direktiv(94/25/EF) som omfatter krav til avgassutslipp og støy fra fritidsbåter adskillig mer omfattende enn nåværende norske forskrifter.(ref.[3])

3.8.1 Gressklippere

Status

Det finnes omtrent 400 000 bensindrevne, 300 000 elektriske og 650 000 hånddrevne gressklippere. Plenene klippes i stor utstrekning på kveldstid og i helgene når været er fint. Det er beregnet at 560 000 frittliggende eneboliger i tettbebyggelse vil utsettes for forstyrrende støy 1 1/2 til 3 timer hver uke i sommermånedene, og 300 000 rekkehus utsettes for forstyrrelse 40 min. til 2 timer hver uke. Dette tilsvarer en total eksponering på 4,3 mill. persontimer ukentlig om sommeren over antatt grense for forstyrrende støy. (ref.[1])

Reduksjonsmuligheter

De teknologiske muligheter for støyreduksjon er store. Normalt er det ikke selve klippeprosessen som er hovedkilden for støy. For elektriske luftpute-klippere er viftestøyen så dominerende at denne type klipper kommer i støyklasse med bensindrevne. Klippere med batteri løser kabelproblemet og kan potensielt erstatte bensindrevne. Manglende kvalitet angis som årsak til at de foreløpig ikke har fått større markedsandel enn ca 3%. Luftputeklippere gir fordeler i bratt lende. Potensialet for støyreduksjon på bensindrevne gressklippere er stort; gjennom bedre materialer i motor, bedre utforming av motor, og gjennom bedre dempere på innsug og avgass.

Basisframskriving

Sannsynlig prognose for støy er omtrentlig status quo, med litt nedgang i bensindrevne og hånddrevne, litt oppgang i elektriske både med kabel og batteri.

Økt antall hurtigroterende elektriske trimmere vil bidra til økning av støyforstyrrelser.

Tiltak og virkemidler
Overgang til de mest støysvake gressklipperne markedet vil kunne fjerne de betydeligste støyforstyrrelser.Imidlertid er krav til gressklippere regulert i EØS-avtalen, og et særnorsk støykrav vil være problematisk, selv om det utformes på en ikke-diskriminerende måte. Økonomiske virkemidler, INFO-kampanje og lokale påbud kan også være aktuelt.

Lavstøyscenario 2010
Hvis de elektriske klipperne, inklusiv batteridrevne, men uten luftpute, overtar 90% av bruken i tettbebyggelse, vil det ifølge SINTEFs rapport bare bli ca. 60 000 boliger hvor beboerne utendørs utsettes for forstyrrende støy over 1 time pr uke. Ut fra et vektet gjennomsnittlig antall personer pr bolig på 2,6 tilsvarer dette en ukentlig eksponering på 156.000 persontimer, eller en nedgang på hele 96% i forhold til dagens situasjon. Potensialet for reduksjoner er med andre ord betydelig.

3.8.2 Snøskutere

Status
Vi har her i landet 45 000 snøskutere (beltemotorsykler), 13 000 av disse i Finnmark. 15% av kjøringen er knyttet til yrke, 85% til fritids og hyttebruk. Hørbar støy vil kunne dekke arealer på ca 20 000 km^2, eller nesten halvparten av Finnmark fylke. En stor del av de 100 000 hytter som ligger i fjellterreng, vil ligge innen området for hørbar scootertrafikk. Forstyrrende støy antas å dekke arealer på 7000 km^2. (ref.[1])

Norske og svenske kjøretøyforskrifter har grenseverdier for støy på 85 dBA målt i 7.5 meters avstand ved forbikjøring under akselerasjon. Bare et fåtall snøskutere oppfyller dette kravet i en svensk undersøkelse fra 1991. Det foreligger et nordisk forslag om skjerping av emisjonsgrensen til 80 dBA.

Basisframskriving
Antallet snøskutere antas å øke med ca 3% pr år, noe som gir ca 30% øket antall fram til 2010. Bruken vil sannsynligvis øke langt sterkere enn antallet. Det må regnes med at konkurransekjøring, med trening, får økt utbredelse. Arealer med forstyrrende støy vil øke omtrent med 30 %.

Tiltak og virkemidler
Det mest virkningsfulle tekniske tiltaket er å erstatte totaktsmotorene som i dag benyttes i snøskutere med firetaktsmotorer. Dette vil gi støyreduksjon på 6 dB. Problemene er økt vekt og redusert driftssikkerhet. Marginale forbedringer av motorblokk, kjølesystem og lyddemper kan også bringe emisjonsnivået nedover. Selv uten skifte av motortype regnes det i de svenske rapportene realistisk å kunne komme ned til emisjonsnivåer lavere enn 80 dBA fra 2000. Lokale restriksjoner, som brukes i dag, kan også være et effektivt virkemiddel.

Lavstøyscenario 2010
Det er funnet vanskelig å beregne SPI i forbindelse med snøskutere, fordi de beveger seg i åpne utendørsområder og hvor ofte de påvirker miljøet rundt er sterkt varierende. Det er derfor ikke prøvd å beregne noe lavstøyscenario i år 2010.

3.8.3 Fritidsbåter

Status
Mellom 500 000 og 800 000 småbåter er i bruk langs vår kyst. Ca 100 000 mennesker bor i områder hvor småbåtstøyen er godt hørbar utendørs på tider hvor det ikke er mye annen støy. 10 000-30 000 på landsbasis kan oppleve støyen som forstyrrende. Antall klager er få, og det er ikke kjent hvor mange det er som virkelig føler seg forstyrret.(ref.[1])

Reduksjonsmuligheter
Vi regner at store innenbordsbåter gir samme støynivå som små utenbordsmotorer. De største forskjeller i støynivå mellom ulike motorer med samme ytelse, eller som gir samme hastighet, er i området 5 dB. Ved å bringe de mest støyende ned på nivå med de minst støyende vil hørbarhetsgrensen halveres, og antall forstyrrelser reduseres med ca 30%.

Innenbordsmotorer kan støydempes vesentlig gjennom innkapsling og effektive avgassdempere. Motorstøy er på grunn av tonekarakteren mer sjenerende enn skrogstøyen. Støy til omgivelsene kan reduseres ved at farten begrenses. En 130 kW motor ved 40% av fullt turtall gir langt lavere støy enn en 50 kW motor ved fullt turtall. Også skrogstøy reduseres ved redusert hastighet.(ref.[1], [4], [6])

Basisframskriving til 2010
Statistikken indikerer at antallet fritidsbåter øker, størrelsen på båtene øker og motorytelsen øker. Alle de faktorer som kan ekstrapoleres fra senere års statistikk indikerer økt støy og økt antall som utsettes for støyen.

Vannskutere (personlige vannfarkoster) gir et støynivå mer enn 5 dB høyere enn selv de største utenbordsmotorer. De opererer normalt nært land. En betydelig økning av antall ville ha store konsekvenser, i første rekke for badeplasser og rekreasjonsområder. Hver vannscooter er støymessig ekvivalent med 3 båter med 100 kW motor, og 10 båter med 7 kW motor.

Tiltak og virkemidler
For vannskutere ligger det nå et forslag til lovbruksregulering til behandling i Stortinget. EU holder på å utarbeide et omfattende nytt direktiv for fritidsbåter (Dir. 94/25/EC). Dette inneholder krav til støy som Norge må implementere i sin lovgiving. Dette vil gi et vesentlig bidrag til å senke total støyemisjon fra norske fritidsbåter, og det anses å være det beste virkemidlet m.h.t. å redusere støyulemper fra fritidsbåter i Norge fram til år 2010.

Lavstøyscenario 2010

Det er funnet vanskelig å beregne SPI i forbindelse med fritidsbåter, fordi graden av bruk er svært væravhengig og vil variere fra sted til sted, samtidig som det bruksmessig er stor forskjell på vinter og sommer. Det er derfor ikke prøvd å beregne noe lavstøyscenario i år 2010.

Referanser produkter

[1] SINTEF: Nasjonale mål for støy: Produktstøy. STF40 A99034, 1999

[2] Statens forurensningstilsyn: Støy i frilufts-og rekreasjonsområder, SFT-rapport 94:21, ISBN-nr. 82-7655-266-8

[3] Miljøverndepartementet: Forskrift om støy fra fritidsbåter, 7. Juli 1989

[4] ICOMIA Marine Environment Commitee: "Powdered Recreational Craft Sound Level Test Report" IMEC 17 F / 02.May 1995

[5] Maaseik Third Draft: "Recreational Motorboat Sound Level report", 1992

[6] Tomas Strøm: "Buller från fritidsbåtar". Statens Provningsanstalt SP RAPPORT 1992:61

[7] Miljøverndepartementet: Forskrift om støy fra gressklippere. 1994-06-10 nr. 0479, 10.06.94 nr. 479

3.9 Støy fra motorsportsbaner

Motorsportbaner som støykilde

Flere elementer bidrar til støyplager i nærområdene til motorsportbaner. Treningskjøring foregår oftest på kveldstid og i helger, og kan ha betydelig utstrekning i tid, men mindre intensitet. Stevner forekommer sjeldnere, men vil da ofte medføre sterk støy hele stevnehelgen. I tillegg til selve kjøringen, kommer ferdsel og støy i forbindelse med tilstrømning av tilskuere. Kun støy fra selve kjøringen er beregnet her. Selve støyen fra kjøringen har om lag samme karakter som vegstøy, men er mer plagsom på grunn av kjøremønster, tid og sted (lav bakgrunnstøy, rekreasjonsaktiviteter forstyrres mm.).

Dagens situasjon

Tabell 25: Eksponering for årsekvivalent støy fra motorsportbaner og beregnet SPI-verdi (ref.[1], [2], [3]). Alle dataene er gitt et ulempestillegg på 5 dB på grunn av utstrakt kveldsbruk.

	Antall personer eksponert for årsekvivalent støynivå, dBA							
$L_{Aekv,år}$	**<43**	**43-48**	**48-53**	**53-58**	**58-63<**	**63<**	**Sum**	**SPI**
	9.100	3.500	1.100	300	60	12	14.072	**4848**

Basisframskriving til 2010

Det har innenfor dette arbeidets rammer ikke vært mulig å etablere en gjennomarbeidet prognose for situasjonen innen motorsport i år 2010. Gjennom den kontakt vi har hatt med lokale klubber, har vi fått et inntrykk av at noen områder som bilcross er avtakende, mens andre som gokart er voksende. Vi ser imidlertid ingen grunn til at sportens samlede struktur og omfang vil endres vesentlig de nærmeste 10 år. Også når det gjelder støymessige egenskaper for kjøretøyer, synes det rimelig å anta status quo.

Tiltak

Det er 2 områder av tiltak som er aktuelle. Disse er:

(1) teknisk utbedring av kjøretøyene i form av bedret lyddemping.
(2) full skjerming av baner som i dag ikke er skjermet eller bare delvis skjermet.

For biler og motorsykler i alminnelighet er det et potensiale på gjennomsnittlig 5-10 dB reduksjon av støyutslippet ved tekniske utbedringer eller overgang til nyere og mer støysvake kjøretøyer. For kjøretøyer som brukes på motorsportbaner er det noe usikkerhet om størrelsen på en tilsvarende reduksjon. Ved systematisk gjennomførte tiltak, vurderer SINTEF det som realistisk å kunne oppnå en gjennomsnittlig tilleggsdemping på 5 dB.

Virkningen av å bygge støyskjermer omkring og på motorsportbaner vil kunne variere sterkt fra bane til bane. Vi har beregnet den samlede virkningen av å oppgradere alle eksisterende baner som i dag ikke har støyskjerming, til et nivå med en gjennomsnittlig skjermdemping på 5 dB. Disse tiltakene er imidlertid ikke vurdert nærmere, og kostnadene er ikke kjent.

Når det gjelder virkemidler kan skjerming pålegges i h.t. forurensningsloven. Imidlertid behandles en stor del av banene bare etter plan-og bygningsloven i forbindelse med reguleringsplan. Men også i denne forbindelse kan det være aktuellt med krav om støyvoll / skjerm. Når det gjelder støynivået kan det være aktuellt å lage reguleringer om høyeste tillatte nivå på startende biler / MC i konkurranser. Det finnes allerede slike krav i dag. Også økonomiske virkemidler kan være aktuellt.

Lavstøyscenarier 2010
Gjennomføringen av de foreslåtte tiltak for denne kilden er ikke nærmere utredet, og det er ikke kvantifisert kostnader ved tiltak. Imidlertid kan man belyse effekten av en samlet reduksjon på 5 dBA i årsekvivalenten for alle baner. Dette kan man oppnå enten ved full skjerming av alle baner eller støydemping på alle kjøretøy ned til et visst nivå. Eventuellt kan man foreta tiltak til en viss grad på begge disse felter.

Tabell 22. Sammenstilling av støyreduksjon ved basisalternativet og alternativ A, gitt ved SPI (ref.[1]).

	Antall personer eksponert for årsekvivalent støynivå, dBA								**%**
$L_{Aekv,år}$	**<43**	**43-48**	**48-53**	**53-58**	**58-63<**	**63<**	**Sum**	**SPI**	**red.**
Nå=Basis	9.100	3.500	1.100	300	60	12	14.072	**4848**	
Alternativ A	3.500	1.100	300	60	12	0	4.972	**1683**	**65**

Referanser motorsportsbaner

[1] SINTEF: Nasjonale mål for støy: Støy fra motorsportbaner;
STF40 A99042, 1999

[2] Kilde Akustikk AS : Måling av støy fra motorsport (Rapport R665, 15.11.93.)

[3] Kilde Akustikk AS: EDB-metode for beregning av støy fra motorsportbaner
(Rapport R562, 11.11.92)

4. Oppsummering på tvers av kilder

4.1 Omfanget av støyplager i dagens situasjon

Tabell nr. 26 og 27 viser en sammenstilling av tallene for støyeksponering som er beregnet i dette arbeidet, for kontinuerlige og varige støykilder (26) og for ikke-kontinuerlige og midlertidige støykilder (27). For fly, tog og industri er eksponering over henholdsvis 53, 50 og 48 dBA inkludert[6]. Antall eksponerte for fly og industri er ved lineær konvertering omregnet til tilsvarende dB-intervaller som veg og tog. For veg foreligger kun tall for eksponering fra 55 dBA og oppover. Da veg uansett framstår som den helt dominerende kilden, er beregningene gjennomført som om det var null eksponerte for vegstøy i området 50-55 dBA. Dette innebærer en betydelig undervurdering av vegstøyproblemet, men vil neppe påvirke de endelige konklusjonene i vesentlig grad[7].

Støykildene er rangert i forhold til hverandre målt ved plagethetsindeksen SPI ved å sammenlikne mengde SPI for hver støykilde, jf. tabell nr. 28. Rangeringen er mest usikker for de mindre støykildene innbyrdes, da kartleggingen av antall berørte personer er ufullstendig og varierer i omfang for hver enkelt kilde. Den varierende kartleggingsgraden fremgår av den første tallkolonnen i tabell nr. 28. Vegtrafikk er uavhengig av rangeringsmetode den klart dominerende kilden og står for ca. 70 % av støyplagene. Industri er den nest største kilden med ca. 15 % plageandel, mens fly, tog og bygg / anlegg er vesentlig mindre (ca. 4 %). Av de kartlagte støykildene er det skytebaner og motorsportsbaner som bidrar minst. For disse støykildene betyr det ikke at plagene er små for de som rammes, og det vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt å sette inn tiltak også mot disse kildene.

En annen framstillingsmåte for rangeringen av støykildene kunne vært å sammenlikne mengde SPI over en valgt lik prosent gjennomsnittlig plagegrad (GP) eller "annoyance score" for alle støykildene. Valget av prosent GP burde i så fall settes til det nivået hvor man har tilgjengelige kartleggingsdata for alle kilder. På denne måten kunne rangeringen for de ulike kildene vært basert på kartleggingsdata ned til samme prosent gjennomsnittlig plagegrad (GP) i motsetning til den metoden vi har valgt, jf. tabell nr. 28. Årsaken til at vi har valgt å foreta SPI-sammenlikningene ut fra førstnevnte tilnærming er at usikkerheten i tallmaterialet er relativt stort, særlig for de mindre støykildene, og at virkningene av tiltakene bør beregnes ut fra alle tilgjengelige kartleggingsdata.

---

[6] For tog er det i kartleggingen tatt hensyn til at noen eksponerte har sterkere vegstøy enn togstøy ved sin bolig, og disse er ikke tatt med. Ingen andre kilder har korrigert for dette. Dette gir en undervurdering av togstøy. Ved lave støynivå kan dette ha en viss betydning for eksponeringstallene, men plagethetsandelene er jo relativt lave her.

[7] Indeksverdien SPI øker med 24 % av antall personer i intervallet 50-55 dBA. Eksempelvis vil 500.000 personer i dette intervallet medføre at SPI øker med 120.000 enheter.

Tabell nr. 26: Antall personer eksponert for ekvivalent støynivå i nåsituasjonen 1999, og tilsvarende verdi av indikatoren SPI. Tallene er avrundet til hele tusen. Tabellen omfatter kontinuerlige og varige støykilder.

Støykilde*	**Antall personer eksponert for døgnekvivalent støynivå $L_{ekv,24t}$ (dBA) inkludert 3 dB fasaderefleksjon**							**Indeks-verdi, SPI**
	50-55	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**>70**	**Sum i tabellen**	**Sum alle kartlagte**	
Veg		412.000	386.000	204.000	57.000	1.059.000	1.059.000	411.000
Fly		32.000	13.000	5.000	1.000	51.000	67.000	25.000
Tog	18.000	22.000	24.000	15.000	4.000	83.000	83.000	24.000
Industri	74.000	36.000	16.000	8.000	4.000	138.000	176.000	74.000
Sum	**92.000**	**502.000**	**439.000**	**232.000**	**66.000**	**1.331.000**	**1.385.000**	**534.000**

* Kildene er kartlagt ned til 55 dBA for veg, 53 dBA for fly, 50 dBA for tog og 48 dBA for industri.

Ved summering på tvers av kildene er det ikke tatt hensyn til at samme person kan utsettes for flere støykilder samtidig, for eksempel både tog og fly. Det reelle antallet eksponerte innenfor hvert dB-intervall er derfor sannsynligvis noe lavere enn verdiene angitt i nederste rad i tabellen. På den annen side kan de som utsettes for flere støykilder og dermed høyere totalt støynivå enn det som fremgår her, oppleve dette som mer plagsomt. Som en grov tilnærming anses disse forholdene å oppveie hverandre.

Tabell nr. 27: Antall personer eksponert for ulike støynivåer i nåsituasjonen 1999 og tilsvarende verdi av indikatoren SPI. Tallene er avrundet til hele tusen. Tabellen omfatter støykilder som ikke har kontinuerlig støy eller er midlertidige.

Støykilde	**Sum antall personer eksponert for ulike årsekvivalente støynivåer**[8]	**Indeksverdi, SPI**
Skytefelt	-	-
Skytebaner	86.000	12.000
Bygg / anlegg	45.000	21.000
Motorsportsbaner	14.000	5.000
Produkter utendørs	**-**	**-**
Sum	**145.000**	**38.000**
Totalsum inkludert tabell 26	**1.530.000**	**572.000**

[8] På grunn av avvikende desibelintervaller for de ulike kildene er det ikke vist antall personer i hvert intervall her, se kapittel 3 for detaljer.

Tabell nr. 28: Rangering av støykildene basert på mengde SPI i nåsituasjonen 1999. I kolonne 2 fremgår hvilke kartleggingsgrunnlag som er lagt til grunn for SPI-verdiene. SPI-tallene er avrundet til hele tusen. Skytefelt og produkter utendørs er ikke kartlagt. GP=gjennomsnittlig plagegrad.

Støykilde	**Kartlegging ned til GP (%)**	**Mengde SPI som kartlagt 1999**	**Prosentvis andel SPI**
Veg	28	411.000	72
Industri	35	74.000	13
Bygg/anlegg	37	21.000	4
Fly	27	25.000	4
Tog	17	24.000	4
Skytebaner	0	12.000	2
Motorsports-baner	29	5.000	1
SUM		572.000	100

Tallene for SPI i nåsituasjonen 1999 er for lave både som følge av manglende kartlegging ved lave støynivåer for enkeltkildene i tabellen og som følge av at det ikke foreligger kartlegging av støysituasjonen for alle kilder. Av sistnevnte årsak er skytefelt og produkter utendørs ikke med i tabellen over.

4.2 Framskrivninger til 2010 og nytten av ulike tiltak

Tabell nr. 29 viser SPI-verdi og prosentvis reduksjon i plagegrad i forhold til 1999 ved lavstøyalternativ A og B. Som forklart i kapittel 3 har alternativ A et lavere ambisjonsnivå enn alternativ B. Ambisjonsnivået for alternativ A og B er valgt skjønnsmessig, med tanke på at alternativ A skal være klart realistisk med en mindre styrking av virkemiddelbruken, mens alternativ B skal vise hva det er mulig å oppnå med relativt kraftig virkemiddelbruk. Sammenveide prosentvise reduksjoner er beregnet for hver gruppe og samlet for alle kilder. Vi ser at vegstøy på grunn av sin størrelse er styrende for den samlede prosentvise reduksjon. Målt i absolutte tall er forbedringen fra dagens situasjon til alternativ A på veg alene nesten dobbelt så stor som tog, fly og industri til sammen, når vi bare ser på nasjonale tiltak.

Tabell nr. 29: Verdi av indikatoren SPI og prosentvis reduksjon i plage i forhold til 1999 ved alternativ A og B (inkludert reduksjon i basis). Tallene er avrundet til hele tusen, og prosentvis reduksjon er beregnet ut fra de avrundede tallene.

		Indeksverdi og prosent reduksjon i forhold til 1999					
Scenario:	**1999**	**2010 Basis**		**2010 A**		**2010 B**	
Kilde	**SPI**	**SPI**	**% red.**	**SPI**	**% red.**	**SPI**	**% red.**
Veg[9]	411.000	402.000	2	327.000	20	246.000	40
- bare nasj-onale tiltak				360.000	12	312.000	24
Fly	25.000	24.000	4	21.000	16	18.000	28
Tog	24.000	16.000	33	13.000	46	10.000	58
Industri	74.000	72.000	3	59.000	20	52.000	30
Delsum/ Veid snitt	**534.000**	**514.000**	**4**	**420.000**	**21**	**326.000**	**39**
- bare nasj-onale tiltak				**453.000**	**15**	**392.000**	**27**
Skytebaner	12.000	11.000	8	6.000	50	3.000	75
Bygg og anlegg	21.000	21.000	0	16.000	24	11.000	48
Motorspor t	5.000	5.000	0	2.000	60	2.000	60
Delsum/ Veid snitt	**38.000**	**37.000**	**3**	**24.000**	**37**	**16.000**	**58**
Totalsum/ Veid snitt	**572.000**	**551.000**	**4**	**444.000**	**22**	**342.000**	**40**
- bare nasj-onale tiltak				**477.000**	**17**	**408.000**	**29**

Som nevnt under beskrivelsen av nåsituasjonen (1999) foreligger ikke tilstrekkelig datagrunnlag for å beregne SPI-tall for skytefelt og produkter utendørs, noe som medfører underestimering av tallene for SPI i nåsituasjonen. Reduksjonene i prosent for de tre alternativene i 2010 vil sannsynligvis i mindre grad bli påvirket av ufullstendig kartlegging, da støytiltakene i hovedsak reduserer mengde SPI ved alle støynivåer. Da noen støykilder ikke er kartlagt, blir imidlertid den prosentvise reduksjonen av mengde SPI i virkeligheten mindre enn prosentene som er oppgitt i tabellen, dersom ikke SPI reduseres tilsvarende for kildene som ikke er kartlagt.

[9] For veg er det ikke tatt hensyn til eksponering under 55 dBA, noe som gir en undervurdering av denne kilden.

Ulike transportmidler har ulike miljøvirkninger, og miljøvirkningene er i ulik grad priset ved avgifter eller regulert på annen måte. Fordelingen av gods mellom veg og bane, og av persontransport mellom veg, bane og fly påvirkes av den politikken som føres, og er viktig for de samlede miljøvirkningene. Økt godstransport på bane kan for eksempel tenkes å være bra ut fra en totalvurdering av støyforhold, selv om det isolert sett øker togstøyen. I dette arbeidet har vi avgrenset oss til å beskrive støyen fra hver sektor, og ikke utredet virkemidler for å påvirke transportmiddelvalg. Det er mulig at slike virkemidler kan være kostnadseffektive, og dette bør vurderes nærmere i det videre arbeidet, og ses i lys av grunnlaget for Nasjonal transportplan.

Som forklart i kapittel 2 er nytten av å redusere støyplagen med en enhet av indeksen SPI anslått til 13.000 kr pr år. Den informasjonen som er tilgjengelig om kostnadene ved de aktuelle støytiltakene for hver sektor er sammenstilt i vedlegg 3. Det er her lagt til grunn at alle tiltak som har en netto samfunnsøkonomisk kostnad under 13.000 kr pr enhet SPI pr år er lønnsomme når alle effekter er vurdert. I praksis er anslagene både for nytte og kostnad usikkert anslått, og mange virkninger er vanskelige å vurdere i kroner. Dette er nærmere drøftet under kapittel 4.3 Vurdering av usikkerhet.

4.3 Vurdering av usikkerhet

Dagens situasjon

Kartleggingen av eksponering i dagens situasjon antas å ha størst usikkerhet for bygg- og anleggsvirksomhet og være mest presis for samferdselssektoren, gitt de rammer som er lagt for arbeidet. Usikkerheten har nok likevel størst betydning innen vegsektoren siden dette er den dominerende kilden, og dataene her er relativt gamle. En forbedret og oppdatert kartlegging på vegsektoren ned til 50 dBA døgnekvivalentnivå utendørs er viktig i det videre arbeidet. Kartleggingen kan foretas ved bruk av ulike metoder for å komme fram til et anslag over antall berørte, jf. avsnittet Beregning / definisjon av SPI i kapittel 2.3.

Usikkerheten forbundet med selve indeksberegningen (SPI) er størst for de små kildene med uregelmessig støyproduksjon, og minst for samferdselskildene hvor grunnlaget er langt bedre. Industristøy kommer i en mellomstilling.

Som nevnt i kapittel 1 er det nye nasjonale målet for støy ment å omfatte alle utendørs støykilder, men det har ikke vært mulig å anslå støyplagen fra alle kilder innenfor rammen av dette arbeidet. Eksempler på støykilder som er utelatt er havner, bussterminaler, trikk / T-bane, båter (både fritidsfartøy og nyttefartøy), mikrolette fly og vindmøller. Tallmateriale for antall personer utsatt for støy i gitte dB-intervaller finnes ikke for nevnte kilder i nåsituasjonen (1999). Det er også vanskelig å anslå hvordan utviklingen av antall personer utsatt for støy fra disse kildene vil utvikle seg fram mot 2010. Vi har derfor pr i dag ikke grunnlag for å si hvordan utviklingen i forhold til støyeksponering fra disse kildene vil slå ut i forhold til mulighetene for å redusere den totale støyplagen for alle kilder fram mot

2010. Vi vil imidlertid anse det for sannsynlig at potensialet for reduksjon av støyplagen, i gjennomsnitt, er omtrent er like stor som for de kildene som er utredet.

Basisframskrivinger

For basis-framskrivingene er grunnlaget best for samferdselssektoren, hvor trafikkprognoser med mer fra grunnlaget for Nasjonal transportplan er lagt til grunn. På de andre kildene er det i stor grad benyttet skjønn i kombinasjon med trendvurderinger når det gjelder basisframskrivinger**.**

Tiltak fram mot 2010

Usikkerheten i beskrivelsen av de ulike tiltakenes effekter og kostnader varierer sterkt, fra det velkjente til det mer skissemessige, jf. beskrivelsen i kapittel 3. Tiltaksvurderingene er i dette arbeidet gjennomført med sikte på å sannsynliggjøre et reduksjonspotensiale og gi et grunnlag for å vurdere hvor innsatsen bør legges i det videre arbeidet med å utrede mer nøyaktig effekter og kostnader ved alternative tiltak. Fokus i rapporten har vært lagt på de tekniske mulighetene for tiltak, sannsynlige reduksjoner i støyplage og grove kostnadsanslag, mens angivelse av virkemiddelbruk bare er ment som illustrasjoner som kan bidra til å konkretisere tiltakene. Fordelingsvirkninger er i svært liten grad berørt. Det samme gjelder de administrative konsekvensene.

Forholdet mellom støyreduksjon og befolkningsendring

En hoveddel av støyplagene skyldes vegtrafikkstøy i byer. I de siste årene har det generelt vært en nettotilflytting til byene, og en slik fortetting i byområder forventes å fortsette. Det er derfor undersøkt nærmere hvordan dette slår ut på støymålet.

Statistikk for bykommunene Oslo, Bergen, Stavanger, Trondheim og Drammen for 1995-1997[10] viser en nettotilflytning på ca. 4-5.000 til sammen pr. år, hvorav Oslo står for gjennomsnittlig ca. 80 % av nettotilflytningen. Statistikk for Oslo viser en nettoøkning av befolkningstallene i bydelene 1-25 (Oslo unntatt marka) på ca. 32.000 for tidsperioden 1992-1998[11]. Gitt at denne befolkningsøkningen støymessig fordeler seg innenfor hver bydel på samme måte som resten av befolkningen i hver bydel, viser beregninger at befolkningsveksten i Oslo isolert sett medførte en økning i SPI på ca. 4.700 (beregningene er kun for vegstøy). Dette er en økning over 6 år på totalt ca. 1 % av sum nasjonal SPI for 1999, det vil si ca. 0,16 % årlig økning av støyplagen i snitt. Virkelig økning i støyplage som følge av tilflyttingen er sannsynligvis mindre enn dette fordi ca. 10-20 % av innflytterne til bykommunene kommer fra andre bykommuner, det vil si at deres støysituasjon ikke forverres vesentlig ved flyttingen. På denne bakgrunnen kan man anta at fortettingen i byene ikke utgjør noe vesentlig problem i forhold til å redusere nivået på støyplagen i landet.

[10] Kilde: Statistisk Sentralbyrå, "Flyttinger fra/til kommunene i fylket og utvalgte områder utenfor fylket"- tab. 1

[11] Kilde: Helsevernetaten, Oslo kommune.

4.4 Nærmere om de samlede mulighetene for å redusere støyplagen. Viktige elementer i det videre arbeid

Et naturlig utgangspunkt for å vurdere den totale muligheten for å redusere støyplagen i Norge ville være å rangere de mulige tiltakene ut fra kostnadseffektivitet. Dette er forsøkt gjort i vedlegg 3, men da begrenset til de nasjonale tiltakene. Alternativt kan det tas utgangspunkt i at det er et stort teknisk potensiale for å redusere motor- og dekkstøy på biler. Dersom dette potensialet utløses i form av internasjonale emisjonskrav innen for eksempel 2005 vil dette, etter hvert som bildekkene og kjøretøyparken skiftes ut med støysvake versjoner, gi stor reduksjon i støyplagen samtidig som kostnadene blir beskjedne. Norge har imidlertid begrenset innflytelse på en slik utvikling selv om aktiv norsk innsats i EU-sammenheng trolig vil kunne påvirke. Et tredje utgangspunkt for en drøfting av de samlede støyreduksjonsmulighetene kunne være å rangere de mulige tiltakene ut fra hvilke vi er sikrest på er "fornuftige" å gjennomføre ut fra dagens kunnskap, - fornuftige i form av at vi er sikre på at de har høy kostnadseffektivitet, at effektive virkemidler eksisterer, at fordelingsvirkningene er små eller gunstige og at de tekniske løsningene er velprøvde.

Fordi arbeidet med denne rapporten har fokusert på de tekniske mulighetene for tiltak, sannsynlige reduksjoner i støyplage og grove kostnadsanslag, mens øvrige forhold i stor grad er uavklarte, vil den videre drøftingen skje ut fra de to førstnevnte utgangspunktene.

Rangeringen av nasjonale tiltak som er presentert i vedlegg 3 framkommer ved å sammenstille tiltakene som er beskrevet i kap. 3. Ettersom kostnadsanslagene for mange av tiltakene er svært grove er det benyttet mye skjønn i rangeringen. Det framgår av oversikten hvilke tiltak som til sammen anses å gi i størrelsesorden 15, 25 og 30% reduksjon i støyplagen målt i mengde SPI.

Etter SFTs vurdering viser resultatene at det vil være mulig å nå 15% reduksjon av støyplagen ved nasjonale tiltak hvor nytten av tiltakene er vesentlig større enn kostnadene. For å oppnå ca. 25% reduksjon kreves vesentlig sterkere nasjonal virkemiddelbruk som utløser tiltak med gjennomgående god kostnadseffektivitet, men med marginalkostnader opp mot det nivået nytten ligger på. Som nevnt ovenfor er det et stort teknisk potensiale for å redusere motor- og dekkstøy på biler. Dersom dette potensialet utløses i form av internasjonale emisjonskrav innen for eksempel 2005, vil 25%-reduksjon i støyplagen kunne nås med vesentlig lavere kostnader og med betydelig større sikkerhet. Eventuelt kan en kombinasjon av nasjonale og internasjonale tiltak muliggjøre reduksjoner i støyplagen på mer enn 30% i 2010 i forhold til 1999. Det anses også å være potensiale for teknologiutvikling innenfor de fleste støykilder og som på sikt kan gi ytterligere støyreduksjoner.

SFT erkjenner at de ovennevnte muligheter for støyreduksjoner er beheftet med betydelig usikkerhet.

I tillegg til dette vil usikkerheten i rapportens konklusjoner reduseres ved å kartlegge støybidraget og tiltaksmulighetene for de kildene som i dag ikke er tilstrekkelig utredet. Det er også behov for å utrede nærmere enkelte problemstillinger knyttet til SPI-indeksen. Norge er et av de første land som tar indeksen i bruk.

En viktig forutsetning for å lykkes i den framtidige satsingen på å redusere befolkningens støyplager vil være å øke norsk støykompetanse både i bredde og dybde samt heve det generelle kunnskapsnivået i befolkningen. Dette er konkretisert i nedenfornevnte punkter:

- økt prioritering av forskning og utredning, undervisning og etterutdanning
- oppdatering og utvikling av beregningsmodeller
- utvikling av et godt resultatdokumentasjonssystem, jf. st.meld. 58 (1996-97)
- økt oppfølging av arealbruken i støysonene rundt de ulike kildene, etablering av planretningslinjer der slike mangler (jernbane, eventuelt bygg og anlegg)
- økt norsk deltakelse i internasjonalt arbeid med støy både på faglig nivå og myndighetsnivå.

Slik satsing er viktig på alle områder som er utredet, og er særlig påpekt som nyttige innen støy fra bildekk, jernbanestøy og bygg og anleggsstøy. Satsingen anses å medføre begrensede kostnader, og er en forutsetning for at mange av de aktuelle tiltak skal kunne få god effekt.

Fellesreferanser

[.] ISO 9613-2: Attentuation of sound during propagation outdoors. Part 2: A general method of calculation.

[.] H. von Gierke, K.Eldred: Effects of Noise on People, Noise / News International, Vol. 1, Number 2, June 1993

[.] The urban noise survey, U:S:EPA 550 / 9-77-100.25.04.97

[.] European Commission Green Paper, Future Noise Policy, Brussel November 1996

[.] Stortingsmelding nr. 50 (1976-77) Tiltak mot støy

[.] Støyhåndbok for saksbehandling i kommunene, SFT-1990

Vedlegg 1 Eksempel på beregning av mengde SPI (støyplageindeks)

For vegtrafikkstøy er ligningen som viser sammenhengen mellom gjennomsnittlig plagegrad og lydnivå:

GP=1,55 (L-37)

hvor GP er gjennomsnittlig plagegrad og L er døgnekvivalent lydnivå inkludert 3 dB fasaderefleksjon.

Antall personer som er eksponert for (berørt av) vegtrafikkstøy i "dagens situasjon" (1999) er kartlagt i intervaller på 5 dB som følger:

LAekv,døgn	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**>70**	Sum
Antall personer	**411.900**	**385.800**	**204.460**	**57.040**	**1.059.200**

Det er således 411 900 personer som opplever støy i intervallet 55-60 dBA. Det forutsettes at personene fordeler seg jevnt i støynivåintervallet. Beregnet verdi av støyplageindeksen SPI i dette intervallet framkommer som følger:

L=57,5 dBA (midten av intervallet) settes inn i ligningen for GP som gir GP=31,775 %.

Mengde SPI = GP x Antall personer = 0,31775 x 411 900 = 130 881 i intervallet 55-60 dBA.

SPI-mengden for alle intervallene er vist i siste rad i tabellen nedenfor.

LAekv,døgn	**55-60**	**60-65**	**65-70**	**>70**	Sum
Antall personer	**411.900**	**385.800**	**204.460**	**57.040**	**1.059.200**
Mengde SPI	**130.881**	**152.487**	**96.658**	**31.386**	**411.413**

Vedlegg 2 Korrigering av Miedemas kurver for "annoyance score"

Vedlegget utdyper grunnlaget for kurvene som viser gjennomsnittlig plagegrad for ulike støykilder, jf. figur 2 i kapittel 2.3.

TNOs eller Miedemas kurver for veg, fly og tog er framstilt med en målestørrelse (DNL) som ikke er vanlig å bruke i Norge. Vi har derfor valgt å justere kurvene for å foreta en omregning fra døgnekvivalent frittfeltsnivå med 10 dB nattstraff til døgnekvivalentnivå inkludert 3 dB fasaderefleksjon uten nattstraff. Beregningene er basert på gjennomsnittlige norske forhold for nattaktivitet. For industristøy har Miedema ut fra et begrenset datagrunnlag i et tidligere arbeid (1993, jf. referanse i kapittel 2) presentert sammenhenger som ikke er rettlinjede. I mangel av et bedre grunnlag har SFT likevel valgt å lage en rettlinjet kurve for industristøy ut fra Miedemas datagrunnlag. Vi har også her omregnet målestørrelsen til døgnekvivalentnivå inkludert 3 dB fasaderefleksjon uten nattstraff. Industristøykurven har fått betegnelsen "SFT blå kurve" som også er benyttet for bygg- og anleggsvirksomhet og motorsportsbaner da SFT ikke kjenner til gode anvendbare dose / respons-sammenhenger for støy fra de to sistnevnte kildene. Støydataene med antall berørte personer som er kartlagt for bygg / anlegg og motorsportsbaner er omregnet til årsmiddelverdier før sammenlikning med kurven og beregning av mengde SPI. Dette kan medføre at støyplagene fra bygg / anlegg og motorsportsbaner blir undervurdert, men SFT mener at dette likevel gir en bedre tilnærming enn om døgnekvivalentnivå skulle blitt brukt direkte for støykilder som har begrenset varighet eller ikke opptrer daglig, jf. nærmere begrunnelse nedenfor.

Kurvene for “annoyance score” eller "gjennomsnittlig plagegrad" som her er lagt til grunn, er i hovedsak hentet fra Miedemas arbeider publisert i 1993 og 1998 og i oppdrag for SFT i TNO rapport (Miedema / Vos) av september 1999. Miedemas kurver for “annoyance score” angir gjennomsnittlig grad av plage ("annoyance") i prosent ved ulike støynivåer og er angitt med målestørrelsen DNL ("day-night level" som betyr at støy om natten får et tillegg på 10 dB) i enheten dB. Kurvene for “annoyance score” uttrykker en lineær sammenheng mellom plagegrad og støynivå for alle støykildene. Vi har sett behov for å korrigere Miedemas kurver for "annoyance score" for å styrke grunnlaget for sammenligning på tvers av kilder og for å tilpasse materialet til norske forhold. De korrigeringer som er foretatt er nærmere begrunnet i teksten under. Korreksjonsfaktorene fremgår av tabell 1.

Støynivåene her er angitt i intervaller på 5 dB. Antall personer som er berørt innenfor hvert intervall er oppgitt. I utgangspunktet brukes ulike målestørrelser for angivelse av støynivå for ulike støykilder. Den vanligste målestørrelsen som er benyttet er A-veid døgnekvivalentnivå (LAekv døgn). Målestørrelsene i grunnlagsdataene er forskjellig fra målestørrelsen i Miedemas kurver for “annoyance score”, og det er derfor valgt en fast ny størrelse for plagegrads-kurvene, LAekv døgn med fasaderefleksjon og omregnet de dataene som ikke er gitt med den valgte kurvestørrelsen. Den størrelsen som er valgt er utgangspunktet for vegtrafikkstøy. Dataene som er omregnet til å inkludere 3 dB fasaderefleksjon,

gjelder døgnekvivalentnivåene fra fly og industri samt årsmiddelverdiene (jf. neste avsnitt) for støy fra motorsportbaner, jf. kolonne 3 i tabell 1.

For bygg- og anleggstøy og motorsportsbaner har vi konkludert med at det må tas hensyn til at støyen fra disse kildene ofte har relativt kort varighet. Det er derfor benyttet årsmidlede støynivåer for disse dataene. For støykilden skytebaner (lette våpen) har vi vurdert at det ikke er hensiktsmessig å forskyve både kurven og dataene, da begge er gitt i den spesielle målestørrelsen LADEN årsmiddel, og dermed kan dataene sammenliknes direkte med kurven. Det ville dessuten vært et stort og lite hensiktsmessig arbeid å måtte regne om støynivåene til LAekv døgn som er en målestørrelse som ikke har vært benyttet ved målinger eller beregninger av skytebanestøy i Norge. For tunge våpen (skytefelt) har det dessverre ikke framkommet pålitelige grunnlagsdata. Dersom det senere skulle lykkes å få fram støydata med antall berørte, vil det være hensiktsmessig å benytte samme framgangsmåte som for lette våpen, dog med målestørrelsen LCDN årsmiddel.

Alle kurvene for "annoyance score" unntatt for skytebaner og skytefelt er korrigert med 3 dB fasadereflekSjon, jf. kolonne 4 i tabell 1.

TNOs kurver for "annoyance score" inneholder som nevnt en nattkorreksjon (nattstraff) på 10 dB. Det har til nå ikke vært tradisjon i Norge å beregne inn denne type straffekorreksjoner eksempelvis for kveld / natt i støynivåer, med unntak av flystøy og nye ekvivalentnivåberegninger av skytestøy. Kurvene for "annoyance score" (med noen unntak) er derfor korrigert ved å trekke ut nattkorreksjonen på 10 dB. Dette er gjort ved å beregne gjennomsnittsforskjeller mellom LAekv- og LADN-nivåer[12] basert på typiske norske aktivitetsmønstre om dagen og natten for hver enkelt støykilde. Nattkorreksjonen for "annoyance score"-kurvene for hver støykilde framgår av kolonne 5 i tabell 1.

For å kunne gjøre en best mulig sammenlikning av graden av støyplage fra de ulike støykildene, har vi også tatt hensyn til at beregningsmetodene for veg og fly benytter nøytral atmosfære, mens for de øvrige støykildene benyttes medvind i beregningene. Dette vil særlig ha betydning for støyberegninger / målinger hvor lyden er skjermet av terreng eller støyskjerm. For flystøy vil imidlertid dette innvirke i liten grad, da flystøykilden i hovedsak er høyt over bakken slik at skjerming som regel ikke forekommer. Dermed kommer vegtrafikkstøy i en særstilling i forhold til alle de andre støykildene. Effekten av dette forholdet er imidlertid vurdert på skjønn til ikke å utgjøre mer enn 1 dB i middelverdi (ingen effekt ved døgnekvivalentnivåer over 65 dBA på grunn av at bygater uten skjerming dominerer, og 2 dB ved nivåer under 60 dBA). Denne effekten utgjør som nevnt 1 dB, jf. kolonne 6 i tabell 1.

I tabell 1 nedenfor vises hvilke korreksjoner som er gjort for kurvene for å tilpasse Miedemas kurver for "annoyance score" til norske forhold. I tillegg er det i kolonne 2 og 3 tatt med målestørrelser og nedre kartlagte nivå for de norske dataene.

---

[12] Formel: $Lekv=10\log\left(\sum Xi\ 10^{Li/10}\right)$ fra i=1 til i=n hvor Li er lydnivå i andel Xi av tidsrommet for ekvivalentnivåberegningen.

Tabell 1: Korreksjoner av annoyance score-kurver, dvs. forskyvning av frittfelt LDN-kurver (døgn) til å bli Lekv-kurver (døgn) med fasadereflekSjon.

Støykilde	**Målestørrelser som er brukt for dataene**	**Dataenes nedre kartlagte verdi med fasadereflek-sjon(dB)**	**Korrek-sjon med fasade-reflek-sjon (dB) for kurve**	**Natt-korrek-sjon (dB) for kurve basert på norske forhold**	**Med-vinds-korrek-sjon (dB) for kurve**	**Forskyv-ning av LDNkur-ve(dB), dvs. sum korrek-sjon**	**Nytt null-punkt (y=0), (dB)**	**Kurve-navn**
Vegtrafikk	LAekv døgn	55	+ 3	- 2	- 1	0	37	veg
Fly	LAekv døgn	53	+ 3	- 2	(0)	+ 1	38	fly
Jernbane	LAekv døgn	50	+ 3	- 4 (middel)		- 1	36	jern-bane
Industri, samlet	LAekv døgn	48	+ 3	- 2		+ 1	19	SFT blå
Bygg / anlegg	LAekv år	50	+ 3	- 2		+ 1	19	SFT blå
Motor-sports-baner	LAekv år	38 / 43*	+ 3	-2		+ 1	19	SFT blå
Skyte-baner	LADEN år	25	Frittfelt	0		0	30	SFT skyte-bane
Skytefelt	ingen data (LCDN år ønskes)	(35 ønskes)	(frittfelt)	(0)		(0)	38	SFT skyte-felt

* 38 dB uten kveldsveiing, 43 dB med 5 dB som kveldstillegg for alle dataene (all aktivitet).

Tabell 2 under viser en oversikt over ligningene for “annoyance score” før og etter korreksjonene som er omtalt ovenfor. Kurvene er etter korreksjonen gitt en norsk betegnelse; “gjennomsnittlig plagegrad”.

"SFT blå" kurve er en lineær tilnærming av Miedemas kurver / datapunkter for stasjonær industristøy presentert i 1993, jf. referanse i kapittel 2. Kurven er forlenget i rett linje ned mot nullpunktet (y=A=0). I virkeligheten kan det ikke forventes at det er plagethetsreaksjoner så lavt som rundt døgnekvivalentnivåer på 20 dBA. Da Miedema kun har benyttet data for sammenhengen mellom plage og støyeksponering over L_{DN} = 45 dBA for veg, fly og tog, er det også usikkert om det er mulig å registrere plagethetsreaksjoner for disse støykildene ned til nullpunktene på 36-38 dBA døgnekvivalentnivå. Dette er foreløpige teoretiske nullpunkter. Videre analyser bør gjøres for alle støykilder for å finne eventuelle "cut-off"-effekter.

"SFT skytebane" og "SFT skytefelt" kurver er framkommet ved at SFT skjønnsmessig har anvendt Miedemas prinsipp for DELTA Akustiks LADEN-kurve for skytebaner og PSP og DELTA Akustiks LCDN-kurve for skytefelt og PSP, jf. referanser i kapittel 2.

Tabell 2: Ligninger for "annoyance score" før og etter korreksjon, jf. tabell 1. Ligningene er etter korreksjon kalt "gjennomnittlig plagegrad".

Likning før korreksjon. DNL=LAekv døgn frittfelt med 10 dBA nattillegg	**Støykilde**	**Likning etter korreksjon. L=LAekv døgn med fasaderefleksjon**
A = 1,55 (DNL - 37)	Vegtrafikk	GP = 1,55 (L - 37)
A = 1,83 (DNL - 37)	Fly	GP = 1,83 (L - 38)
A = 1,19 (DNL - 37)	Jernbane	GP = 1,19 (L - 36)
A = 1,19 (DNL - 18)	Industri, Bygg / anlegg, Motorsportsbaner ("SFT blå kurve")	GP = 1,19 (L - 19)
A = 1,88 (DENL - 30) ***årsmiddel***	Skytebaner (lette våpen) dBA med 5 dBA kveldstillegg	Ingen korreksjon
A = 2,59 (DNL - 38) ***årsmiddel***	Skytefelt (tunge våpen) dBC	Ingen korreksjon

A: ”Annoyance score”
GP: “Gjennomsnittlig Plagegrad”
DNL= L_{DN} : ”Day night level”. Støynivå om natten får et tillegg på 10 dB
L: "Level" = Lydnivå

Vedlegg 3 Oversikt over mulige nasjonale støytiltak med anslag over effekter og kostnader rangert etter kostnadseffektivitet

Mulige tiltak[i]	Reduksjon i SPI[ii]	kr/SPI/år[iii]
1 Tiltak med nytte som etter beregningene er vesentlig større enn kostnadene (dvs. en kostnad klart under 13.000 kr pr redusert enhet SPI[iv])		
• 1. Framskynde overgang til mer støysvake dekk. (Dagens beste bildekk gir mindre støy og kan også være av en bedre kvalitet, slik at ulykkesrisiko og drivstofforbruk reduseres). Kan gjennomføres ved for eksempel en støydifferensiert avgift på bildekk.	33.000 (B)[v]	små / usikre
• Framskynde overgang til mer støysvake bil- / motortyper. Kan gjennomføres ved for eksempel differensiering av bomavgifter / vegprising, miljømerking, infotiltak m.m.		
• Kildereduserende tiltak på vegstøy:		
- støysvake tette vegdekker (v / 80% piggfri kan støysvake tette dekker benyttes uten ekstra kostnad). Omfang: Den støyutsatte delen av vegnettet i de 4 største byområdene (ca.2400 km)	9.700 (A)	0-små
- fartsreduksjon (kombinert trafikksikkerhets- / støytiltak med andre miljøeffekter). Omfang: 80→70, på 20% av vegnettet; 50→30 i byområder ca. 4% av vegnettet.	3.800 (A)	begrensede
- redusert trafikkvekst i byene. Kan gjennomføres ved vegprising m / kollektivsatsing. (Tiltaket er lønnsomt selv uten at støynytten tas med i betraktning. Støy er kun en mindre del av motivet for tiltaket). Omfang: ca. 5% redusert trafikk i byene	1.100 (A)	lønnsomt
• Kildereduserende tiltak på jernbanestøy:	11.000 (A)	ca. 2-8.000
- planleggingsverktøy og faglig oppfølging		
- kontroll av rullende materiell		
- skinnesliping. Omfang: ca. 160 km, som er halvparten av den mest støyende banestrekning i tettbygde strøk slipes annethvert år		
- punkttiltak på infrastruktur (for eksempel bygge om sporvekslere, dempingstiltak i kurver). Omfang: mest støyutsatte strekningene i tettbygde strøk		
- demping av terminalstøy (mindre støyende maskiner, punkttiltak, infrastruktur). Omfang: mest støyende togterminaler i tettbygde strøk.		

• Kildereduserende tiltak på flystøy. Omfang: relativt forsiktig bruk av virkemidlene - Flyselskapenes valg av stillere flytyper, og ev. forbedringer av eksisterende fly, kan påvirkes ved å støygradere landingsavgiftene. - Forbedrete flyoperative prosedyrer og traseer, ev. også for militære fly. Bedre trafikkstyring	4.400 (A)	< 13.000
• Reduksjon av viftestøy, som omfatter både industri og andre sektorer. • Mer detaljert kartlegging av effekter og kostnader ved andre industritiltak.	15.000 (A)	1-3.000
• Innebygging / frembygging av skytehus. • Støydempende rør.	10.000 (A / B)	500-4.000
• Bygg og anlegg - Utarbeidelse av veiledningsmateriale, retningslinjer og informasjonsspredning - God utnyttelse av potensialet for støysvake maskiner (maskinstøykrav) og støysvake arbeidsmetoder - Støydempingskrav i forbindelse med anbudsrunder i kommunene med mer	5.000 (A)	8.000
• Motorsportbaner. Relativt forsiktig bruk av virkemidler for: - Bedre lyddemping av kjøretøyene (f.eks ved bruk av konsesjonskrav.) - Skjerming av uskjermede baner (f.eks gjennom konsesjonskrav)	3.000 (A)	usikre
Basisreduksjon vegtrafikk (for de øvrige kildene er basisreduksjon inkludert i SPI-tallet)	9.600	
Ambisjonsnivå 1: Tiltakene ovenfor	**I alt drøyt 15%**	

2. Øvrige tiltak med kostnader opp mot 13.000 kr pr enhet redusert SPI:		
• Økt omfang av jernbanetiltak som skinnesliping og infrastrukturtiltak, mm	Ytterligere 3.000 (B)	ca. 2-8.000
• Økt omfang av kildereduserende tiltak mot vegstøy:		
- støysvake tette vegdekker benyttes på flere strekninger, ev. i områder der 80% piggfri ikke er helt oppfylt. Noe økende kostnader, men mye å gå på før kostnadene overstiger nytten.	ca. 10.000 (B)	0-begrensede
- fartsreduksjon. Omfang 50→30 i byområder økes til ca. 20% av vegnettet. Større omfang kan vurderes.	1.000 (B)	begrensede
- drensasfalt (ved 95% piggfriandel er dette et billig støytiltak. Større omfang og omfang ved lavere piggfriandel kan vurderes). Omfang: mest utsatte halvdel av vegnettet i de 4 største byene + 20% påslag (ca. 1500 km)	Ytterligere 13.000 (B)	0-9.000
• Redusert trafikkmengde gjennom for eksempel vegprising, kollektivsatsing eller økte drivstoffavgifter (støy er en mindre del av motivasjonen for tiltaket). Omfang: Ca. 10% trafikknedgang, som i NTP-miljøinnretningen	12.000 (B)	13.000
• Støydempende krav i industri generelt.	Ytterligere 7.000 (B)	3-10.000
Ambisjonsnivå 2: Samtlige tiltak ovenfor	**I alt : drøyt 25 %**	

• Overgang til mer støysvake produkter, for eksempel gressklippere, fritidsbåter og ytterligere overgang til støysvake dekk / biltyper (f.eks gjennom bruk av flere eller sterkere støydifferensierte produktavgifter)	Usikkert	over 13.000
• Flere tiltak på bygg / anlegg: - Økt innsats på infokampanjer og kursvirksomhet - Bruk av mulighet til å stille krav om støysvake maskiner i støyømfintlige områder	Ytterligere 5.000 (B)	14.000
• Mer omfattende tiltak på flystøy	Ytterligere 2.500 (B)	usikre
Øke omfanget av kostbare tiltak :		
• Miljøgater (Kan være lønnsomme utfra andre effekter, for eksempel trafikksikkerhet, nærmiljø. Dyre hvis alle kostnadene legges på støymotivet). Omfang: ca. 100 km av de mest støybelastede vegene.	630 (B)	0-170.000
• Riksvegprosjekter (Støy er i liten grad motiv for tiltaket. Svært dyrt hvis alle kostnader legges på støymotivet). Omfang: ca. som i miljøinnretningen i NTP	1.700-2.000 (A / B)	svært dyrt
• Skjerming / isolering av boliger (avbøtende tiltak med høye kostnader):		
- veg. Omfang: 38.500 boliger med innestøy mellom 42 dB og 35 dB	ca. 26.500	27.400
- tog . Omfang: ca. 20% av mest støyutsatte boliger med innestøy mellom 42 dB og 35 dB	< ca. 500	32.500
Ambisjonsnivå 3: Samtlige tiltak ovenfor	**I alt drøyt 30 %**	

[i] De nummererte hovedgruppene av tiltak er angitt i prioritert rekkefølge, og utgjør en skisse til kostnadseffektiv strategi på støyfeltet. Hvert enkelt tiltak må utredes nærmere før det eventuelt iverksettes.

[ii] Det hefter stor usikkerhet ved anslagene.

[iii] Det er et spenn i kostnad pr. SPI innen hver type tiltak. De fleste beløpene i tabellen er gjennomsnittsverdier for tiltaket. Det hefter usikkerhet ved anslagene.

[iv] Verdien av å redusere støyplagen med en enhet av støyplageindeksen SPI er anslått til 13.000 kroner. Tiltak med kostnader under 13.000 kr/SPI anses som samfunnsøkonomisk lønnsomme. Tiltak i kategori 1 vurderes som klart lønnsomme. Tiltak i kategori 2 vurderes som lønnsomme med et visst forbehold for de med kostnader opp mot 13.000/SPI. Tiltakene i kategori 3-4 anses som samfunnsøkonomisk ulønnsomme, og må ev. begrunnes ut fra rettighetsbetraktning/andre effekter av tiltaket.

[v] (A) og (B) refererer seg til de to ambisjonsnivåene som er utredet. Hvor A skal være klart realistisk, mens B skal vise hva det er mulig å oppnå med relativt kraftig virkemiddelbruk.