

Strategi for begrænsning af vejtrafikstøj - Delrapport 3

Virkemidler og samfundsøkonomiske beregninger

Anne Ohm og Mads Påbøl Jensen
COWI A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

1	INDLEDNING	5
2	REFERENCEUDVIKLING	7
2.1	FORDELINGEN AF STØJBELASTEDE BOLIGER 2001	7
2.2	REFERENCESCENARIER FOR ÅRENE 2010 OG 2020	8
2.2.1	<i>Trafikudviklingen</i>	8
2.2.2	<i>Vedtagne reguleringer af vejstøj</i>	9
2.2.3	<i>Referencescenarie for år 2010 og 2020</i>	9
3	OVERSIGT OVER VIRKEMIDLER	13
4	TILGANG OG METODE	15
4.1	VIRKEMIDDELANALYSER	15
4.1.1	<i>Udformninger af virkemidler</i>	16
4.1.2	<i>Kriterier for udvælgelse af strækninger</i>	16
4.1.3	<i>Støjbelastningstallet (SBT)</i>	17
4.2	SCENARIEBEREGNINGER	18
4.3	EFFEKTBEREGNING	19
4.3.1	<i>Strækningsspecifikke virkemidler</i>	19
4.3.2	<i>Generelle virkemidler</i>	20
4.4	SAMFUNDSØKONOMISK METODE	20
4.5	ENHEDSPRISEN FOR STØJ	23
5	ANALYSE AF VIRKEMIDLER	27
5.1	SKÆRPELSE AF KRAV TIL KØRETØJERS STØJUDSENDELSE	27
5.1.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	27
5.1.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	29
5.1.3	<i>Effektvurdering</i>	29
5.1.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	30
5.2	FREMME AF BRUGEN AF STØJSVAGE DÆK	31
5.2.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	31
5.2.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	32
5.2.3	<i>Effektvurdering</i>	33
5.2.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	33
5.3	STØJREDUCERENDE BELÆGNINGER (TO-LAGS DRÆNASFALT)	34
5.3.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	34
5.3.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	35
5.3.3	<i>Effektvurdering</i>	36
5.3.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	38
5.4	STØJREDUCERENDE BELÆGNINGER (TYNDLAGSBELÆGNING)	41
5.4.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	41
5.4.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	42
5.4.3	<i>Effektvurdering</i>	42
5.4.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	44
5.5	HASTIGHEDSREDUKTION	46
5.5.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	46
5.5.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	48
5.5.3	<i>Effektvurdering</i>	48
5.5.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	49

5.6	LASTBILFORBUD	53
5.6.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	53
5.6.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	54
5.6.3	<i>Effektvurdering</i>	54
5.6.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	54
5.7	OVERFLYTNING TIL STØRRE VEJE	55
5.7.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	55
5.7.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	55
5.7.3	<i>Effektvurdering</i>	56
5.7.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	56
5.8	OPSTILLING AF FLERE STØISKÆRME	56
5.8.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	56
5.8.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	57
5.8.3	<i>Effektvurdering</i>	58
5.8.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	60
5.9	FACADEISOLERING	63
5.9.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	63
5.9.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	64
5.9.3	<i>Effektvurdering</i>	64
5.9.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	66
5.10	ÆNDRET BYGNINGSANVENDELSE	69
5.10.1	<i>Beskrivelse af virkemidlet generelt</i>	69
5.10.2	<i>Virkemiddeludformninger</i>	69
5.10.3	<i>Effektvurdering</i>	69
5.10.4	<i>Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering</i>	70
6	SAMMENLIGNING AF DE ENKELTE VIRKEMIDLER	72
6.1	OVERSIGT OVER VIRKEMIDLER	72
7	SCENARIEBEREGNINGER	78
7.1	SCENARIO 1	79
7.1.1	<i>Udvalgte virkemidler</i>	79
7.1.2	<i>Resultater, scenarie 1</i>	80
7.1.3	<i>Investeringer og finansieringsbehov</i>	83
7.2	SCENARIO 2	84
7.2.1	<i>Udvalgte virkemidler</i>	84
7.2.2	<i>Resultater, scenarie 2</i>	86
7.2.3	<i>Investeringer og finansieringsbehov</i>	88
7.3	SCENARIO 3	89
7.3.1	<i>Udvalgte virkemidler</i>	90
7.3.2	<i>Resultater, scenarie 3</i>	91
7.3.3	<i>Investeringer og finansieringsbehov</i>	93
7.4	FØLSOMHEDSANALYSER	95
7.4.1	<i>Generelt om usikkerhedens betydning for analyserne</i>	95
7.4.2	<i>Følsomhedsanalyser for scenarierne</i>	95
8	SAMMENFATTENDE VURDERING	100
9	REFERENCER	102

1 Indledning

Regeringen har i maj 2002 nedsat en Vejstøjgruppe, der har fået til opgave at udarbejde et bredt funderet forslag til strategi for begrænsning af vejtrafikstøj. Vejstøjgruppen består af følgende medlemmer: Finansministeriet, Færdselsstyrelsen, Justitsministeriet, Landsplanafdelingen, Miljøstyrelsen, Sundhedsstyrelsen, Trafikministeriet, Vejdirektoratet og Økonomi- og Erhvervsministeriet. Miljøstyrelsen har varetaget formandskabet og sekretariatet for Vejstøjgruppen. Vejstøjgruppen har offentliggjort sit forslag til vejstøjstrategi i november 2003.

Delrapport 3, som omhandler virkemidler og samfundsøkonomiske beregninger, er en baggrundsrapport udarbejdet til brug for Vejstøjgruppens arbejde med udarbejdelse af en national vejstøjstrategi. Formålet med rapporten er at belyse de samfundsøkonomiske aspekter af anvendelse af virkemidler til reduktion af vejstøjbelastningen.

I rapporten opstilles indledningsvist en referenceudvikling for antallet af støjramte boliger for årene 2010 og 2020, hvor der med udgangspunkt i en kortlægning af dagens situation er korrigeret for den forventede trafikudvikling og allerede gennemførte tiltag af betydning for den fremtidige støjbelastning.

Herefter analyseres en række udvalgte virkemidler med hensyn til forventede effekter og samfundsøkonomiske omkostninger. For hvert virkemiddel beregnes ændringen i antallet af støjbelastede boliger, og der foretages en samfundsøkonomisk konsekvensvurdering. Dernæst sammenlignes virkemidlerne med hensyn til deres effekt sammenholdt med omkostningerne.

Herefter opstilles en række scenarier for den fremtidige udvikling i støjbelastningen, hvor forskellige kombinationer af virkemidler bringes i anvendelse, og de samfundsøkonomiske konsekvenser beregnes. Desuden vurderes det samlede finansieringsbehov.

Rapporten bygger primært på input fra:

- Delrapport 1: "Tekniske aspekter" med hensyn til støjmessige effekter af de enkelte virkemidler
- Delrapport 2: "Sundhedsøkonomisk analyse af udvalgte virkemidler" og Miljøstyrelsens rapport: "Hvad koster støj?", miljøprojekt nr. 795, 2003 med hensyn til enhedsprisen for støj
- Oplysninger om omkostninger vedrørende virkemidler fra Vejdirektoratet.

Beregningerne i rapporten bygger derudover på en lang række data samt skøn og antagelser. Der er nærmere redegjort for disse i rapporten.

2 Referenceudvikling

Til brug for virkemiddelanalyserne og scenarieberegningerne er der brug for en reference for udviklingen i antallet af støjbelastede boliger fra år 2001 og frem til år 2020. Referenceudviklingen skal udover trafikudviklingen afspejle effekter af allerede vedtagne reguleringer og initiativer, som vil have indflydelse på støjomfanget.

Referenceudviklingen og antagelserne som ligger til grund for udviklingen er beskrevet nedenfor.

2.1 Fordelingen af støjbelastede boliger 2001

En støjkortlægning af udvalgte byer ligger til grund for beregningen af støjbelastningen for boliger i hele Danmark. Opgørelsen af antal boliger støjbelastede fra vejtrafik er nærmere beskrevet i "Statusnotat for national kortlægning af vejtrafikstøj", notat fra Miljøstyrelsen af 26. marts 2003. Antallet af støjbelastede boliger fordelt på 1-dB kategorier fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Støjbelastede boliger, år 2001

dB kategori	Antal boliger, år 2001
< 55	1.815.911
55-56	58.612
56-57	71.103
57-58	76.738
58-59	74.482
59-60	61.152
60-61	51.554
61-62	44.811
62-63	43.141
63-64	40.062
64-65	36.349
65-66	34.939
66-67	28.800
67-68	24.567
68-69	19.787
69-70	16.766
70-71	10.223
71-72	6.109
72-73	3.499
73-74	1.840
74-75	596
>=75	585
I alt	2.521.654
- heraf > 55 dB	705.713
- heraf > 65 dB	147.711

Kilde: TP-Noise samt Rambøll Nyvig, kortlægning 1 dB

På grundlag af støjkortlægningen kan antallet af stærkt støjbelastede boliger (over 65 dB) således beregnes til ca. 148.000, mens ca. 706.000 boliger er udsat for en støjbelastning over den vejledende grænseværdi på 55 dB.

Opgørelsen er baseret på en kortlægning af et udvalg af byer, som er opregnet til nationalt niveau. Det vurderes, at kortlægningen samlet set er rimeligt repræsentativ for Danmark¹. Fordelingen af boliger på støjkategorier er dog ikke foretaget på baggrund af en fuldstændig kortlægning. Dette bidrager alt andet lige til usikkerhed ikke blot i forhold til antallet af boliger i de enkelte støjkategorier, men også i forhold til de strækninger som påvirkes med virkemidler, hvilket har betydning i forhold til de samfundsøkonomiske beregningers præcision.

2.2 Referencescenarier for årene 2010 og 2020

En lang række faktorer har betydning for den fremtidige vejstøjbelastning, f.eks. trafikomfang og -fordeling, lokalisering af boliger og trafik anlæg, spredningsforhold, samt af politiske tiltag til at reducere trafikstøj, mv. Det er ikke muligt at give helt præcise forudsigelser om trafikstøjbelastningen, da dette forudsætter detaljerede oplysninger om de lokale og konkrete forhold.

Til brug for analyserne i denne rapport er der opstillet to referencescenarier, for år 2010 og år 2020. Der er heri indregnet effekter for støjbelastningen af på den ene side den forventede trafikudvikling, og på den anden side allerede vedtagne reguleringer af vejtrafikstøjen.

Der er ikke indregnet øvrige effekter i form af f.eks. ændret bosætningsmønster og lignende. Der er således ikke indregnet en eventuel vækst i det samlede antal boliger. Eventuelle nye boliger må imidlertid forventes at ligge i kategorien under 55 dB, som følge af den gældende lovgivning om grænseværdier ved nybyggeri.

Referencescenarierne anvendes som reference i analyserne af virkemidlerne og scenarierne. Forudsætningerne herfor er beskrevet nedenfor.

2.2.1 Trafikudviklingen

Vejdirektoratet laver løbende analyser af trafikarbejdet og udarbejder prognoser over udviklingen til brug for planlægningen og analyser af beslutninger som vedrører vejnettet og transportsektoren generelt. Prognoserne baserer sig bl.a. på den historiske udvikling samt forudsætninger om den fremtidige økonomiske udvikling, bilejerskab, prisen på transport, regionale udviklinger, mv.

De forudsætninger om trafikvækst, som er anvendt i dette projekt er baseret på Vejdirektoratet prognoser. I samråd med Vejdirektoratet er det besluttet at differentiere forudsætningerne om trafikvækst på kommuneveje, amtsveje og statsveje, da udviklingen vurderes at være forskellig for disse vejtyper. Vækstforudsætningerne fremgår af tabellen nedenfor.

¹ De enkelte byer i kortlægningen er tildelt forskellig vægt ved opregningen, som afspejler byernes karakteristika i forhold til alle byer i Danmark. Se "Statusnotat for national kortlægning af vejtrafikstøj", notat fra Miljøstyrelsen af 26. marts 2003 for en nærmere beskrivelse af opregningen.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Trafikvækst fra år 2001 til år 2020

Vejtype	Årlig vækst i procent
Kommunalveje	0,75 %
Amtsveje	1,25 %
Statsveje	2,00 %

Kilde: Oplyst af Vejdirektoratet

Væksten i trafikken medfører alt andet lige en forøgelse af støjbelastningen. Denne indregnes sammen med effekter for støjbelastningen af vedtagne reguleringer på vejstøjområdet, jf. nedenfor, i referencescenarierne for år 2010 og år 2020, som ændringen i dB i forhold til udgangsniveauet i år 2001.

2.2.2 Vedtagne reguleringer af vejstøj

Der er vedtaget to EU-reguleringer, som vil have en positiv effekt på den fremtidige støjbelastning (se også "Delrapport B1: Tekniske aspekter"), dels et EU direktiv om skærpelse af grænseværdierne for køretøjers støjudsendelse, dels et EU direktiv om krav til dækstøj.

Det forventes, at de fulde støjmæssige effekter af de to tiltag vil være indtruffet i år 2010, dvs. at der ikke forventes yderligere støjmæssige effekter frem til år 2020. De forventede støjmæssige effekter frem til år 2010 i forhold til år 2001 er vist i tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Forventede effekter af allerede vedtagne reguleringer frem til år 2010

Regulering	Effekt	
	i byområder	i landområder
EU direktiv om skærpelse af køretøjernes støjudsendelse	-1 dB	-0,5 dB
EU direktiv om dækstøj	-0,1 til -0,2 dB	-0,3 dB

Kilde: Delrapport B1: Tekniske aspekter

Der er på grundlag heraf anvendt nedenstående forudsætninger for beregningen af støjbelastningen i referencescenarierne for år 2010 og år 2020, for henholdsvis byområder og landområder.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Beregningsgrundlag mht. effekt af allerede vedtagne reguleringer

År 2010 og 2020 i forhold til år 2001

	Ændring i dB
Byområder	-1,15 dB
Landområder	-0,80 dB

Kilde: Tabel 3.

Note: Reduktionen er angivet i forhold til niveauet i år 2001

Allerede vedtagne tiltag forventes således at reducere støjen med 1,15 dB i byområder og 0,8 dB i landområder.

Der er i analyserne ikke taget højde for regeringens forslag om at øge hastighedsgrænserne på dele af motorvejsnettet til 130 km/t. Effekten af tiltaget for det samlede antal af støjbelastede boliger i Danmark vurderes dog at være begrænset, idet forslaget hovedsageligt omfatter strækninger i det åbne land.

2.2.3 Referencescenarie for år 2010 og 2020

I referencescenarierne er der på grundlag af ovenstående indregnet en årlig vækst i trafikken frem til år 2010 og 2020, idet støjbelastningen som følge af

trafikvæksten øges fra 2001 til 2010 og igen fra 2010 til 2020. For allerede vedtagne reguleringer forventes effekten derimod at være slået igennem i år 2010, hvorefter der ikke forventes yderligere effekter. Scenariet for år 2010 adskiller sig således alene fra 2020 ved ændrede forudsætninger om trafikvæksten.

På dette grundlag er fordelingen af støjbelastede boliger år 2010 og 2020 beregnet ved hjælp af det GIS-baserede støjberegningsprogram TP-Noise². Opgørelsen fremgår af tabellen nedenfor.

² Se kapitel 5 og Delrapport B1: Tekniske aspekter.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Støjbelastede boliger, referencescenarium, år 2010 og 2020

dB kat.	Antal boliger, år 2001	Antal boliger, år 2010	Antal boliger, år 2020
< 55	1.815.911	1.872.536	1.848.585
55-56	58.612	55.703	56.228
56-57	71.103	74.677	73.728
57-58	76.738	75.814	76.481
58-59	74.482	60.616	65.365
59-60	61.152	55.293	57.940
60-61	51.554	44.843	47.986
61-62	44.811	43.140	43.867
62-63	43.141	43.422	42.463
63-64	40.062	37.055	37.899
64-65	36.349	35.469	35.714
65-66	34.939	29.975	32.993
66-67	28.800	26.289	27.569
67-68	24.567	20.684	22.371
68-69	19.787	17.896	18.203
69-70	16.766	12.659	14.843
70-71	10.223	7.346	9.019
71-72	6.109	4.196	4.843
72-73	3.499	2.427	3.301
73-74	1.840	894	1.316
74-75	596	385	461
>=75	585	334	480
I alt	2.521.654	2.521.654	2.521.654
< 55	1.815.911	1.872.536	1.848.585
55-59	342.086	322.104	329.742
60-64	215.916	203.928	207.929
65-69	124.859	107.504	115.978
70-74	22.266	15.248	18.939
>=75	585	334	480
I alt > 55	705.712	649.118	673.068
I alt > 65	147.710	123.086	135.397

Kilde: COWI beregninger, baseret på Tetraplan modelkørsler.

Note: Støjbelastningen for boliger i landdistrikter, som udgør ca. 12 % af det totale antal boliger, er ikke korrigeret mht. trafikvækst og effekterne af allerede vedtagne reguleringer.

Der er ikke regnet med en evt. vækst i antallet af boliger. Evt. nye boliger må imidlertid forventes at ligge i kategorien under 55 dB, jfr. den gældende lovgivning om grænseværdier ved nybyggeri.

Som det fremgår af tabellen forventes antallet af stærkt støjbelastede boliger (= 65 dB) at være faldet til ca. 123.000 i år 2010 ved en "alt andet lige" udvikling, svarende til en reduktion på ca. 25.000 boliger. Den positive effekt af de allerede vedtagne direktiver om grænseværdi for køretøjers og dæks støjudsendelse vil således mere end opveje den negative effekt af den forventede trafikvækst. Frem til år 2020 forventes antallet af stærkt støjbelastede boliger dog igen at stige til ca. 135.000 som følge af den forudsatte vækst i trafikken.

Det skal understreges, at der i referencescenarierne ikke er indregnet den effekt som yderligere indsats på støjbekæmpelsesområdet kan medføre. Dette er netop formålet med scenarieberegningerne beskrevet i afsnit 7.

Langs de nuværende ca. 1.600 km statsveje er i alt registreret ca. 25.000 boliger med en støjbelastning over 55 dB(A). Af disse er ca. 7.000 udsat for mere end 65 dB(A). Omregnet til SBT svarer støjbelastningen for boligerne med over 55 dB til godt 6.800 SBT (Vejdirektoratet, 2003). Sættes dette i forhold til det samlede SBT tal for alle boliger belastet ved vejtrafikstøj over 55 dB fås at statsvejenes andel står for knap 5% af den samlede vejstøj.

3 Oversigt over virkemidler

I delrapport B1 er gennemgået en række virkemidler til støjreduktion, som har været drøftet i Vejstøjgruppen. Oversigten bygger på en opdatering af "Begrænsning af trafikstøj", Miljønyt nr. 30, 1998. Hovedresultaterne fra delopgave B1 er beskrevet nedenfor.

Der foreligger en række muligheder for at dæmpe vejtrafikstøjen. Tiltag der dæmper støjen ved kilden, f.eks. støjsvag asfalt eller støjsvage dæk, er *alt andet lige* at foretrække, da de dæmper støjen generelt, mens fx støjskærme og facadeisolering dæmper støjen mere specifikt for givne boliger. Disse virkemidler har til gengæld en mere markant effekt for de pågældende boliger.

Der kan desuden skelnes mellem strækningsspecifikke virkemidler, hvor virkemidlet implementeres på geografisk specifikke strækninger, og de generelle virkemidler, hvor virkemidlet påvirker køretøjerne og dermed virker på hele trafiknettet. Denne skelnen har betydning for analysetilgangen og anvendes derfor i det følgende.

Det er i Vejstøjgruppen valgt at fokusere analyserne på følgende virkemidler som anses for relevante i relation til dæmpning af vejtrafikstøjen:

Generelle virkemidler:

- Skærpelse af krav til køretøjers støjudsendelse
- Fremme af brugen af støjsvage dæk

Strækningsspecifikke virkemidler:

- Støjreducerende vejbelægninger (to-lags drænasfalt)
- Støjreducerende vejbelægninger (tyndlagsbelægning)
- Hastighedsreduktion (på strækninger med mange støjramte boliger)
- Lastbilforbud (i visse zoner om natten)
- Overflytning til større veje
- Opstilling af støjskærme
- Facadeisolering
- Ændret bygningsanvendelse

Derudover kan der tænkes en række øvrige virkemidler, som f.eks. dæmpning af trafikomfanget, overflytning af vejtrafik til andre mere støjsvage transportformer, overdækning af veje (tunneler), regulering af trafikdens døgnfordeling, mv.

Ved virkemidler er der i denne sammenhæng forstået tekniske virkemidler. Det overvejes i forbindelse med Vejstøjgruppens øvrige arbejde, hvilke politiske styringsmidler der i givet fald vil kunne bringes i anvendelse i forbindelse for at opnå reduktion af støjbelastningen.

4 Tilgang og metode

I dette afsnit beskrives den anvendte tilgang til virkemiddelanalyserne og scenarieberegningerne, ligesom der kort redegøres for effektberegningen af støjreducerende tiltag samt for den samfundsøkonomiske metode.

Indledningsvist skal det bemærkes at alle analyser af virkemidler og scenarier i dette projekt er gennemført på det fuldt opregnede kortlægningsgrundlag. Resultater som rapporteres vedrører således i princippet alle boliger i Danmark.

Analyserne er gennemført ved hjælp af støjdbredelsesmodellen TP-Noise³. Ved hjælp af denne model er støjbelastningen i princippet beregnet for hver enkel bolig i en række modelbyer ud fra hensyntagen til effekten af de anvendte virkemidler. Det har imidlertid ikke været muligt at inddrage boliger i landdistrikterne i modellen. Landdistrikterne er derfor håndteret uden for modellen, hvilket er nærmere beskrevet i afsnittene nedenfor.

Der skelnes i det følgende mellem a) virkemiddelanalyser, som anvendes til at beregne analyser af enkeltstående virkemidler, og b) scenarieanalyser som anvendes til at analysere pakker af virkemidler.

Der skal bemærkes at alle priser er 2002-prisniveau, hvor intet andet er anført.

4.1 Virkemiddelanalyser

Analysen af virkemidlerne består dels i en vurdering af de støjmessige effekter, dvs. reduktionen i antallet af støjbelastede boliger, dels i en vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved implementering af virkemidlet. Analysen af de enkelte virkemidler og deres samfundsøkonomiske omkostningseffektivitet er et selvstændigt resultat, men har samtidig til at formål at bidrage med information til sammensætningen af scenarier.

De enkelte virkemidler er analyseret ud fra følgende disposition:

- Kort generel beskrivelse
- Virkemiddeludformning
- Effektvurdering
- Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering, hereunder
 - enhedsomkostninger
 - omkostninger ved virkemidlet
 - effekt i forhold til omkostninger og gevinster

³ TP-Noise er en GIS baseret støjeberegningsmodel, hvor støjbelastningen ved hver bolig etableres som en sum af de relevante bidrag fra såvel nærmest liggende veje samt andre veje som yder et mærkbart bidrag.

4.1.1 Udformninger af virkemidler

Hvert virkemiddel er forbundet med et teknisk potentiale for støjreduktion som er beskrevet i delrapport B1. I forbindelse med den samfundsøkonomiske analyse fastlægges forudsætninger for "styrkegraden" af det enkelte virkemiddel, hvilket er afgørende for såvel den samlede effekt som omkostningseffektiviteten af virkemidlet. Ved styrkegraden forstås udbredelsen eller omfanget af anvendelsen af virkemidlet, eksempelvis km vej med støjskærm eller km vej med tyndlagsbelægning.

Der skelnes mellem to typer af teknisk potentiale for de forskellige virkemidler:

- **Generelle virkemidler.** For disse virkemidler er det tekniske potentiale udtrykt ved fuldt gennemslag, dvs. svarende til at det pågældende virkemiddel indføres på alle køretøjer. For denne type af virkemidler vil styrkegraden afhænge af, hvor kraftigt virkemidlet bringes i anvendelse.

Den **realiserede** støjreduktion afhænger af implementeringsgraden. Jo højere procentdel køretøjer der f.eks. monteres med støjsvage dæk, jo større støjreduktion.

- **Strækningsspecifikke virkemidler.** For disse virkemidler er det tekniske potentiale udtrykt pr. enhed (eksempelvis dB reduktion ved brug af tyndlagsbelægninger). Den fulde udnyttelse af det tekniske potentiale ville her svare til at virkemidlet, f.eks. tyndlagsbelægninger, blev anvendt på samtlige vejstrækninger. For denne type virkemidler vil styrkegraden og dermed den samlede støjreduktion afhænge af hvor mange km vej der påvirkes.

For denne type af virkemidler vil den **realiserede** støjreduktion afhænge af hvor og i hvilket omfang man implementerer virkemidlet. Jo flere støjbelastede boliger der ligger i de udvalgte områder, jo større effekt vil virkemidlet have.

I virkemiddelanalysen er den støjreducerende effekt og de tilhørende økonomiske omkostninger og gevinster analyseret med forskellige styrkegrader. Styrkegraden har stor betydning for virkemidlernes omkostningseffektivitet.

Det skal understreges, at de analyserede udformninger er eksempler, og at der kan tænkes andre udformninger, som afspejler større eller mindre anvendelsesudstrækning. Udformningerne er imidlertid valgt for at afspejle et bredt spektrum af mulighederne.

4.1.2 Kriterier for udvælgelse af strækninger

Strækninger hvor effekten af virkemidlerne er størst er udvalgt ud fra beregninger i støjudbredelsesmodellen TP-Noise. Der er udarbejdet en metode, som sorterer alle strækninger efter støjbidrag til boliger, hvilket er anvendt til at identificere de strækninger som pr. km bidrager med mest støj.

Det skal fremhæves, at strækningerne er udvalgt analytisk, hvilket vil sige at en række øvrige aspekter som man skal tage hensyn til i forbindelse med konkret planlægning af støjforanstaltninger på konkrete strækninger ikke er inkluderet i udvælgelsen. Ved konkret planlægning vil faktiske forhold i visse tilfælde formentlig bevirke at virkemidler ikke kan bringes i anvendelse på strækninger,

som ellers er udvalgt i støjmodellen. Alt andet lige betyder dette, at virkemiddelanalyserne og scenarieberegningerne resulterer i undervurdering af omkostningerne for støjreduktionerne. Imidlertid vurderes denne undervurdering at være lille.

Det skal bemærkes, at strækningerne hvor der anvendes støjskærme er udvalgt med hensyntagen til om det på strækningerne er muligt at opsætte en skærm.

4.1.3 Støjbelastningstallet (SBT)

SBT står for støjbelastningstallet. SBT er et mål som er udledt for at kunne udtrykke *genevirkningen* af forskellige støjniveauer. Det er ikke tilstrækkeligt at fastlægge støjbelastningen ud fra det fysisk målte støjniveau, da de oplevede støjgener stiger mere end proportionalt med det målte støjniveau. Derfor omregnes støj målt i dB til SBT, der højde for dette, jfr. beskrivelsen nedenfor.

Fokus på SBT

Udvælgelsen af de strækninger, hvor man får "mest støjreduktion for pengene" er derfor sket ud fra et SBT kriterium. Det betyder, at der er sigtet på at udvælge de strækninger hvor effekten i forhold til reduktion af SBT er størst, i modsætning til at sigte på at udvælge de strækninger hvor effekten i forhold til at reducere antallet af stærkt støjbelastede boliger (over 65 dB) er størst. Udvælgelse efter et SBT kriterium sikrer at der tages hensyn til al støjreduktion over 55 dB. SBT begrebet er nærmere forklaret i det følgende.

SBT sammenhængen eller genevirkningen ved fysiske støjniveauer er afdækket ved interview, hvor folk er spurgt om hvorvidt de føler sig stærkt generede af trafikstøj eller ej. Interviewene har afdækket sammenhængen som en eksponentiel stigning i genevirkningen med støjniveauet. Sammenhængen er omsat til følgende formel (Banestyrelsen, 1998):

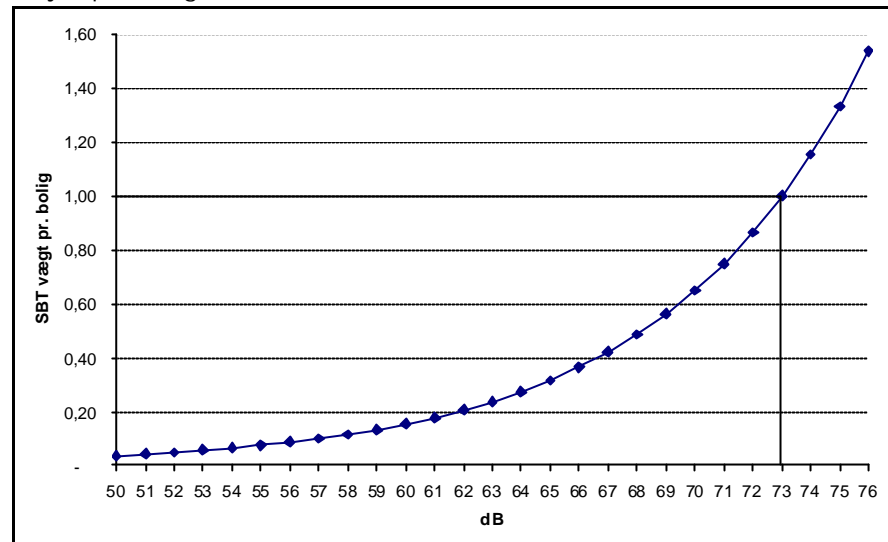
$$\text{Genefaktor (SBT vægt pr. bolig)} = 4,22^{0,1 \cdot (L-73)}$$

hvor L = støjniveauet for helårsboliger, målt i dB ved facaden.

Ved beregningen af SBT sammenvægtes støjbelastningen for boliger således ud fra den fastlagte genevirkning for de forskellige støjbelastninger. I formlen for SBT ganges det målte fysiske støjniveau med en relativ skala, så det stemmer med genevirkningen.

Sammenhængen er illustreret på kurven nedenfor, som viser et plot over genefaktorkurven (også kaldet dosis-responskurven).

Figur Fejl! Ukendt argument for parameter. Genefaktorkurven for støjeksposering



Note: Kurven fremkommer ud fra formelen for genefaktor ovenfor.

SBT sammenhængen er meget nyttig i planlægnings- og analysearbejde, da den muliggør sammenvægtning af forskellige støjreduktioner og kan bruges til at udlede den samlede gevinst ved reduktion i forskellige støjniveauer.

Som det fremgår af figuren vægtes en given dB-reduktion af støj fra høje niveauer meget højere end reduktion i lave niveauer. En bolig med en støjbelastning på 73 dB vægtes med faktoren 1, mens f.eks. en bolig med 57 dB vægtes med 0,10.

En stor fordel ved at udtrykke støjbelastningen i SBT frem for dB er at SBT i modsætning til dB adderes. Der fås derved et vægtet udtryk for den samlede støjbelastning. Dette indebærer samtidigt, at det kan være vanskeligt at fortolke hvad en given SBT-værdi udtrykker. En SBT-værdi på 1000 kan eksempelvis svare til:

- 1.000 boliger med 73 dB;
- 10.000 boliger med 57 dB;
- 5.000 boliger med 68,2 dB; eller
- 2.000 boliger med 60 dB og 1066 boliger med 70 dB.

Enhedsprisen for støj udtrykkes per SBT, hvilket betyder at man ved samfundsøkonomiske analyser kan tage højde for ændringer i alle støjniveauer.

Ved at udvælge strækninger hvor de geografiske virkemidler implementeres efter et SBT kriterium, tages der altså højde for at støjbelastningen også for boliger med mindre end 65 dB reduceres, idet reduktion af støjbelastede boliger med lave dB værdier vægtes væsentligt mindre end boliger med højere værdier, som anført i beskrivelsen ovenfor.

4.2 Scenarieberegninger

Scenarieberegningerne har til formål at belyse hvilke virkemidler, som kan bringes i anvendelse, og med hvilke styrkegrader, for at nå givne reduktioner. Beregningerne har endvidere til formål at belyse omkostningerne (og gevinsterne i form af støjreduktion) forbundet med at opnå reduktionerne.

Scenarieregningerne belyser forskellige reduktionsniveauer af vejstøj og betydningen i forhold til antallet af støjbelastede boliger over hhv. 55 og 65 dB, jfr. afsnit 7. For at sikre at scenarierne tager hensyn til gevinsten ved støjreduktioner i alle kategorier er de, parallelt til virkemiddelanalyserne, sammensat ved at fokusere på SBT. Konsekvensen af dette er imidlertid, at støjreduktionerne til de målsætninger som belyses teoretisk kunne opnås for færre midler, hvis man alene havde målrettet virkemidlerne på at nedbringe antallet af boliger over 65 dB til under dette niveau.

Scenarieregningerne inkluderer såvel en beregning af nettoomkostninger uden monetarisering af støjgevinsten (cost effectiveness) som en beregning af det samlede samfundsøkonomiske resultat ved støjreduktion (cost benefit).

Endelig indeholder scenarieregningerne en opgørelse af investeringer og finansieringsbehov frem til henholdsvis år 2010 og år 2020.

4.3 Effektberegning

Effekterne af de enkelte virkemidler kan måles som forskydningen i fordelingen af antallet af boliger i de enkelte 1 dB-kategorier. For hver virkemiddeludformning er der derfor beregnet en ny fordeling af antallet af boliger⁴.

Den anvendte metode til beregning af fordelingen er forskellig for strækningsspecifikke og generelle virkemidler.

4.3.1 Strækningsspecifikke virkemidler

For de strækningsspecifikke virkemidler er effekten målt som forskydningen i fordelingen af antal boliger beregnet i støjberegningsmodellen TP-Noise. Støjbelastningen ved hver bolig er beregnet som summen af bidragene fra de nærmest liggende veje og andre veje som yder et mærkbart bidrag. I beregningen er støjudbredelsen reduceret på de strækninger hvor et virkemiddel anvendes.

Boliger (og strækninger) i landdistrikter indgår som tidligere nævnt ikke i TP-Noise. Det betyder at de strækningsspecifikke virkemidler (med undtagelse af facadeisolering) ikke har kunnet anvendes på boliger i landdistrikter. Tætheden af antallet af boliger i landdistrikter er imidlertid meget lille, og det vurderes derfor at omkostningseffektiviteten af de strækningsspecifikke virkemidler anvendt med henblik på støjreduktion for boligerne i landdistrikter vil være meget ringe. Det er således tvivlsomt om strækninger i landdistrikterne ville være blevet udvalgt, selv hvis de havde indgået i TP-Noise.

I scenarieregningerne er landdistrikterne derfor kun påvirket med generelle virkemidler, samt med facadeisolering.

⁴ Beregningerne har taget udgangspunkt i de tekniske potentialer som er beskrevet i Delrapport B1 "Tekniske aspekter".

4.3.2 Generelle virkemidler

De generelle virkemidler påvirker støjniveauet ved kilden. Da lydudbredelsen ikke påvirkes ved de generelle virkemidler, er nye udbredelsesberegninger ikke nødvendige. For disse virkemidler beregnes effekten derfor uden brug af TP-Noise på basis af de detaljerede resultater for referencescenariet. Den ny fordeling af antallet af boliger beregnes ved en korrektion af referencescenariet med den forventede effekt af det virkemiddel som vurderes. Korrektionerne omfatter samtlige boliger inkl. landdistrikter.

4.4 Samfundsøkonomisk metode

I dette afsnit redegøres kort for det anvendte velfærdsøkonomiske analyse- og beregningsgrundlag for den samfundsøkonomiske konsekvensberegning. Metodegrundlaget er operationaliseret så det kan anvendes på tværs af de forskellige virkemidler.

De anvendte forudsætninger har taget udgangspunkt i anbefalingerne i Miljø- og Energiministeriet, 2000: *Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter* samt i Finansministeriet anbefalinger fra Finansministeriet, 1999: *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*, november 1999.

Den samfundsøkonomiske pris for støjreduktion

Omdrejningspunktet for den samfundsøkonomiske konsekvensvurdering er beregning af den samfundsøkonomiske pris for støjreduktion ud fra såvel en cost-benefit som en cost-effectiveness tilgang.

- I cost-effectiveness tilgangen er den samfundsøkonomiske pris for støjreduktion for et givent virkemiddel (i en given udformning) defineret som en monetariseret sammenvæjning af samtlige effekter, eksklusiv støjreduktionen. Prisen udtrykker med andre ord omkostningerne ved at opnå en given effekt (reduktion i antallet af støjbelastede boliger). Prisen for støjreduktion skal ideelt indeholde alle interne effekter, sideeffekter og eksterne effekter uden en markedspris (eksternaliteter)⁵.
- I cost-benefit tilgangen beregnes det samlede samfundsøkonomiske resultat for et givent virkemiddel (i en given udformning) defineret som en monetariseret sammenvæjning af samtlige effekter, inklusiv gevinsten ved støjreduktionen. Resultatet udtrykker således den samlede påvirkning af samfundets økonomi ved at implementere et givent virkemiddel (i en given udformning). Et positivt resultat betyder at en implementering af tiltaget vil forbedre velfærden i samfundet.

Cost-benefit tilgangen adskiller sig fra cost-effectiveness tilgangen ved at gevinsten ved støjreduktion medtages monetariseret.

Afgrænsning og behandling af ikke-medregnede effekter

De ikke-markedspris fastsatte sideeffekter og eksterne omkostninger skal som udgangspunkt medregnes. Det skal dog bemærkes, at ufuldstændig viden om effekternes størrelse og/eller pris betyder at der i beregningerne er lavet konkrete afgrænsninger fra en række sideeffekter. For hver enkel virkemiddel er konsekvensen af afgrænsningerne diskuteret og vurderet.

⁵ Eksternaliteter er defineret som omkostninger (eller gevinster) som en aktør påfører en eller flere andre aktører uden at kompensere (eller blive kompenseret) for omkostningen (gevinsten). Klassiske eksempler på eksternaliteter på miljøområdet er luftforurening og i øvrigt også støj.

Markedsprisbaseret tilgang Beregningen af den samfundsøkonomiske pris for støjreduktion er foretaget med baggrund i en markedsprisbaseret tilgang, som anbefalet i Miljø- og Energiministeriet, 2000 og Finansministeriet, 1999. Det betyder at alle omkostninger (og gevinster) konsekvent er udtrykt ved eller omregnet til markedspriser. Omregningen til markedspriser er sket med de korrektioner som er anbefalet i Miljø- og Energiministeriet, 2000.

Nettoafgiftsfaktoren I beregningerne er det således antaget at udgifter til støjreduktion fortrænger alternativ anvendelse. Produktionsfaktorerne kunne alternativt være anvendt til produktion andre steder i den offentlige og private sektor og samtidig have genereret et afgiftsprovener. Med investeringen i støjreduktion går staten glip af dette provener. Derfor er prisen ved opgørelsen omregnet til at udtrykke de forbrugsmuligheder som alternativ anvendelse kunne give anledning til.

Markedsprisen på produktionsfaktorerne beregnes ved at forhøje produktionsfaktorernes faktorpriser (handelsprisen ekskl. refunderbare afgifter) med en gennemsnitlig nettoafgiftsfaktor. Nettoafgiftsfaktoren afspejler netop tabet i form af skatte- og afgiftsindtægter for staten, når produktionsfaktorerne anvendes til offentlig produktion i stedet for privat. Det er således denne faktor, der skal ganges på alle faktorpriser for at afspejle produktionsfaktorernes værdi som faktorpriser.

Med forhøjelsen med en gennemsnitlig nettoafgiftsfaktor udtrykkes produktionsfaktorernes værdi i et prisniveau, som afspejler markedspriserne og dermed betalingsvilligheden for de resulterende forbrugsgoder.

Skatteforvridningstab På baggrund af anbefalingerne i Miljø- og Energiministeriet, 2000 er der anvendt en nettoafgiftsfaktor på 17% for nationalt handlede goder og 25% på internationalt handlede goder. Når offentlige investeringer skal finansieres gennem opkrævning af skatter og afgifter opstår der et såkaldt skatteforvridningstab. Opkrævningen af skatter er forbundet med omkostninger bl.a. i form af forvridninger af arbejdsudbuddet. Således stiger den samlede skattele i økonomien, hvilket medfører en skatteforvridningsomkostning ved opkrævning af det ekstra skatteprovener. Finansministeriet har fastsat skatteforvridningstab til 20 % af det ekstra beløb der netto skal indkræves via højere skatter og afgifter for at finansiere tiltaget.

I dette projekt medregnes skatteforvridningstab som anbefalet af Finansministeriet. Dette betyder samtidig, at det har været nødvendigt at antage, hvor stor en del af investeringerne i de forskellige tiltag, som vil blive finansieret af det offentlige (se tabellen nedenfor). Andelen er fastsat i samråd med Miljøstyrelsen og varierer for de enkelte virkemidler, hvilket afspejler den forventede grad af privat medfinansiering.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Forudsætninger om den offentlige andel af investeringer i virkemidler

Virkemiddel	Investeringer - offentlig andel
Skærpelse af køretøjers støjudsendelse	0%
Fremme af støjsvage dæk	0%
Støjreducerende belægninger (to-lags drænasfalt)	100%
Støjreducerende belægninger (tyndlagsbelægning)	90%
Hastighedsreduktion	-
Lastbilforbud	-
Overflytning til større veje	-
Opstilling af flere støjskærme	85%

Facadeisolering	75%
Ændret bygningsanvendelse	-

Kilde: Miljøstyrelsen

Betydningen af medregningen af skatteforvridningstab er afdækket ved følsomhedsanalyser af scenarierne.

Prisen for støjreduktion

Beregningen af prisen for støjreduktion tager udgangspunkt i en opgørelse af virkemidlernes nettonutidsværdi. Nettonutidsværdien (NNV) er lig den tilbagediskonterede værdi af fordele og ulemper ved et givent virkemiddel og kan udtrykkes ved følgende formel:

$$NNV = \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^T \frac{\Delta S_t \cdot P}{(1+r)^t}$$

hvor r udtrykker diskonteringsfaktoren, T tidshorisonten, B tiltagets eventuelle gevinster udover støjreduktion, C tiltagets omkostninger (udtrykt i markedspris), ΔS angiver ændringen i antallet af støjbelastede boliger og P værdien af støjreduktionen.

Cost effectiveness og cost benefit beregning

Som tidligere nævnt er omkostningerne ved at reducere støj både beregnet med og uden indregning af den monetariserede støjbenefit. De to beregninger kan anskueliggøres ud fra ovenstående formel.

Cost-benefit analysen medtager samtlige effekter (inkl. støjreduktionen) ved et virkemiddel og fortæller hvorvidt det ud fra en samfundsøkonomisk synsvinkel er fornuftigt at implementere eller ej. I cost benefit beregningen anvendes en enhedspris for støj (P) i beregningen (se enhedspris i afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.**). Beregningen giver således en nettonutidsværdi, hvor en positiv værdi betyder at virkemidlet er samfundsøkonomisk rentabelt.

I cost-effectiveness opgørelsen monetariseres støjgevinsterne ikke. I stedet udledes den såkaldte skyggepris på støj. Beregningen fortæller dermed hvor stor enhedsprisen mindst skal være for at virkemidlet er rentabelt at implementere.

I cost effectiveness tilgangen sættes nettonutidsværdien lig med 0, hvorefter skyggeprisen for reduktion af en støjbelastet bolig beregnes. Prisen findes ved at isolere prisen på støjreduktion i ligningen som illustreret nedenfor.

$$NNV = \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^T \frac{\Delta S_t \cdot P}{(1+r)^t} = 0$$

$$P = - \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \cdot \left(\sum_{t=1}^T \frac{\Delta S_t}{(1+r)^t} \right)^{-1}$$

Som det fremgår af udtrykket indgår der en række variable i beregningen. Forudsætningerne for de enkelte elementer diskuteres nedenfor:

- **Diskonteringsfaktoren (r):** Der er anvendt en diskonteringsfaktor på 6 % i overensstemmelse med Finansministeriets anbefalinger, jfr. Finansministeriet, 1999;
- **Tidshorisonten (T):** Ved beregningen af den samfundsøkonomiske pris for støjreduktion er der for hvert virkemiddel anvendt en tidshorisont, der

er tilstrækkelig lang til at alle væsentlige omkostninger og gevinster ved virkemidlet er medtaget. Det betyder f.eks. at der ved beregningen af prisen for støjskærme er benyttet en tidshorizont på støjskærmens formodede levetid;

- **Omkostningerne (C):** Alle udgifter er medregnet som markedspriser ved hjælp af korrektionerne som beskrevet ovenfor. De væsentligste omkostninger består af udgifterne til virkemidlet, men hertil er lagt evt. sideeffekter og eksterne effekter.
- **Gevinsterne (B):** Gevinsterne omfatter positive sideeffekter og eksterne effekter som eksempelvis færre trafikuheld. Den største fordel ved virkemidlet er naturligvis reduktionen i støj. Denne fordel er imidlertid isoleret og beskrevet selvstændigt i formelen (P);
- **Ændringen i støj udtrykt i antallet af støjbelastede boliger (S):** Den årlige ændring i støj fås fra effektvurderingen.

De enkelte virkemidler er beregnet med forskellige tidshorisonter. For at gøre virkemidlerne direkte sammenlignelige er nettonutidsværdien (skyggeprisen ved cost effectiveness beregningen) annuieret til en årlig udgift. Med hensyn til støjgevinsten er det forudsat, at gevinsten er konstant over tidshorizonten.

Det skal bemærkes, at der i konsekvensberegningerne af virkemidlerne og scenarierne ikke er taget stilling til, hvilke konkrete politiske styringsmidler der bringes i anvendelse for at realisere de tekniske potentialer. Dette betyder, at et evt. velfærdstab som følge af mulige afgifters forvridende effekter ikke er medregnet. En afgift vil alt andet lige medføre en forvridende effekt i forhold til en økonomisk efficient ressourceallokering. Omkostningerne skal i princippet opgøres som det tabte konsumentoverskud som følge af adfærsændringer ud fra en velfærdsøkonomisk betragtning. Endelig skal det bemærkes, at der i beregningen af omkostningerne for de enkelte virkemidler ikke er taget højde for eventuelle administrative omkostninger. Størrelsen af disse omkostninger vil i vidt omfang afhænge af de styringsmidler, som bringes i anvendelse til implementering af virkemidlerne.

4.5 Enhedsprisen for støj

I det følgende redegøres der kort for den samfundsøkonomiske enhedspris for støj som er anvendt i de samfundsøkonomiske beregninger. Der kan skelnes mellem:

- Omkostningerne som følge af de oplevede støjgener
- Omkostningerne som følge af sundhedsskader

Den anvendte enhedspris består af disse to komponenter.

Omkostningerne som følge af de oplevede støjgener

Omkostningerne som følge af de oplevede støjgener, også kaldet geneomkostninger, skal afspejle de omkostninger, som personer i gennemsnit tillægger støjeksponering. Det betyder, at geneomkostningerne skal afspejle, hvor meget personerne er villige til at betale for et reduceret støjniveau.

Miljøstyrelsen har netop gennemført en undersøgelse af støjs effekt på boligens værdi, som kan bruges til at udlede geneomkostningerne (Miljøstyrelsen, 2003: *Hvad koster støj?*, miljøprojekt nr. 795, 2003). Undersøgelsen viser, at

enfamiliehuse ved "almindelige" veje belastet med støj over 55 dB i gennemsnit falder i pris med 1,18% pr. dB i forhold til ikke støj-belastede huse. For huse ved motorveje er faldet beregnet til 1,64% pr. dB.

Undersøgelsen omfatter alene enfamiliehuse og prisfaldet for lejligheder er således ikke undersøgt. Da huse og lejligheds karakteristika adskiller sig på en række områder, er det muligt, at støj har forskellig indflydelse på prisen på hhv. huse og lejligheder. For eksempel har enfamiliehuse tilknyttet haver eller udendørsarealer, hvor støjen er væsentlig højere end indendørs. Nyttевærdien af udendørsarealer forringes væsentligt ved et højt støjniveau. Da lejligheder i mange tilfælde ikke har tilknyttet udendørsarealer, der benyttes i samme omfang som for huse, kan det tænkes at støjs indflydelse på prisen er mindre på lejligheder end på huse. Der foreligger imidlertid endnu ingen danske analyser af prisfaldet for lejligheder som følge af vejstøj, hvorfor denne hypotese ikke er bekræftet. AKF har for nylig iværksat en undersøgelse, som specifikt skal belyse prisfaldet på lejligheder. Undersøgelsen ventes først afsluttet med udgangen af år 2003.

Indtil resultat af AKF's undersøgelse kendes, antages det, at støjreduktionen for lejligheder er den samme som for enfamiliehuse, hvilket i øvrigt er den samme antagelse som hidtil har været anvendt i Vejdirektoratets officielle enhedspris for støj, som er en del af de Trafikøkonomiske Enhedspriser. Enhedsprisen for støj beregnet ud fra den gennemsnitlige huspris anvendes således også som gennemsnit for lejligheder. Dette resulterer isoleret set i en overvurdering, da lejligheder er billigere end huse, men til gengæld er prisniveauet for både huse og lejligheder i særligt støjramte byområder (de større byer som København og Århus) højere end det anvendte gennemsnit for enfamiliehuse.

For at få et samlet estimat for prisreduktion som følge af støj er der beregnet et vægtet gennemsnit af Miljøstyrelsens estimater for "almindelige" veje og motorveje. I sammenvægtningen er statens andel af den samlede støjbelastning (5%) anvendt som et udtryk for støjbelastningen fra motorveje (se afsnit 2.2.3).

Det vægtede gennemsnit er beregnet til prisreduktion på 1,2 % pr. dB. Dette svarer til et gennemsnitligt fald i husprisen på ca. 13.000 kr./dB. Med brug af en realrente på 6 % svarer 1 dB således til en årlig omkostning på ca. 780 kr. fra en gennemsnitlig ejendoms reducerede værdi.

Resultatet kan relateres til genekurven for støj ved at omregne værdien til en pris pr. SBT. Omregnet fås en pris på ca. 33.100 kr./SBT pr. år.

Omkostninger som følge af sundhedsskader

Den betalingsvillighed for støjreduktion som kan udledes af husprisundersøgelsen afspejler betalingsvilligheden for de gener af støj som de enkelte personer oplever. Dertil kommer øvrige omkostninger for samfundet, f.eks. omkostninger til behandling i sundhedsvæsenet som følge af sygdomstilfælde forårsaget af vejtrafikstøj. Da sådanne omkostninger for hovedparten ikke afholdes af de enkelte individer, kan de ikke forventes afspejlet i huspriserne. Dertil kommer, at det næppe kan forventes at personer ved huskøb er klar over, endelige inddrager, eventuelle langsigtede helbredseffekter som følge af vejstøj i deres købsbeslutning.

Baseret på oplysninger fra bl.a. WHO⁶ har man i mange år vidst, at trafikstøj kan medføre sundhedsskader i form af hovedpine, forøget blodtryk, forøget risiko for hjerte/karsygdomme, hormonelle påvirkninger, stress og søvnproblemer.

Hidtil har der ikke i dansk sammenhæng foreligget vurderinger af de sundhedsmæssige omkostninger knyttet til de nævnte sygdomseffekter baseret på sammenhængen mellem støjeksponering og effekt (sundhedsskade), også kaldet dose-response funktionen. De sundhedsmæssige omkostninger har derfor hidtil kun været meget overslagsmæssigt anslået som 50 % af geneomkostningerne i den officielle enhedspris for støj (Vejdirektorats Trafikøkonomiske Enhedspriser).

I forbindelse med udarbejdelsen af den nationale støjstrategi er der imidlertid gennemført en undersøgelse som har givet et første bud på omfanget af de sundhedsmæssige konsekvenser. Resultatet af undersøgelsen er dokumenteret i delrapport B2.

I rapporten er de sundhedsmæssige omkostninger i forbindelse med hjertekarsygdomme og forhøjet blodtryk forbundet med vejstøj vurderet. Det foreliggende grundlag for at vurdere omkostningerne er relativt spinkelt, men det skønnes dog, at anvendelsen af det her udarbejdede skøn giver et bedre estimat end den hidtidige metode, hvor omkostningerne blot anslås til 50 % af geneomkostningerne. Omkostninger er beregnet for henholdsvis en omkostningsbaseret metode og en betalingsvillighedsmetode, og de centrale estimater beløber sig til henholdsvis ca. 0,62 mia. kr. og ca. 3,38 mia. kr. årligt. For nærmere dokumentation af grundlag og usikkerhed i beregningerne henvises til delrapport 2.

Det bemærkes, at overslaget over de samfundsøkonomiske omkostninger ved sundhedsskader kun indeholder omkostningerne for de udvalgte sygdomme hypertension og iskæmiske sygdomme. Derudover menes vejstøj at være årsag til andre sundhedsskader som eksempelvis hormonelle påvirkninger, stress og søvnproblemer, som det ikke har været muligt at kvantificere på nuværende tidspunkt. Omvendt vurderes hypertension og iskæmiske sygdomme at være forbundet med de største samfundsmæssige omkostninger.

For at kunne anvende informationen om omkostningerne ved sundhedsskader i de samfundsøkonomiske analyser er det nødvendigt at omregne omkostningerne til en enhedspris pr. SBT. Til dette formål er der behov for at beregne det totale SBT for alle boliger belastet med støj over 55 dB, idet de sundhedsmæssige effekter netop er estimeret for personer estimeret for støj over dette niveau.

Det totale SBT for alle boliger over 55 dB beregnes for den totale fordeling af støjbelastede boliger i år 2001 (se afsnit 2.1), som også har udgjort grundlaget for beregningen af de sundhedsmæssige skader.

Det totale SBT er beregnet til knap 159.000 for boliger med støj over 55 dB. På denne baggrund er den samfundsøkonomiske enhedspris for sundhedsskader som følge af vejstøj opgjort til 3.900 kr./SBT pr. år og 21.250 kr./SBT pr. år for henholdsvis det omkostningsbaserede estimat og estimatet baseret på betalingsvillighed.

⁶ WHO: Guidelines for Community Noise, 2000

Den samlede enhedspris for støj

Den samlede enhedspris for støj er beregnet som summen enhedspriserne for gener og sundhedsskader. Enhedsprisen fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Den samfundsøkonomiske enhedspris for vejstøj

Omkostningstype	Kr./SBT pr. år
Genevirkning	33.100
Sundhedsskader	3.900/21.250
I alt	37.000/54.350

Note: For sundhedsskader angiver de to værdier omkostningerne opgjort ved hhv. den omkostningsbaserede og den betalingsvillighedsbaserede værdisætning af dødsfald.

Kilder: Genevirkning - Miljøstyrelsen, 2003: "Hvad koster støj?" samt notat "SBT-beregning.doc" fra Miljøstyrelsen af 23. januar. Sundhedsskader - Delrapport B2: Støj, gener og sundhed samt COWI beregninger af SBT og kr./SBT pr. år.

Som det fremgår af tabellen er den samfundsøkonomiske enhedspris beregnet til henholdsvis ca. 37.000 og ca. 54.000 kr./SBT pr. år, afhængig af om det omkostningsbestemte estimat eller betalingsvillighedsestimatet for sundhedsomkostningerne anvendes.

Det er i denne sammenhæng besluttet at anvende betalingsvillighedsestimatet, hvilket er konsistent i forhold til anbefalingerne i såvel Finansministeriets og Miljøstyrelsens anbefalinger om samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger. Dette betyder at den anvendte enhedspris for støjreduktion i beregningerne i dette projekt udgør 54.350 kr./SBT.

Trafikøkonomiske Enhedspriser

Vejdirektoratet enhedspris for støj, der er en del af de Trafikøkonomiske Enhedspriser, er vist i tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Enhedsprisen for vejstøj fra Trafikøkonomiske Enhedspriser, 2001

Omkostningstype	Kr./SBT pr. år
Genevirkning	35.393
Sundhedsskader	17.697
I alt	53.090

Kilder: Vejdirektoratet: Trafikøkonomiske Enhedspriser - prisniveau 2001.

Vejdirektoratets enhedspris har hidtil været den officielle samfundsøkonomiske enhedspris for vejstøj. Geneomkostningerne har været baseret på en tidligere husprisundersøgelse, mens omkostningerne ved sundhedsskader blot har været pragmatisk estimeret som 50 % af de omkostninger, der er estimeret for genevirkningerne.

Genevirkningerne i Miljøstyrelsen nye undersøgelse er stort set på samme niveau som dem i Vejdirektoratets grundlag, hvilket skal ses i lyset af at der er afdækket en prisreduktion pr. dB af samme størrelsesorden. På trods af den hidtidige pragmatiske estimering af sundhedsskaderne resulterer den nye undersøgelse af sundhedsomkostninger i et bedste skøn over de samlede omkostninger ud fra en betalingsvillighedstilgang også i omkostninger af samme størrelsesorden. Den samlede enhedsomkostning som anvendes i dette projekt er derfor stort set uændret i forhold til Vejdirektoratets officielle enhedspris.

5 Analyse af virkemidler

I dette afsnit beskrives de udvalgte virkemidler. Der opstilles forudsætninger for analysen af de enkelte virkemidler og endelig foretages der effektberegning og samfundsøkonomisk konsekvensberegning for hvert virkemiddel.

Gennemgangen af de enkelte virkemidler følger som tidligere nævnt nedenstående disposition:

- Kort generel beskrivelse af virkemidlet, herunder foreliggende viden om virkemidlets effekt (det tekniske potentiale fra delrapport B1)
- Virkemiddeludformning, herunder
 - konkrete beskrivelser af udformningen af virkemidler til beregningsformål (styrkegrad). (For de strækningsspecifikke virkemidler angives styrkegraden som antal km vej på basis af en opregning i TR-Noise.)
- Effektvurderinger
 - Resultaterne af effektberegningerne i den anvendte støjberegningsmodel
- Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering, herunder
 - opstilling og beregning af enhedsomkostninger
 - beregning af omkostninger for de konkrete udformninger af virkemidlet
 - vurdering af effekt i forhold til omkostninger og gevinster

Virkemiddelanalyserne er gennemført for både 2010 og år 2020. Da effekterne af allerede vedtagne reguleringer forventes at være slået igennem i 2010, består forskellen i referencescenarierne 2010 og 2020 alene i, at trafikomfanget og dermed reference støjbelastningen stiger frem til 2020. Effekten af virkemidlerne anvendt i samme udformning vil derfor alt andet lige være større i 2020.

Det skal endvidere bemærkes, at nettoresultaterne for de to år ikke umiddelbart kan sammenlignes, fordi resultaterne ikke er præsenteret for samme år. Dette kan bedst forklares med et eksempel. Det gælder således, at en rentabel investering afholdt i år 2009 med afkast i år 2010 er mere værd i dag end den samme investering afholdt i år 2019 med afkast i år 2020.

Virkemidlerne sammenlignes i det næste kapitel, mens virkemidlerne sammensættes i scenarier i kapitel 7.

5.1 Skærpelse af krav til køretøjers støjudsendelse

5.1.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Motoren og dækkenes kontakt til kørebanen er køretøjers primære kilder til støjudsendelse, men der er desuden bidrag fra udstødning, indsugning, resonanser fra karosseri og vindstøj. I denne rapport skelnes der mellem støj

fra køretøjet, som betegnes køretøjstøj⁷ og støj fra dækkene, som betegnes dækstøj.

Vejstøjen kan reduceres ved at øge andelen af køretøjer med mindre støjende motorer og/eller skærpe kravene til nye køretøjers motorer med henblik på at reducere støjudsendelsen fra køretøjer. Den samlede køretøjstøj kan således reduceres ved krav til alle (eller de mest støjende) køretøjers støjudsendelse. Den kan også reduceres uden at ændre på kravene om støjudsendelsen ved i stedet at påvirke forbrugernes valg af køretøjer, således at der sælges en forholdsmæssig større andel af mindre støjende køretøjer.

Nuværende brug af virkemidlet

De nuværende krav til støjudsendelse fra køretøjer reguleres via EU direktiver. Kravene om maksimal støj fra nye køretøjer er løbende blevet skærpet de seneste årtier. Der gælder værdier for køretøjers typegodkendelse, som er fælles for hele EU, hvilket samtidig betyder at Danmark ikke kan indføre særlige regler. Ud fra den gældende typegodkendelse (år 1996) må en ny personbil under en accelerationstest ved 50 km/t maksimalt udsende 74 dB, mens busser og lastbiler maksimalt må udsende hhv. 78 og 80 dB.

Virkemidlets effekt

En direkte regulering med skærpede krav om støj fra nye køretøjer vil først slå igennem i takt med udskiftningen af bilparken. Først når hele bilparken er udskiftet vil det fulde potentiale fra en skærpet regulering være realiseret. Dette betyder eksempelvis, at effekten af den seneste stramning fra 1996 endnu ikke er slået fuldt igennem, da mange køretøjer indregistreret inden 1996 endnu kører på de danske veje. Der regnes med yderligere 1 dB reduktion i byerne og ½ dB uden for byerne, når den fulde effekt er indtruffet i 2010, jfr. delnotat B1.

I referencescenariet er det antaget, at udviklingen fortsætter uden anden EU regulering end den vedtagne. Med en yderligere skærpelse af kravene fra EU vil støjen kunne reduceres yderligere. I Vejdirektoratet, 1998 vurderes støjen således at kunne reduceres med 3-4 dB. En ny EU skærpelse vil imidlertid have lang gennemslagstid og vil således kun have en begrænset effekt ved år 2010.

I EU Direktiv 2002/49/EF er det i artikel 1 stk. 2 nævnt at formålet med direktivet også er "at skabe grundlag for at der udvikles fællesskabsforanstaltninger til at reducere støj, der hidrører fra væsentlige kilder" ... "Med henblik herpå forelægger Kommissionen senest 18. juli 2006 Europaparlamentet og Rådet passende lovgivningsmæssige forslag". Det må forventes at Kommissionen også vil se på hvilke lovgivningsmæssige foranstaltninger der kan iværksættes for at reducere vejtrafikstøjen som er den helt dominerende støjgene i EU. Det vurderes derfor at Kommissionen vil overveje stramninger af køretøjbestemmelserne med henblik på at nedbringe køretøjernes støjudsendelse. Imidlertid forventes en reduktion af køretøjsstøjen at betyde væsentlige ændringer i fx motorkonstruktionen, som vil være bekostelige for bilfabrikanterne. Den europæiske bilindustri arbejder med et forslag til ændring af målemetoden, som mere skal afspejle faktisk bykørsel. Det vil i den forbindelse være vigtigt at sikre, at en evt. ny målemetode med tilhørende grænseværdier faktisk reducerer støjen fra køretøjer.

⁷ Køretøjstøj er defineret som den støj der udsendes fra fremdrivningssystemet, dvs. fra motoren, indsugning, udstødning, køleventilation samt støj fra vind.

Effekten af nationale tiltag vil afhænge af ambitionsniveauet. Uanset ambitionsniveau vil tiltagene imidlertid kun kunne få begrænset gennemslag i år 2010, da den danske bilpark har en gennemsnitlig levetid på 15-16 år.

I den norske rapport "Mulige tiltak for å redusere støy" (SFT, 2000 side 21-23) vurderes det, at man gennem nationale tiltag vil kunne påvirke efterspørgslen efter nye biler, således at der i 2010 kan være opnået en støjreduktion på ca. 1 dB med lavt ambitionsniveau og ca. 2 dB med højt ambitionsniveau. Det er ikke nærmere beskrevet, hvilke styringsmidler som skal bringes i anvendelse for at opnå denne reduktion.

Ud fra en samlet overvejelse har Vejstøjgruppen vurderet det tekniske potentiale for reduktion af køretøjernes støjudsendelse frem til 2020 til i størrelsesordenen højst 1 dB.

5.1.2 Virkemiddeludformninger

Som det fremgår af afsnittet ovenfor vil dette virkemiddel kunne bringes i anvendelse med brug af en række forskellige styringsmidler som vil være bestemmende for effekten.

Udformning med realisering af det fulde potentiale

Det opereres som udgangspunkt blot med én udformning af fremme af brugen af støjsvage dæk, dvs. med en styrkegrad med tilhørende realisering af det tekniske potentiale. I udformningen antages det, at effekten af de styringsmidler som bringes i anvendelse i år 2020 i gennemsnit har reduceret støjudsendelse for samtlige køretøjer med 1 dB, svarende til at det fulde tekniske potentiale på 1 dB realiseres.

Det er imidlertid vigtigt at bemærke, at omkostningseffektiviteten vil blive påvirket ved alternative udformninger, hvor en mindre del af det tekniske potentiale realiseres, idet en mindre udbredelse af støjsvage køretøjer vil reducere effekten forholdsvis mere. Således vil støjreduktion på kun 50% af køretøjerne i vognparken blot resultere i at 33% af det tekniske potentiale realiseres, mens 75% vil resultere i at 50% af det tekniske potentiale realiseres.

5.1.3 Effektvurdering

Effekten på fordelingen af antallet af boliger på støjkatégorierne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkatégorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.872.536	0	1.904.813	56.228
55-59	322.104	0	321.500	-8.242
60-64	203.928	0	192.936	-14.992
65-69	107.504	0	92.004	-23.974
70-74	15.248	0	10.112	-8.827
>= 75	334	0	288	-192
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Ved brug af virkemidlet "Skærpelse af krav til køretøjers støjudsendelse" i en udformning så det fulde tekniske potentiale er realiseret i år 2020 vil antallet af

stærkt støjbelastede boliger (over 65 dB) være faldet til ca. 102.500, svarende til en reduktion på ca. 33.000 boliger i forhold til referencesituationen.

5.1.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

En regulering som medfører færre støjende køretøjer (national regulering) og/eller skærper kravene til køretøjers støjudsendelse (international regulering) vil være forbundet med en række direkte og indirekte økonomiske konsekvenser. De økonomiske konsekvenser af en international regulering omfatter såvel direkte som indirekte omkostninger, mens en national regulering kun i begrænset omfang vil omfatte direkte konsekvenser.

De direkte omkostninger vil bestå i udviklingsomkostninger, som vil blive afspejlet i en merpris på det nye produkt i forhold til det gamle. Det er meget vanskeligt at estimere denne omkostning, da bilproducenterne sjældent udvikler og implementerer teknologi som udelukkende har haft til formål at reducere køretøjstøjen.

I den norske rapport "Mulige tiltak for å redusere støy" (SFT, 2000 side 24) citeres et studie for, at en bilproducent har anslået meromkostninger (i faktorpriser) til 1.000 kr. pr. dB reduktion pr. køretøj for lette køretøjer og 4.000 kr. for tunge køretøjer. Overslagene er baseret på omkostningerne til indkapsling af motoren. Disse omkostningsoverslag må imidlertid vurderes at være særdeles usikre.

De indirekte økonomiske konsekvenser omfatter (mulige) ændringer i luftforurening samt tab hos forbrugere som ville fortrække andre biltyper end i en situation uden regulering. Disse konsekvenser er ikke mulige at kvantificere ud fra den nuværende viden, hvorfor de økonomiske effekter ikke kan opgøres.

Ud fra den foreliggende information er en kvantificering af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved en skærpelse af krav til køretøjers støjudsendelse forbundet med betydelig usikkerhed. Størrelsesordenen af konsekvenserne er imidlertid kvantificeret på baggrund af oplysningerne i SFT, 2000.

Således antages det at meromkostningen for at opnå 1 dB reduktion er hhv. 1.000 kr. og 4.000 kr. for lette og tunge køretøjer som i den norske rapport. Ud fra yderligere oplysninger om køretøjers gennemsnitlige levetid og antallet af køretøjer som influeres kan meromkostninger beregnes.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Forudsætninger til beregning af meromkostninger for køretøjer

	Personbiler	Vare- og lastbiler
Antal køretøjer i DK	1.875.300	393.400
Andel køretøjer som influeres	Afhænger af virkemiddeludformning	
Gns. levetid (år)	13	10
Forventet meromkostning pr. køretøj	1.000	4.000

Kilde: Antal køretøjer - De Danske Bilimportører, Levetid - estimeret på baggrund af information fra Trafikøkonomiske Enhedspriser, Forventet meromkostning pr. dæk - SFT, 2000.

På baggrund af ovenstående er de årlige meromkostninger for personbiler og vare- og lastbiler beregnet til hhv. 115 kr./år/personbil og 540 kr./år/vare- og lastbil. Merudgifterne i forhold til effekterne er beregnet og beskrevet nedenfor.

Udformning med realisering af det fulde potentiale

For at opnå den fulde 1 dB reduktion i år 2020 skal alle køretøjers støjudsendelse i gennemsnit være reduceret 1 dB. Det betyder, at samtlige køretøjer skal være udskiftet og erstattet med et mere støjsvagt køretøj inden år 2020. Der er antaget uændret bilpark.

Dette resulterer i årlige merudgifter på godt 530 mio. kr. i år 2020 når det fulde potentiale er realiseret som det fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	-	23.250
Annuiseret monetær støjbefit (kr./år)	-	1.260 mio.
Annuiserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-	-530 mio.
Annuiserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	-	23.000
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	-	730 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen vurderes en reduktion af andelen af de mest støjende køretøjer på det skitserede grundlag at være samfundsøkonomisk rentabel, idet de årlige gevinster i form af støjreduktion er større end de estimerede meromkostninger til mere støjsvage køretøjer i år 2020. Isoleret set vurderes en reduktion i andelen af de mest støjende køretøjer således at ville resultere i en velfærdsforbedring for samfundet som helhed.

5.2 Fremme af brugen af støjsvage dæk

5.2.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Kontakten mellem køretøjers dæk og vejbanen frembringer såkaldt rullestøj, som ved høje hastigheder er den dominerende støjkilde. Omfanget og karakteren af dæk-vejbanestøjen afhænger dels af vejbelægningens egenskaber og dels af dækkenes egenskaber.

De dækegenskaber som primært har indflydelse på støjen er:

- Antal dæk - Jo flere dæk jo mere støj
- Bredde - Jo bredere dæk jo mere støj
- Gummiets elasticitet - Jo hårdere dæk jo mere støj
- Hulrumsprocent (mønsterdybde og lameller) - Jo lavere hulrumsprocent jo mere støj

Ud over ovenstående har dækkets opbygning (stivhed) samt hjulophænget indflydelse på støjen.

Dæk udvikles under hensyntagen til en lang række andre forhold end støj og ofte er disse forhold i konflikt med hensynet til støjegenskaberne. Eksempelvis konflikter ønsket om stor slidstyrke med hensynet til støj, fordi stor slidstyrke opnås ved brug af hård gummi som giver mere støj end blød gummi.

Dækstøj kan reduceres ved at øge andelen af køretøjer med mindre støjende dæk og/eller skærpe kravene til nye dæk med henblik på at reducere støjudsendelsen fra dæk generelt. Dækstøj kan med andre ord reduceres ved forbud mod de mest støjende dæk. Men den kan også reduceres uden at ændre på kravene for dæks støjegenskaber, ved i stedet at påvirke salget af nye

dæk således at der sælges en forholdsmæssig større andel af dæk med støjsvage egenskaber.

Nuværende brug af virkemidlet

De nuværende krav til støjudsendelse fra køretøjers dæk i Danmark er reguleret via EU direktivet 2001/43/EF. Direktivet stiller krav om at alle nye køretøjer der indregistreres efter 1. april 2003 skal udstyres med støjmærkede dæk - de såkaldte e/E mærkede dæk. Efter 4. februar 2005 må der kun monteres støjgodkendte dæk på nye køretøjer (for de brede personbildek dog først fra 2010/2011). Færdselsstyrelsen agter desuden fra 1. oktober 2009 at indføre krav om at der ved udskiftning af dæk alene må monteres støjgodkendte dæk uanset hvornår køretøjet er typegodkendt og indregistreret 1. gang.

Virkemidlets effekt

Med den eksisterende teknologi er der et højere *teknisk potentiale* frem til år 2020, end det som allerede er indregnet i referencescenariet frem til år 2010 (se afsnit **Fejl! Ukendt argument for parameter.**). Når der er gennemført målinger af de forskellige dæktypers karakteristika, vil der kunne opnås en højere reduktion, hvis alle køretøjer monteres med de mest støjsvage dæk inden for de respektive dæktypekategorier. Ifølge Færdselsstyrelsen vil viden om dæktypernes karakteristika imidlertid først være tilgængelig efter år 2010. Da denne er nødvendig for at realisere det tekniske potentiale, er det tekniske potentiale kun aktuelt for beregninger for år 2020.

Det tekniske potentiale med dagens teknologi vurderes til ca. 1,3 dB på veje med høj hastighed (uden for byerne) og 0,7 dB på veje med lav hastighed (i byerne). Effekten er størst hvor hastigheden er højest, fordi støjen fra dæk giver et forholdsmæssigt større bidrag til den samlede støj fra køretøjer ved høje hastigheder end ved lave.

For at kunne realisere (en del af) det tekniske potentiale som bygger på dagens teknologi vil der være behov for at anvende styringsmidler i form af afgifter, mærkning eller lignende. Andelen af potentialet som realiseres vil afhænge af "styrkegraden" af reguleringen. Der er her ikke taget nærmere stilling til hvilke styringsmidler, der skal bringes i anvendelse.

Frem til år 2010 er det endvidere muligt, at det tekniske potentiale kan øges gennem en teknologisk udvikling af dæks støjegenskaber. Udviklingen vil bl.a. afhænge af den generelle udvikling i bilindustrien samt pres fra EU med henblik på udvikling af støjsvag teknologi, hvorfor det er meget vanskeligt at forudsæ det teknologiske niveau og heraf følgende tekniske potentiale i år 2010 og 2020. Som følge heraf er der udelukkende gennemført konsekvensvurderinger af tekniske potentiale med dagens teknologiske viden.

5.2.2 Virkemiddeludformninger

Styringsmidlerne, og deres styrkegrad, som bringes i anvendelse for at reducere dækstøj vil være bestemmende for effekten. Det antages at andelen af støjsvage dæk øges gennem brug af miljømærkning, information, afgiftsdifferentiering og eller frivillige aftaler med bilbranchen.

Udformning med realisering af det fulde potentiale

Det opereres i virkemiddelanalysen blot med én udformning. I udformningen antages det, at dagens tekniske potentiale (mod dagens eksisterende teknologi) er realiseret fuldt ud i år 2020.

Det er imidlertid vigtigt at bemærke, at omkostningseffektiviteten vil blive påvirket ved alternative udformninger, hvor en mindre del af det tekniske potentiale realiseres, idet en mindre udbredelse af støjsvage dæk vil reducere effekten forholdsmæssigt mere. Hvis blot 50% af de dækkene, som skal skiftes for at opnå det tekniske potentiale, reelt udskiftes vil blot 33% af det tekniske potentiale blive realiseret, mens 75% vil resultere i at 50% af det tekniske potentiale realiseres.

5.2.3 Effektvurdering

Effekten på fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.872.536	0	1.894.692	46.107
55-59	322.104	0	322.984	-6.759
60-64	203.928	0	195.635	-12.294
65-69	107.504	0	96.320	-19.659
70-74	15.248	0	11.736	-7.204
>= 75	334	0	288	-192
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Ved brug af virkemidlet "Fremme af brugen af støjsvage dæk" i en udformning hvor det fulde tekniske potentiale er realiseret i år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 108.000, svarende til en reduktion på ca. 27.000 boliger.

5.2.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

Udfasning af støjende dæk er forbundet med flere direkte og indirekte økonomiske konsekvenser.

De direkte omkostninger vil bestå i en eventuel merpris på nye støjsvage dæk i forhold til de gamle dæk, mens de indirekte omkostninger vil bestå i afledte effekter fra eventuelle ændringer i dækkenes øvrige egenskaber. Eventuelle afledte effekter vurderes at være meget små.

Den væsentligste samfundsøkonomiske konsekvens af en udfasning af støjende dæk vurderes at være den eventuelle prisforskel mellem de støjsvage og de øvrige dæk. Prisforskellen er vurderet i udkast til notat "Afgiftssystem til fremme af brugen af støjsvage dæk", COWI for Miljøstyrelsen, marts 2003.

Af dette notat fremgår det, at

- Den reelle prisdannelse på dækmarkedet er svær at gennemskue, hvilket vanskeliggør en vurdering af prisforskellen;
- Et dæks støjmæssige kvaliteter i dag ikke oplyses som objektiv værdi, idet sammenlignelige målinger ikke foreligger, hvorfor prisdannelsen ikke afspejler om et dæk er støjsvagt;
- Norge har i forbindelse med en tilsvarende støjstrategi anvendt et groft skøn over meromkostningen på 5 % pr dB. Kilden til dette skøn er ikke oplyst. Forudsættes at de støjsvage dæk i gennemsnit udsender 2 dB mindre støj, betyder det en 10 % højere pris;

- Merprisen for støjsvage dæk vurderes at være 10 %.
- I notatet oplyses det endvidere at et "gennemsnitligt" personbildek koster ca. 650 kr., mens et lastbildek koster godt 2.075 kr. Ud fra disse oplysninger er merprisen pr. dæk estimeret til ca. 65 kr. for dæk til personbiler og 210 kr. for dæk til vare- og lastbiler.

Ud fra yderligere oplysninger om dæks gennemsnitlige levetid og antallet af dæk som influeres kan meromkostninger beregnes.

Tablet **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Forudsætninger til beregning af meromkostninger for dæk

	Personbiler	Vare- og lastbiler
Antal køretøjer i DK	1.875.300	393.400
Andel køretøjer som influeres	Afhænger af virkemiddeludformning	
Gns. antal dæk pr. køretøj	4	7
Gns. levetid (år)	2,4	1,5
Forventet meromkostning pr. dæk DKK	65	208

Kilde: Antal køretøjer - De Danske Bilimportører, Levetid og antal dæk - estimeret på baggrund af information fra Trafikøkonomiske Enhedspriser, Forventet meromkostning pr. dæk - notatet "Afgiftssystem til fremme af brugen af støjsvage dæk", COWI for Miljøstyrelsen, marts 2003.

På baggrund af ovenstående er de årlige meromkostninger for personbiler og vare- og lastbiler som influeres beregnet til hhv. 120 kr./år/personbil og 1.050 kr./år/vare- og lastbil.

Merudgifterne i forhold til effekterne er beregnet og beskrevet nedenfor.

Udformning med realisering af det fulde potentiale

For at realisere det fulde potentiale fra støjsvage dæk i år 2020 vurderes det at 90% af forbrugerne skal skifte til et mere støjsvagt dæk end det som ellers ville blive anvendt.

Dette resulterer i årlige merudgifter på godt 715 mio. kr. om året i år 2020 når det fulde potentiale er realiseret som det fremgår af tabellen nedenfor.

Tablet **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	-	19.100
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	-	1.040 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-	-715 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	-	37.400
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	-	325 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes en øget brug af støjsvage dæk at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er større end de estimerede meromkostninger til de støjsvage dæk.

5.3 Støjreducerende belægninger (to-lags drænasfalt)

5.3.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Omfanget og karakteren af dæk-vejbanestøj afhænger bl.a. af vejbelægningens egenskaber. De egenskaber som specielt har indflydelse på støjen er:

- Overfladestrukturen - Jo mere ru overflade jo mere støj
- Belægningens sammensætning - Jo mere porøs belægning jo mindre støj
- Belægningens hårdhed - Jo mindre elastisk jo mere støj

Støjniveauet varierer således med vejbelægningstypen. I Danmark er standard vejbelægningen asfaltbeton (AB12t), som i det følgende er anvendt som den støjmessige referencebelægning.

I de seneste 10-15 år er der udviklet og afprøvet en række støjreducerende belægninger. Resultatet af forsøgene er bl.a. dokumenteret i Vejdirektoratet, 1996: "*Forsøg med støjreducerende belægninger*" og senest i Danmarks Transportforskning, 2002: "*Udvikling af støjreducerende vejbelægninger til bygader*". Forsøgene viser at der kan opnås en betydelig støjreduktion ved brug af støjreducerende vejbelægninger frem for almindelig asfalt beton.

Vurderingerne af støjdæmpende asfalts støjdæmpende effekt og omkostninger til anlæg og drift af belægningerne er foretaget med udgangspunkt i resultater fra DTF rapporten.

Nuværende brug af virkemidlet

Hverken i EU eller i Danmark findes der krav til regulering af støj fra belægninger. Manglende regulering er ingen hindring for at de ansvarshavende vejmyndigheder anvender støjreducerende vejbelægninger. Imidlertid har den støjsvage asfalt hidtil kun været anvendt på forsøgsbasis og der er således endnu ikke lavet fuldskala drift af drænasfalt på veje i Danmark.

Virkemidlets effekt

I rapporten "*Udvikling af støjreducerende vejbelægninger til bygader*" af Danmarks TransportForskning, 2002 er effekten af en tredje generation af drænasfalt belyst. Drænasfalten består af 2 lag og har som noget nyt en meget jævn overflade. De foreløbige resultater viser at den støjmessige reduktion på bygader er 6 dB det første år, mens der ikke foreligger resultater for støjdæmpningen over hele belægningens løbetid. De seneste resultater viser dog at belægningen efter 3 år fortsat har en støjreducerende effekt på ca. 4 dB, jfr. delrapport B1.

I det følgende er der regnet med at der som gennemsnit i belægningens levetid kan opnås 3 dB reduktion i bygader med drænasfalt. Reduktionen vil være mere end 4 dB de første år, mens den støjreducerende effekt gradvis mindskes i belægningens sidste leveår. På veje uden for byerne med højere hastighed regnes med 4 dB effekt og med 5 dB på motorveje.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Virkningen (udtrykt som støjreduktion) af en to-lags drænasfalt

Vejbelægning	I byområde		
	Udenfor byområde	70 km/t	110 km/t
To-lags drænasfalt	3 dB	4 dB	5 dB

Kilde: Danmarks TransportForskning, 2002 samt notat fra Vejdirektoratet af 19. december 2002

Udover drænasfaltens støjreducerende effekt fremhæves desuden fordele som bedre friktion, mindre risiko for akvaplaning og bedre refleksionsegenskaber.

5.3.2 Virkemiddeludformninger

I forhold til en række af de øvrige strækningsspecifikke virkemidler til reduktion af støj har to-lags drænasfalt som virkemiddel den fordel at det i princippet kan anvendes overalt. Virkemidlet kan således bringes i anvendelse i større eller mindre udstrækning afhængig af de krav som pålægges de ansvarlige vejmyndigheder.

Til brug for effekt- og økonomivurderingerne er der defineret forskellige udformninger eller styrkegrader af virkemidlet nedenfor:

Udformning 1: Udbredt anvendelse af to-lags drænasfalt

Denne udformning er karakteriseret ved udbredt anvendelse af to-lags drænasfalt.

Der er udvalgt strækninger til to-lags drænasfalt til hvad der svarer til ca. 2357 km bygade, 1272 km ring-/landevej og 325 km motorvej.

Udformning 2: Moderat anvendelse af to-lags drænasfalt

Denne udformning er karakteriseret ved moderat anvendelse af to-lags drænasfalt.

Der er udvalgt strækninger til to-lags drænasfalt til hvad der svarer til ca. 477 km bygade, 384 km ring-/landevej og 4 km motorvej.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af to-lags drænasfalt

Denne udformning er karakteriseret ved begrænset anvendelse af to-lags drænasfalt.

Der er udvalgt strækninger til to-lags drænasfalt til hvad der svarer til ca. 209 km bygade, 102 km ring-/landevej og 1,5 km motorvej.

5.3.3 Effektvurdering

Effekten på fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i de enkelte udformninger er vist nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af to-lags drænasfalt

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	2.018.954	146.417	1.994.494	145.909
55-59	286.041	-36.063	296.459	-33.283
60-64	167.227	-36.702	173.641	-34.288
65-69	46.477	-61.027	53.839	-62.140
70-74	2.866	-12.381	3.115	-15.825
>= 75	102	-232	118	-362
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved udbredt brug af virkemidlet to-lags drænasfalt opnås en markant reduktion af støjen ved kilden med en tilhørende markant reduktion i støjeksponeringen til følge.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 49.500, svarende til en reduktion på ca. 73.500 boliger i forhold til referencesituationen, hvis belægningerne på alle de udpegede strækninger er udskiftet. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 57.000, svarende til en reduktion på ca. 78.500 boliger.

Udformning 2: Moderat anvendelse af to-lags drænasfalt

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.928.152	55.615	1.903.266	54.681
55-59	325.692	3.589	333.127	3.385
60-64	206.429	2.501	214.052	6.124
65-69	57.371	-50.133	66.546	-49.433
70-74	3.824	-11.424	4.416	-14.523
>= 75	199	-135	257	-223
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved moderat brug af virkemidlet to-lags drænasfalt opnås fortsat en stor reduktion af støjen, som dog er noget mindre end ved den udbredte anvendelse, hvilket afspejles i den forventede fordeling af støjramte boliger.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 61.500, svarende til en reduktion på ca. 61.500 boliger i forhold til referencesituationen, hvis belæggningerne på alle de udpegede strækninger er udskiftet. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 71.500, svarende til en reduktion på ca. 64.000 boliger.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af to-lags drænasfalt

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.891.140	18.603	1.867.007	18.422
55-59	336.073	13.969	343.197	13.454
60-64	217.508	13.580	222.922	14.993
65-69	71.585	-35.919	81.917	-34.061
70-74	5.155	-10.092	6.360	-12.579
>= 75	206	-127	261	-218
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved en begrænset brug af virkemidlet to-lags drænasfalt opnås fortsat en pæn reduktion af støjen.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 77.000, svarende til en reduktion på ca. 46.000 boliger i forhold til referencesituationen, hvis belæggningerne på alle de udpegede strækninger er udskiftet. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 88.500, svarende til en reduktion på ca. 47.000 boliger.

5.3.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

De direkte udgifter til udlægning og drift og vedligeholdelse af belægning er langt den væsentligste effekt, selvom øget anvendelse af to-lags drænasfalt i stedet for almindelig asfaltbeton også i mindre omfang er forbundet med indirekte sideeffekter.

Øget anvendelse af to-lags drænasfalt kan medføre en forøget forurening af jord og grundvand i mindre grad fra hyppigere saltning, som er nødvendig pga. belægningens drænende effekt. Den forøgede forurening og heraf følgende omkostninger vurderes dog at være marginale og uden betydning i forhold til de direkte omkostninger i denne sammenhæng.

Der har hidtil ikke kunne påvises ændret risiko for ulykker ved brug af den støjsvage belægning og det vurderes derfor på basis af dagens viden at drænasfalt er sikkerhedsmæssig neutral i forhold til asfaltbeton (Danmarks TransportForskning, 2002).

Merudgifter til to-lags drænasfalt i forhold til asfaltbeton

For at beregne merudgifterne til to-lags drænasfalt i forhold til asfaltbeton er der behov for at opgøre de samlede udgifter til anlæg, drift og vedligeholdelse af begge asfalttyper over belægningernes levetid.

I opgørelsen af merudgifterne forudsættes det, at asfalten skiftes på det tidspunkt, hvor den alligevel skulle renoveres på grund af slid. Merudgiften kommer herved udelukkende til at bestå af differencen mellem udgifterne til asfaltbeton og to-lags drænasfalten.

Opgørelsen af merudgiften til to-lags drænasfalt er baseret på oplysninger fra Danmark TransportForskning, 2002 samt et internt arbejdsnotat fra Vejdirektoratet. I opgørelsen skelnes mellem tre vejtyper (bygade, ringvej og motorvej), da omkostningerne til vedligeholdelse varierer med hastigheden.

Anlægsomkostninger og levetider for de to belægningstyper fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Investeringsomkostninger, to-lags drænasfalt

	Pris (kr./m ²)	Levetid (år)
Asfaltbeton (normal asfalt)	42,00	15
To-lags drænasfalt:		
Nederste lag drænasfalt	72,45	15
Øverste lag drænasfalt	40,25	7,5
Sparet asfaltbeton	35,00	15

Kilde: Danmarks TransportForskning, 2002 samt internt arbejdsnotat fra Vejdirektoratet.
Note: 2001-prisniveau

Som det fremgår af tabellen er det noget dyrere at udlægge to-lags drænasfalt i forhold til almindelig asfaltbeton. Levetiden er skønnet at være 15 år for tæt asfaltbeton og henholdsvis 7-8 år for det øverste lag af drænasfalt og 15 år for det nederste lag af drænasfalt.

Omkostningerne til drift og vedligeholdelse for de to belægningstyper fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, to-lags drænasfalt

	Afrivning gl belæg (kr./m ²)	Rensning belæg (kr./m ²)	Lægning dræn (kr./m)	Rensning dræn (kr./m)	Saltning (kr./m)
Asfaltbeton	25	0	0	0	24
Drænasfalt					
- Bygade	25	0,5	400	20	36
- Ringvej	25	0,5	400	20	36
- Motorvej*	25	0	0	0	36

Kilde: Danmarks TransportForskning, 2002 samt internt arbejdsnotat fra Vejdirektoratet.
Note: 2001-prisniveau

* Der er ikke brug for drænrør på motorveje, hvor vandet kan løbe i de eksisterende afløbssystemer. Der kan imidlertid være behov for mindre ombygninger af disse systemer. Omkostningerne hertil er ikke estimeret, men vurderes at være små i forhold til de samlede omkostninger.

I forbindelse med udskiftning af enten det øverste lag drænasfalt eller hele belægningen koster det 25 kr./m² at fjerne den gamle belægning.

Når drænasfalt benyttes på veje med kantsten, er det nødvendigt at lægge særlige drænrør langs kantstenen. Udgifterne til drænrør og lægning af disse er estimeret til ca. 400 kr./m. Denne udgift medregnes ikke på motorveje, hvor der ikke er kantsten og dermed ikke behov for drænrør.

Det er nødvendigt at rense drænasfalt belægningen ved lave hastigheder, hvilket er skønnet at koste 0,5 kr./m². På bygader vil der være behov for at rense to gange om året og på landeveje/ringveje er det skønnet at der på baggrund af den højere hastighed kun er behov for en rensning om året. På motorveje vurderes belægning at være selvrensende, da bilernes hastighed bevirker, at vand på vejen presses ned i belægningen med et stort tryk. Det er også nødvendigt, at rense drænrørene og det koster ca. 20 kr./m.

Vintervedligeholdelse er skønnet til at være ca. 50% dyrere på drænasfalt end på tætte belægninger, da saltet drænes væk i den åbne belægning. Vejdirektoratet regner med en årlig variabel udgift på 24 kr./m til asfaltbeton, hvorfor udgiften til to-lags drænasfalt er skønnet til 36 kr./m.

De samlede merudgifter til to-lags drænasfalt i forhold til asfaltbeton er beregnet over en 30-årig periode og annuieret til en årlig merudgift. Vejbredderne i tabellen nedenfor er anvendt.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Vejbredder

Vejtyper	Bredde (meter)
Bygade	8
Ringvej	14
Motorvej	27

Kilde: Danmarks TransportForskning, 2002

De beregnede merudgifter til 1 km to-lags drænasfalt i stedet for asfaltbeton for de forskellige vejtyper fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Merudgiften til to-lags drænasfalt

Vejtyper	Annuieret årlig merudgift (kr./km)
----------	------------------------------------

Bygade	165.000
Ringvej	200.000
Motorvej	260.000

Kilde: COWI beregninger

Note: Der er anvendt en kalkulationsrente på 6% i beregningen af de totale omkostninger over den 30-årige periode og den efterfølgende annuiering.

2001-prisniveau

Som det fremgår af tabellen udgør den årlige merudgift til anlæg og drift af to-lags drænasfalt i forhold til almindelig drænasfalt mellem 165.000 og 260.000 kr. afhængig af vejtypen.

Merudgifterne i forhold til effekterne ved de enkelte udformninger er beregnet og beskrevet nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af to-lags drænasfalt

Ved den udbredte anvendelse af to-lags drænasfalt skal der afholdes merudgifter svarende til godt 1.000 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	50.000	53.000
Annuiseret monetær støjbefit (kr./år)	2.720 mio.	2.880 mio.
Annuiserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-1.000 mio.	-1.000 mio.
Annuiserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	20.000	18.850
Nettogeinst ved implementering (kr./år)	1.720 mio.	1.880 mio.

Note: COWI beregninger

Note: I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af to-lags drænasfalt at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er større end de estimerede meromkostninger til to-lags drænasfalten. Det er imidlertid vigtigt at påpege at beregningen af omkostningseffektiviteten er gennemført under forudsætning af at de udpegede strækninger udskiftes ved endt levetid inden år 2010 (og år 2020). Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Udformning 2: Moderat anvendelse af to-lags drænasfalt

Ved den moderate anvendelse af to-lags drænasfalt skal der afholdes merudgifter svarende til små 215 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	32.100	33.900
Annuiseret monetær støjbefit (kr./år)	1.745 mio.	1.845 mio.
Annuiserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-215 mio.	-215 mio.
Annuiserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	6.700	6.300
Nettogeinst ved implementering (kr./år)	1.530 mio.	1.630 mio.

Note: COWI beregninger

Note: I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Moderat anvendelse af to-lags drænasfalt vurderes at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er større end de estimerede meromkostninger til to-lags drænasfalten.

Sammenlignes resultaterne for udformningen med resultaterne for den udbredte anvendelse ses det at virkemidlet omkostningseffektivitet er meget bedre i den moderate anvendelse. Dette viser at effekten (reduktion af SBT) som forventet aftager, når strækninger med mindre støjbidrag medtages. Den udbredte anvendelse resulterer alligevel i en større velfærdsøkonomisk forbedring end den moderate anvendelse, da nettoresultatet målt i kr./år i større.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af to-lags drænasfalt

Ved den udbredte anvendelse af to-lags drænasfalt skal der afholdes merudgifter svarende til godt 75 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tablet fejl! Ukendt argument for parameter. Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	20.900	22.100
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	1.135 mio.	1.200 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-75 mio.	-75 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	3.600	3.425
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	1.060 mio.	1.125 mio.

Note: COWI beregninger

Note: I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes begrænset anvendelse af to-lags drænasfalt at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er meget større end de estimerede meromkostninger til to-lags drænasfalten.

I den begrænsede anvendelse har to-lags drænasfalt en meget god omkostningseffektivitet i størrelsesordenen 3.425-3.600 kr./SBT pr. år.

5.4 Støjreducerende belægnings (tyndlagsbelægning)

5.4.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

De seneste års forskning har vist, at det er muligt at opdele belægnings i 3 forskellige støjklasser:

- Normale belægnings med tæt overfladestruktur. Tæt asfaltbeton med lille stenstørrelse (8 til 12 mm).
- De særligt støjende med grov overfladestruktur (op til 3 dB ekstra støj). Åbne belægnings, ABS og overfladebehandling med stor stenstørrelse (12 til 20 mm).
- Støjreducerende belægnings (op til 3-4 dB støjreduktion). Drænasfalt med stort indbygget hulrum og lille stenstørrelse.

Samtidig vil støjniveauet forøges med 1-2 dB i løbet af belægningens første leveår for derefter at stabilisere sig. Denne viden er indarbejdet i den nordiske beregningsmodel for vejtrafikstøj, hvor det er muligt vha. af en tabel at korrigere for den aktuelle belægning. Referencebelægning er en tæt asfaltbeton (AB11t) eller en lignende belægning med jævn og tæt overfladestruktur, der er mere end 2-3 år gammel.

Alene ved at udskifte en gammel belægning med en mindre støjende belægning opnås en støjreducerende effekt. (I beregningerne er det vurderet, at dette i gennemsnit vil dæmpe støjen med 1,5-2 dB i forhold til en tæt asfaltbeton.)

Der arbejdes parallelt i et EU-projekt SILVIA med at afprøve en ny type tyndlagsbelægning, som har et mindre støjreducerende effekt men til gengæld er billigere end en drænasfalt. Da dette arbejde lige er startet, findes der ingen dokumentation for de støjmæssige effekter af en ny type tyndlagsbelægning.

Virkemidlets effekt

På baggrund af hollandske erfaringer er det dog vurderet, at en åben tyndlagsbelægning vil dæmpe mellem støjen med 1,5-2 dB i forhold til en tæt asfaltbeton.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Virkningen (udtrykt som støjreduktion) af en åben tyndlagsbelægning

Vejbelægning	I byområde		Udenfor byområde	
	50 km/t	70 km/t	110 km/t	110 km/t
Åben tyndlagsbelægning	1,5 dB	2 dB	2 dB	2 dB

Kilde: Internt arbejdsnotat fra Vejdirektoratet af 19. december 2002

5.4.2 Virkemiddeludformninger

Virkemiddeludformningerne for anvendelse af åben tyndlagsbelægning er de samme som for to-lags drænasfalt beskrevet i afsnit 5.3.2 ovenfor. Det betyder at konsekvensvurderingerne er gennemført for indførelse af tyndlagsbelægning på de samme strækninger som for udformningerne med to-lags drænasfalt. Resultaterne er derfor direkte sammenlignelige for to typer belægninger.

5.4.3 Effektvurdering

Effekten på fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i de enkelte udformninger er vist nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af tyndlagsbelægning

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.937.787	65.250	1.911.985	63.399
55-59	312.696	-9.408	324.507	-5.235
60-64	189.447	-14.481	194.814	-13.115
65-69	75.961	-31.542	82.881	-33.098
70-74	5.664	-9.583	7.334	-11.606
>= 75	109	-225	141	-339
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved udbredt brug af tyndlagsbelægninger opnås en stor reduktion af støjen ved kilden med en tilhørende stor reduktion i støjeksponeringen til følge.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 81.500 svarende til en reduktion på ca. 41.500 boliger i forhold til referencesituationen, hvis belægningerne på alle de udpegede strækninger er udskiftet. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen

af det fulde tekniske potentiale være ca. 90.000 svarende til en reduktion på ca. 45.000 boliger.

Udformning 2: Moderat anvendelse af tyndlagsbelægnings

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.897.062	24.525	1.872.319	23.734
55-59	326.788	4.684	334.350	4.607
60-64	208.399	4.471	214.724	6.795
65-69	82.862	-24.642	91.931	-24.048
70-74	6.348	-8.900	8.075	-10.864
>= 75	206	-128	262	-218
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved moderat brug af virkemidlet tyndlagsbelægnings opnås fortsat en stor reduktion af støjen, som dog er noget mindre end ved den udbredte anvendelse, hvilket afspejles i den forventede fordeling af støjramte boliger.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 89.500, svarende til en reduktion på ca. 33.500 boliger i forhold til referencesituationen, hvis belægnings på alle de udpegede strækninger er udskiftet. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 100.000, svarende til en reduktion på ca. 35.000 boliger.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af tyndlagsbelægnings

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.882.048	9.512	1.858.411	9.825
55-59	328.230	6.126	334.647	4.905
60-64	212.501	8.573	217.658	9.729
65-69	91.129	-16.375	100.899	-15.079
70-74	7.543	-7.705	9.777	-9.162
>= 75	213	-120	268	-211
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved en begrænset brug af tyndlagsbelægnings opnås fortsat en pæn reduktion af støjen.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 99.000, svarende til en reduktion på ca. 24.000 boliger i forhold til referencesituationen, hvis belægningerne på alle de udpegede strækninger er udskiftet. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 111.000, svarende til en reduktion på ca. 24.500 boliger.

5.4.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

Merudgifterne til åben tyndlagsbelægning er ligesom for to-lags drænasfalt opgjort ved at beregne de samlede udgifter til anlæg, drift og vedligeholdelse over belægningernes levetid. I opgørelsen af merudgifterne forudsættes det igen, at asfalten skiftes på det tidspunkt, hvor den alligevel skulle renoveres på grund af slid.

Opgørelsen af merudgiften er baseret på oplysninger fra et internt arbejdsnotat fra Vejdirektoratet. Anlægsomkostninger og levetider samt drift og vedligeholdelsesomkostninger fremgår af tabellerne nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Investeringsomkostninger, tyndlagsbelægning

	Pris (kr./m ²)	Levetid (år)
Asfaltbeton (normal asfalt)	42,00	15
Åben tyndlagsbelægning	48,30	15

Kilde: Internt arbejdsnotat fra Vejdirektoratet.

Note: 2001-prisniveau

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, tyndlagsbelægning

	Afrivning gl belæg (kr./m ²)	Saltning (kr./m)
Asfaltbeton	25	24
Åben tyndlagsbelægning	25	24

Kilde: Internt arbejdsnotat fra Vejdirektoratet.

Note: 2001-prisniveau

Som det fremgår af tabellerne vurderes anlægsomkostningerne blot at være ca. 6,30 kr. dyrere pr. m² for tyndlagsbelægningen sammenlignet med almindelig asfaltbeton. Samtidig vurderes levetiden af åben tyndlagsbelægninger at være den samme som levetiden for de konventionelle asfalttyper. Endvidere vurderes det at åbne tyndlagsbelægninger ikke vil skulle renses og der ikke vil skulle etableres drænrør i vejsiderne. Endelige er det vurderet at der efter al sandsynlighed ikke vil være nogen specielle vintervedligeholdelsesproblemer på åbne tyndlagsbelægninger.

Meromkostningen ved tyndlagsbelægningen består derfor udelukkende af de højere anlægsomkostninger.

De beregnede merudgifter til 1 km tyndlagsbelægning i stedet for asfaltbeton for de forskellige vejtyper fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Merudgiften til tyndlagsbelægning

Vejtyper	Annueret årlig merudgift (kr./km)
Bygade	5.200
Ringvej	9.000
Motorvej	17.500

Kilde: COWI beregninger

Note: Der er anvendt en kalkulationsrente på 6% i beregningen af de totale omkostninger over den

30-årige periode og den efterfølgende annuisering.
2001-prisniveau

Som det fremgår af tabellen udgør den årlige merudgift til udlægning af to-lags drænasfalt mellem 5.200 og 17.500 kr. afhængig af vejtypen.

Merudgifterne i forhold til effekterne ved de enkelte udformninger er beregnet og beskrevet nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af tyndlagsbelægninger

Ved den udbredte anvendelse af tyndlagsbelægninger skal der afholdes merudgifter svarende til små 40 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	27.600	29.200
Annuseret monetær støjbefit (kr./år)	1.500 mio.	1.590 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-40 mio.	-40 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	1.440	1.360
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	1.460 mio.	1.550 mio.

Note: COWI beregninger

Note: I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af tyndlagsbelægninger at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er langt større end de estimerede meromkostninger til tyndlagsbelægningen. Anvendt på strækninger med stort potentiale kan tyndlagsbelægninger således give en markant velfærdsforbedring.

Det er vigtigt at påpege at beregningen af omkostningseffektiviteten er gennemført under forudsætning af at de udpegede strækninger udskiftes ved endt levetid inden år 2010 (og år 2020). Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Udformning 2: Moderat anvendelse af tyndlagsbelægninger

Ved den moderate anvendelse af tyndlagsbelægninger skal der afholdes merudgifter svarende til godt 8 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	18.000	19.000
Annuseret monetær støjbefit (kr./år)	976 mio.	1.031 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-8 mio.	-8 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	450	430
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	968 mio.	1.023 mio.

Note: COWI beregninger

Note: I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Moderat anvendelse af tyndlagsbelægning vurderes at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er større end de estimerede meromkostninger.

Sammenlignes resultaterne for udformningen med resultaterne for den udbredte anvendelse ses det at virkemidlet omkostningseffektivitet er endnu bedre i den moderate anvendelse. Dette viser at effekten (reduktion af SBT)

som forventet aftager, når strækninger med mindre støjbidrag medtages. Den udbredte anvendelse resulterer dog fortsat i en større velfærdsøkonomisk forbedring end den moderate anvendelse, da nettoresultatet målt i kr./år i større.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af tyndlagsbelægninger

Ved den udbredte anvendelse af tyndlagsbelægninger skal der afholdes merudgifter svarende til små 3 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	11.900	12.600
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	648 mio.	684 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-3 mio.	-3 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	230	220
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	645 mio.	681 mio.

Note: COWI beregninger

Note: I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af tyndlagsbelægning at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er meget større end de estimerede meromkostninger til tyndlagsbelægningen.

5.5 Hastighedsreduktion

5.5.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Der er en klar sammenhæng mellem hastighed og støj. Jo større hastighed, jo mere støj. Derfor er det et effektivt virkemiddel i forhold til støjreduktion at sænke hastighedsgrænserne på strækninger med mange støjbelastede boliger. Der er desuden påvist en sammenhæng mellem køremønster og støj, således at en ujævn kørsel med mange nedbremsninger og accelerationer medfører mere støj.

Støjreduktionen ved hastighedsbegrænsninger afhænger af udgangssituationen, men generelt gælder det at en reduktion af hastigheden på f.eks. 5% giver en større effekt ved de højeste hastigheder. Det er imidlertid væsentligt at påpege at der skal være tale om faktisk målte hastighedsreduktioner og ikke blot om ændret hastighedsskiltning.

Nuværende brug af virkemidlet

Hastighedsbegrænsninger som primært er begrundet med støjhensyn anvendes ikke i Danmark. Der er dog hjemmel i færdselsloven til at implementere nedsat hastighed begrundet med vejstøj. I Tyskland findes der eksempler, hvor der på overordnede veje gennem byområder af støjhensyn er reduceret hastighedspåbud.

I Danmark er der gennemført trafiksaneringer, hvor vejene er ombygget så hastigheden er faldet fra f.eks. 60 til 50 km/t. Disse saneringer er imidlertid primært gennemført af hensyn til trafiksikkerheden og for at få beboere til at føle sig mere sikre (reducere barriereeffekten).

Virkemidlets effekt

Støjen mindskes når hastigheden reduceres. Dog er støjen for tunge køretøjer den samme i intervallet 30 til 50 km/t og personbiler den samme i intervallet 30 til 40 km/t. Effekten af hastighedsreduktioner på 10 km/t ved forskellige udgangshastigheder fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Virkningen af udvalgte eksempler på hastighedsreduktioner

Ændring i hastighed	Reduktion i støj
Fra 130 til 120 km/t	0,6 dB
Fra 120 til 110 km/t	0,7 dB
Fra 110 til 100 km/t	0,7 dB
Fra 100 til 90 km/t	0,7 dB
Fra 90 til 80 km/t	1,3 dB
Fra 80 til 70 km/t	1,7 dB
Fra 70 til 60 km/t	1,8 dB
Fra 60 til 50 km/t	2,1 dB
Fra 50 til 40 km/t	1,4 dB
Fra 40 til 30 km/t	0,0 dB

Kilde: Vejdirektoratet, 1998

Note: Antaget 10 % tunge køretøjer samt at lastbilers højeste hastighed er 90 km/t. Derfor er der ikke så stor effekt ved at gå ned fra 130, 120, 110 eller 100 km/t. De angivne støjreduktioner kan lægges sammen, hvis det ønskes at vurdere effekten af at reducere hastigheden med mere end 10 km/t.

Som det ses af tabellen medfører en hastighedsreduktion på 10 km/t mellem 0 og 2 dB afhængig af udgangshastigheden under er en forudsætning om en andel af tung trafik på 10%. Den tunge trafik bidrager ikke ligeså meget til støjreduktionen ved hastighedsreduktioner under 60 km/t som personbiler. På veje med en lavere andel af tung trafik vil støjreduktionen derfor være større hvis hastigheden sænkes fra 60 km/t til et lavere niveau.

I dette projekt beregnes effekten af hastighedsreduktioner ud fra følgende sammenhænge mellem hastighed og den gennemsnitlige støjudsendelse fra køretøjer (Vejdirektoratet, 1998):

$$L_{AE,10m}(\text{personbil}) = 73,5 + 25 \cdot \log(v/50), \text{ for } v \geq 40$$

hvor v er hastighed i km/t; ved v under 40 km/t falder støjen ikke

$$L_{AE,10m}(\text{lastbil}) = 80,5 + 20 \cdot \log(v/50), \text{ for } v \geq 50$$

hvor v er hastighed i km/t; ved v under 50 km/t falder støjen ikke

Formlerne viser at støjudsendelsen stiger logaritmisk med hastigheden.

5.5.2 Virkemiddeludformninger

Hastighedsreduktioner som virkemiddel til støjreduktion kan anvendes i større eller mindre udstrækning. Til brug for effekt- og økonomivurderingerne er der defineret forskellige udformninger af virkemidlet nedenfor:

Udformning 1: Udbredt anvendelse af hastighedsreduktioner

Denne udformning er karakteriseret ved udbredt anvendelse af hastighedsreduktioner på 10 km/t.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner til hvad der svarer til ca. 1.690 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 110 km/t.

Udformning 2: Begrænset anvendelse af hastighedsreduktioner

Denne udformning er karakteriseret ved begrænset anvendelse af hastighedsreduktioner på 10 km/t.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner til hvad der svarer til ca. 164 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 110 km/t.

5.5.3 Effektvurdering

Effekten på fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i de enkelte udformninger er vist nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af hastighedsreduktioner

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.902.943	30.407	1.877.770	29.185
55-59	329.872	7.768	339.680	9.937
60-64	205.272	1.344	208.434	506
65-69	77.253	-30.251	87.922	-28.057
70-74	6.133	-9.115	7.643	-11.296
>= 75	194	-140	216	-264
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved udbredt brug af virkemidlet hastighedsreduktioner opnås en solid reduktion af støjen ved kilden med en tilhørende markant reduktion i støjeksponeringen til følge.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 83.500, svarende til en reduktion på ca. 39.500 boliger i forhold til referencesituationen. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 95.500, svarende til en reduktion på ca. 39.500 boliger.

Udformning 2: Begrænset anvendelse af hastighedsreduktioner

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.886.810	14.273	1.862.450	13.865
55-59	327.996	5.892	335.323	5.581
60-64	214.082	10.153	218.624	10.695
65-69	85.718	-21.786	96.310	-19.668
70-74	6.846	-8.402	8.683	-10.256
>= 75	215	-118	275	-205
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved begrænset brug af hastighedsreduktioner opnås fortsat en pæn reduktion af støjen, som dog er noget mindre end ved den udbredte anvendelse, hvilket afspejles i den forventede fordeling af støjramte boliger.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 93.000 svarende til en reduktion på ca. 30.000 boliger i forhold til referencesituationen. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 105.500 svarende til en reduktion på ca. 30.000 boliger.

5.5.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

Hastighedsreduktioner som virkemiddel vil kun være forbundet med meget få direkte omkostninger til administration, nye skilte mv., når hastighedsreduktionen gennemføres udelukkende ved at nedsætte hastighedsgrænsen. Hvis hastighedsreduktionen derimod gennemføres med brug af fysiske vejombygninger (trafiksaneringer) eller øget hastighedskontrol vil det være forbundet med ikke ubetydelige direkte omkostninger.

Trafiksaneringer og øget hastighedskontrol vil som oftest være begrundet med trafiksikkerhedshensyn frem for støjhensyn. Trafiksaneringer udført med bump og lignende kan desuden, ved en uheldig udformning, medføre øget støj som følge af flere opbremsninger og accelerationer. Som følge heraf antages det i dette projekt, at hastighedsreduktionerne opnås gennem ændret skiltning. Dette betyder samtidig, at der ikke er inkluderet ekstra omkostninger til vejombygninger i beregningen af skyggeomkostningerne for virkemidlet hastighedsreduktion.

Hastighedsreduktioner opnået ved ændret skiltning vil imidlertid fortsat være forbundet med en række sideeffekter:

- Tidstab. Lavere hastighed vil medføre længere rejsetider.
- Reduktion i antallet af uheld. Det er en sammenhæng mellem hastighed og antallet af uheld. Jo større hastighed jo flere uheld - og omvendt.
- Ændringer i brændstofforbrug. Energiforbruget varierer med hastigheden. Specielt ved meget høje hastigheder vil forbruget per kilometer blive reduceret ved hastighedsreduktioner (+90 km/t).
- Ændringer i luftforurening. Ligesom benzinforbruget varierer luftemissionerne med hastigheden.

I beregningen af skyggeomkostningen til støjreduktion ved hjælp af hastighedsreduktion er ovenstående sideeffekter monetariseret.

Hastighedsreduktioner er imidlertid forbundet med flere afledte effekter. For det første vil bilisterne ændre rutevalg og søge ud på veje hvor rejsetiden (eller

afstanden) er kortere. For det andet vil kollektiv trafik blive relativ mere attraktiv end biltrafikken hvilket vil skabe en overflytning. For det tredje vil antallet af ture blive færre og kortere, fordi udbuddet er blevet forringet for bilisterne. Alle disse afledte effekter er meget vanskelige at kvantificere, men de vurderes at være små og uden betydning i forhold til ovenstående sideeffekter. Derfor er de ikke forsøgt kvantificeret.

I beregningen af skyggeomkostninger er der ikke inkluderet eventuelle ekstra omkostninger til øget kontrol med henblik på overholdelse af hastighedsbegrænsningen, idet det antages at reduktionerne kan nås uden ekstra kontrol. Samfundsøkonomiske omkostninger i forbindelse med evt. øget kontrol vil bestå af de ressourcer som politiet anvender til kontrollen.

For at beregne skyggeomkostningerne ved hastighedsreduktioner er der behov for at opgøre de årlige omkostninger og gevinster ved sideeffekterne ved de aktuelle hastighedsændringer. Forudsætningerne for disse beregninger er beskrevet nedenfor.

Tidstab

Tidstabet beregnes helt enkelt ud fra ændringen i middelhastigheden og antallet af køretøjer (målt i ÅDT) på den givne strækning. Tidstabet monetariseres med brug af enhedspriserne i tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Enhedspriser, tid

	Kr./time
Personbiler	75
Varebiler	198
Lastbiler	279

Kilde: Trafikøkonomiske Enhedspriser, år 2001-prisniveau

Tidsomkostningerne for reduktion af hastigheden på forskellige eksempelvejstrækninger fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Tidsomkostningerne ved hastighedsreduktion

Vej	Hastighed (km/t)		ADT			Omkostninger i alt (kr. pr. år pr. km)
	Før	Efter	Biler	Varebiler	Lastbiler	
1	60	50	20.000	3.500	2.000	3.347.050
2	80	70	15.000	3.000	2.000	742.058
3	50	40	10.500	1.500	1.000	1.990.710
4	80	60	8.000	2.000	1.000	581.719

Kilde: COWI beregninger

Reduktion i antallet af uheld

Reduktionen i antallet af uheld ved hastighedsreduktioner kan beregnes ud fra kendskab til hastigheden før og efter reduktionen samt om antallet af uheld før reduktionen ud fra følgende formel (Vejdirektoratet, 2001, rapport 220):

$$U_{\text{efter}} = U_{\text{før}} * (V_{\text{efter}} / V_{\text{før}})^2$$

hvor U er antallet af uheld med personskade og V er hastigheden.

Beregningen af antallet af uheld med personskade afhænger af årsdøgntrafikken (ÅDT) samt vejtypen. Der gælder følgende sammenhæng for antallet af uheld pr. km pr. år (U):

$$U = a * \text{ÅDT}^p$$

hvor a og p er konstanter som afhænger af vejtypen.

Reduktionen i antal uheld med personskade monetariseres med brug af Vejdirektoratets enhedspris som små 2,1 mio. kr. (Kilde: Vejdirektoratet: Trafikuheldsomkostninger - 2001-prisniveau).

Den monetære gevinst i form reduktion i antallet af uheld ved reduktion af hastigheden på forskellige eksempelvejstrækninger fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Gevinst ved uhedsreduktion som følge af hastighedsreduktion

Vej	Type	Hastighed (km/t)		ADT			Gevinster i alt (kr. pr. år pr. km)
		Før	Efter	Biler	Varebiler	Lastbiler	
1	4	60	50	20.000	3.500	2.000	697.003
2	2	80	70	15.000	3.000	2.000	114.633
3	3	50	40	10.500	1.500	1.000	337.617
4	7	80	60	8.000	2.000	1.000	172.957

Kilde: COWI beregninger

Ændringer i brændstofforbrug og emissioner

Brændstofforbrug og emissioner afhænger ikke blot af den konkrete hastighed, men også af det aktuelle køremønster. Ideelt set burde ændringen opgøres ud fra disse oplysninger, men det er ikke muligt, da ændringer i køremønsteret vil afhænge af, hvordan hastighedsændringen konkret opnås.

Hastighedsreduktioner vil alt andet lige medføre lavere brændstofforbrug, men kan på den anden side medføre, at trafikken vil blive afviklet med mindre glidende kørsel og dermed højere brændstofforbrug, fordi hastighedsreduktionerne kan skabe mere trængsel og dermed mere ujævn kørsel.

Det vurderes, at hastighedsreduktioner samlet set vil resultere i brændstoffreduktioner, men det er ikke muligt at kvantificere effekten, som vil afhænge af den konkrete udformning af hastighedsreduktionen. Det vurderes imidlertid, at effekten vil være marginal i forhold til de øvrige effekter som er monetariseret.

Samlede skyggeomkostninger for eksempelstrækninger

De samlede skyggeomkostninger for eksempelstrækningerne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Skyggeomkostninger for hastighedsreduktion på eksempelstrækninger

Vej	Hastighed (km/t)		ADT			Skyggeomk. (kr. pr. år pr. km)
	Før	Efter	Biler	Varebiler	Lastbiler	
1	60	50	20.000	3.500	2.000	2.650.047
2	80	70	15.000	3.000	2.000	627.425

3	50	40	10.500	1.500	1.000	1.653.093
4	80	60	8.000	2.000	1.000	408.762

Kilde: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen varierer skyggeomkostningen mellem 0,4 og 2,7 mio. kr. for de fire eksempelstrækninger

Det skal bemærkes at såvel effektvurderingerne som vurderingerne af skyggeomkostningerne er forbundet med usikkerhed pga. usikkerhed ved de anvendte hastigheder fra støjdbredelsesmodellen. Imidlertid vil usikkerheden påvirke såvel effektvurderingen som opgørelsen af skyggeomkostningerne i samme retning, hvorfor den samlede usikkerhed på opgørelsen af omkostningseffektiviteten vurderes at være begrænset (en faktisk mindre hastighedsreduktion vil både give en mindre effekt og være forbundet med færre skyggeomkostninger).

Udformning 1: Udbredt anvendelse af hastighedsreduktioner

Den udbredte anvendelse af hastighedsreduktioner medfører nettoskyggeomkostninger fra ændringer i rejsetid og forventede antal uheld på små 1.525 mio. kr. om året når alle hastighedsreduktioner er gennemført.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	20.900	22.100
Annueret monetær støjbenefit (kr./år)	1.135 mio.	1.200 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-	-
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-1.525 mio.	-1.525 mio.
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	73.000	69.100
Nettogeinst ved implementering (kr./år)	-390 mio.	-325 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af hastighedsreduktioner at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er mindre end de estimerede skyggeomkostninger i form af ekstra rejsetid og færre uheld.

Hastighedsreduktioner anvendt på disse strækninger vil således resultere i velfærdstab for samfundet som helhed.

Udformning 2: Begrænset anvendelse af hastighedsreduktioner

Den begrænsede anvendelse af hastighedsreduktioner medfører nettoskyggeomkostninger fra ændringer i rejsetid og forventede antal uheld på små 550 mio. kr. om året når alle hastighedsreduktioner er gennemført.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	14.800	15.600
Annueret monetær støjbenefit (kr./år)	805 mio.	850 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-	-
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-550 mio.	-550 mio.
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	37.100	35.200
Nettogeinst ved implementering (kr./år)	255 mio.	300 mio.

Note: COWI beregninger

Begrænset anvendelse af hastighedsreduktioner vurderes at resultere i gevinster i form af støjreduktion, som er større end de estimerede skyggeomkostninger i form af ekstra rejsetid og færre uheld.

Hastighedsreduktioner anvendt på disse strækninger vil således isoleret set resultere i en velfærdsforbedring for samfundet som helhed.

Sammenlignes resultaterne for udformningen med resultaterne for den udbredte anvendelse ses det at virkemidlets omkostningseffektivitet er meget bedre i den moderate anvendelse. Dette viser at effekten (reduktion af SBT) som forventet aftager, når strækninger med mindre støjbidrag medtages.

5.6 Lastbilforbud

5.6.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Lastbiler støjer væsentligt mere end personbiler. Andelen af tunge køretøjer har derfor stor betydning for det samlede støjniveau. Det er derfor muligt at reducere støjen ved at reducere eller fjerne andelen af tunge køretøjer på givne veje.

De tunge køretøjer er defineret som køretøjer over 3,5 tons og omfatter derfor lastbiler og busser.

Nuværende brug af virkemidlet

Forbud mod tunge køretøjer anvendes i begrænset omfang i Danmark i dag. Som oftest er lastbilforbudet begrundet med sikkerheds- og tryghedshensyn. Forbudet kan også være tidsbegrænset, således at den tunge trafik ikke må køre om aftenen og natten (Vejdirektoratet, 1998 side 91).

Der er ikke hjemmel i færdselsloven almindelige bestemmelser til at lave forbud mod tunge køretøjer alene begrundet i støjhensyn. I april 2000 vedtog folkettingen en ny paragraf i Færdselsloven - §92 d - som giver kommuner lov til at indføre forsøgsordninger med trafikale restriktioner, som f.eks. er miljømæssigt begrundet. Ordningen skal godkendes af Justitsministeriet, inden den kan sættes i værk.

Det vurderes, at der inden for de rammer, som er opstillet i færdselslovens § 92 d, ikke er begrænsninger for, hvilke forsøg der kan påtænkes tilladt. Der vil følgelig principielt også kunne påtænkes forsøg med miljøzoner, hvor der f.eks. stilles krav om, at tunge køretøjer ikke må køre om natten i miljøzonen, hvis de støjer over en vis grænse.

Hvis et natforbud medfører at den tunge trafik kører om dagen i stedet vil det ikke have nogen effekt på det beregnede døgnækvivalente støjniveau. Det vil derimod fjerne de høje maksimalniveauer om natten og dermed have en stor betydning i forhold for beboere, som slipper for genen ved støj, mens de sover (Vejdirektoratet, 1998).

Virkemidlets effekt

Reguleringer som helt forbyder tung trafik kan på strækninger med megen tung trafik reducere støjen med op til 2 dB. Den faktiske støjreduktion vil imidlertid afhænge af de specifikke forhold, nærmere bestemt hastigheden på strækningen, trafikmængden og andelen af tung trafik.

Når der indføres forbud mod tung trafik på udvalgte veje vil nogle lastbiler benytte andre veje som derved vil opleve øget støj. Den samlede effekt af et forbud mod lastbiler vil således afhænge af hvilke nye ruter lastbilerne vælger. Trafikstøjen kan reduceres ved overflytningen af lastbiltrafik, selvom antallet

af lastbilture ikke bliver reduceret. Ved flytning af lastbiltrafik fra en vej til en anden kan opnås en positiv støjefekt, hvis den flyttede trafikstrøm udgør en større andel af den samlede trafik på den første vej end den vil gøre på den vej den flytter til⁸.

5.6.2 Virkemiddeludformninger

Styrkegraden af virkemidlet lastbilforbud vil have stor indflydelse på såvel effekten målt som fordelingen af antal boliger på støjkategorier og på skyggeomkostningerne.

Det har ikke været muligt at gennemføre effekt- og samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger af virkemidlet lastbilforbud. Såvel effektvurderingen som opgørelsen af skyggeomkostningerne vil afhænge af de helt konkrete omstændigheder ved et forbud. Således er det afgørende hvor meget tung trafik som konkret undgås på en given strækning ligesom det er vigtigt at vide hvilke strækninger den tunge trafik vælger i stedet. Disse vurderinger er ikke muligt at foretage meningsfyldt generelt.

En vurdering af effekterne ved et forbud på en konkret strækning kan foretages på baggrund af trafikale vurderinger simuleret i en trafikmodel. Dette har ikke været muligt inden for dette projekts rammer.

5.6.3 Effektvurdering

Ikke gennemført for dette virkemiddel.

5.6.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

Et lastbilforbud vil kun være forbundet med få direkte omkostninger til ændret skiltning. Til gengæld vil forbudet være forbundet med en række afledte effekter som har samfundsøkonomiske konsekvenser.

For det første vil lastbiltrafikken vælge nye ruter med længere rejsetid og/eller rejseafstand til følge og i få tilfælde vil lastbilture falde helt væk. Reduktionen i infrastrukturudbuddet vil også påvirke bilisternes rejsetid, fordi trafikomfanget øges på øvrige veje. Forbud som kun er tidsbegrænset vil dog i mange tilfælde blot bevirke at rejsetidspunktet ændres.

For det andet vil der være en risiko for at trafikarbejdet (med mindre køretøjer) i området med lastbilforbud øges, fordi transport af varer nu skal foregå med køretøjer med mindre kapacitet. Endelig vil et lastbilforbud også kunne påvirke trafiksikkerheden. Det er imidlertid ikke entydigt om et forbud vil trække i retning af færre eller flere uheld. Igen vil det afhænge af de konkrete omstændigheder.

Det er ikke muligt at beregne omkostningerne ved de afledte effekter af lastbilforbud generelt. For at kunne beregne konsekvenserne vil der behov for

⁸ Det samlede støjmæssige resultat af et lastbilforbud skal ikke alene vurderes i forhold til de opnåede støjniveauer på de veje som påvirkes, men også sættes i forhold til det antal boliger som påvirkes på vejene. Dette kan gøres enkelt ved beregningen af "SBT boliger", som ikke alene tager højde for støjniveau og antal boliger, men også tager højde for at høje støjniveauer generer mere end lave støjniveauer.

at modellere konsekvenserne af den eller de konkrete veje hvor et forbud indføres i en trafikmodel. Dette har ikke været muligt i dette projekt.

5.7 Overflytning til større veje

5.7.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Virkemidlet overflytning af trafik til større veje har stor lighed med virkemidlet lastbilforbud. Det er således muligt at reducere trafikstøjen ved generelt at overflytte trafik, uden at trafikomfanget samlet set behøver at blive reduceret. Flytning af trafik fra en vej til en anden kan give en positiv støjefekt, hvis den flyttede trafikstrøm udgør en større andel af den samlede trafik på den første vej end den vil gøre på den vej den flytter til.

Nuværende brug af virkemidlet

Overflytning af trafik er et almindeligt anvendt virkemiddel i dag. I forbindelse med planlægning af nye byområder og trafiksaneringer af eksisterende er at af de primære formål med trafikplanlægningen at skabe en strukturering af vejnettet som flytter trafik til veje som er specielt egnede. Restruktureringen af trafikken kan eksempelvis ske ved at bygge en omfartsvej som kan reducere trafikken på en tæt bebygget hovedgade. Dette vil reducere støjen på hovedgaden, hvor mange mennesker bor og øge den på omfartsvejen, hvor kun få mennesker bor.

Virkemidlets effekt

Den samlede effekt af overflytning af trafik vil dels afhænge af hvilke veje trafikken flyttes fra og dels afhænge af hvilke nye ruter trafikken tager. Som tidligere nævnt kan der imidlertid opnås en positiv effekt, hvis den flyttede trafikstrøm udgør en større andel af den samlede trafik på den første vej end den vil gøre på den vej den flytter til.

Det samlede støjmæssige resultat vil dog ikke alene skulle vurderes i forhold til de opnåede støjniveauer på de veje som påvirkes, men også sættes i forhold til det antal boliger som påvirkes på vejene. Der kan således opnås en positiv effekt, hvis antallet af boliger er mindre ved den vej trafikken flytter til, end den vej som trafikken flyttes fra.

5.7.2 Virkemiddeludformninger

Styrkegraden af virkemidlet overflytning af trafik vil have stor indflydelse på såvel effekten målt som fordelingen af antal boliger på støj kategorier og på skyggeomkostningerne.

Det har ikke været muligt at gennemføre effekt- og samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger af virkemidlet overflytning til større veje. Såvel effektvurderingen som opgørelsen af skyggeomkostningerne vil afhænge af de helt konkrete omstændigheder ved en overflytning. Således er det afgørende hvor meget trafik som konkret flyttes fra en given strækning ligesom det er vigtigt at vide hvilke strækninger som får mere trafik. Disse vurderinger er ikke muligt at foretage meningsfyldt generelt.

En vurdering af effekterne ved et forbud på en konkret strækning kan foretages på baggrund af trafikale vurderinger simuleret i en trafikmodel. Dette har ikke været muligt inden for dette projekts rammer.

5.7.3 Effektvurdering

Ikke gennemført for dette virkemiddel.

5.7.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

De direkte omkostninger ved overflytning af trafik vil afhænge af de konkrete styringsmidler som bringes i anvendelse. Visse styringsmidler vil kun være forbundet med få direkte omkostninger til ændret skiltning mm., mens andre som omfartsveje og kapacitetsudbygning af eksisterende vej vil forbundet med betydelige investeringsomkostninger for de kommunale vejmyndigheder. Uanset styringsmiddel vil overflytningen være forbundet med en række afledte effekter, som har samfundsøkonomiske konsekvenser.

Overflytninger opnået ved at lukke veje vil medføre længere rejsetid og/eller rejseafstand for de bilister som brugte den nu lukkede vej, men vil desuden påvirke bilisterne på de veje som trafikken søger til. Overflytninger opnået ved etablering af nye omfartsveje og kapacitetsudbygninger vil øge det generelle transportomfang med tilhørende miljømæssige konsekvenser.

Overflytninger vil tillige påvirke trafikikkerheden, men det er ikke entydigt om en overflytning vil trække i retning af færre eller flere uheld. Igen vil det afhænge af de konkrete omstændigheder.

Det er ikke muligt at beregne omkostningerne ved de afledte effekter af overflytninger generelt. For at kunne beregne konsekvenserne vil der behov for at modellere konsekvenserne af de konkrete styringsmidler som bringes i anvendelse i en trafikmodel. Dette har ikke været muligt i dette projekt.

5.8 Opstilling af flere støjskærme

5.8.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Opsætning af støjskærme langs veje kan dæmpe udbredelsen af vejstøj og dermed reducere støjbelastningen. En skærm eller en vold mellem vejen og modtageren skaber en såkaldt akustisk skyggezone bag skærmen hvor støjen dermed reduceres. Støjskærme giver størst effekt ved opsætning på overordnede veje, som går igennem et forholdsvis tæt bebygget boligområde, idet flest mennesker får gavn af dæmpningen af støjen på disse veje. Støjskærme kræver plads mellem vej og bebyggelse og kan kun anvendes på såkaldte facadeløse veje, dvs. veje hvorfra der ikke er direkte adgang til boliger. Dette medfører en væsentlig begrænsning i forhold til anvendelsen af støjskærme som virkemiddel.

Nuværende brug af virkemidlet

Opstilling af støjskærme og volde er et almindeligt anvendt virkemiddel. Således benyttes støjskærme i dag rundt om i landet på udvalgte motorvejsstrækninger og større hovedveje, som løber gennem tæt bebyggede områder.

For at overholde de vejledende grænseværdier i miljøbeskyttelseslovgivningen benyttes støjskærme ofte som virkemiddel ved opførelse af ny bebyggelse og nye trafikkanlæg.

Viden om virkemidlets effekt

Den trafikstøj der høres på den anden side af skærmen består dels af støj der går over skærmen, dels af støj der går direkte gennem skærmen. Størrelsen af

støjreduktionen er derfor dels afhængig af den effektive skærmhøjde, dels afhængig af støjafskærmningens materiale. Normalt udføres skærmene i materialer der bevirker at den støj der går gennem skærmen er forsvindende i forhold til den støj der går over skærmen.

Det gælder generelt at dæmpningen er stor i lav højde bag skærmen, mens dæmpningen aftager med afstanden fra skærmen samt med forøget højde over terræn. Jo større den effektive højde er for en støjskærm jo bedre er støj dæmpningen (Vejdirektoratet, 1998).

Støjafskærmning kræver som nævnt plads mellem vej og bebyggelse. Omvendt må afstanden ikke være for stor, idet den støj dæmpende effekt aftager med afstande fra skærmen. Virkningen af en støjskærm fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Virkningen (udtrykt som støjreduktion) af en støjskærm

Skærmhøjde Afstand	2 m	4 m
20 m	8 dB	16 dB
30 m	7 dB	15 dB
50 m	5 dB	12 dB
100 m	4 dB	9 dB
200 m	3 dB	7 dB

Kilde: Vejdirektoratet, rapport nr. 146, 1998

Note: Modtagerpunkt i 2 meters højde og beregnet med en forudsætning om blødt terræn

Udover støjskærmens højde og materiale er der en række andre elementer, som har indflydelse på den støj dæmpende effekt. Disse aspekter er nærmere beskrevet i Vejdirektoratets grundbog om vejtrafik og støj (Vejdirektoratet, 1998).

5.8.2 Virkemiddeludformninger

Anvendelse af støjskærme som et generelt virkemiddel kan udformes på mange forskellige måder.

I denne sammenhæng er det primært de overordnede veje med få eller ingen direkte vejadgang, som er udvalgt til opstilling af støjskærme. Denne selektion skal ses i lyset af, at skærme generelt vil have den største effekt, målt i SBT, langs disse veje. Desuden opfylder disse veje i vid udtrækning kravene om plads mellem bygninger og vej og om ikke at have boliger med direkte adgang, hvilket gør det fysisk muligt at anlægge støjskærmene.

Til brug for effekt- og økonomivurderingerne er der defineret forskellige udformninger af virkemidlet nedenfor:

Udformning 1: Udbredt anvendelse af 3 m skærm

Denne udformning er karakteriseret ved udbredt anvendelse af 3 meter støjskærme.

Med en 3 m høj støjskærm placeret 10 m fra vejmidten vil der i fladt terræn, 2 m over terrænoverfladen typisk kunne opnås en støj dæmpning på 12 dB op til 25 m fra vejen. Øges afstanden til 150 m fra vejen, vil den opnåede

støjdæmpning typisk være 5 dB. For afstande 30 - 70 m fra vejen kan der fastsættes en gennemsnits støjdæmpning på 8 dB for en 3 m høj støjskærm. Der er udvalgt 712 km vej til anlæggelse af støjskærmen.

Udformning 2: Begrænset anvendelse af 3 m skærm

Denne udformning er karakteriseret ved begrænset anvendelse af 3 meter støjskærme.

Der er udvalgt 164 km vej til anlæggelse af støjskærmen.

Udformning 3: Udbredt anvendelse af 4 m skærm

Denne udformning er karakteriseret ved udbredt anvendelse af 4 meter støjskærme.

Med en 4 m høj støjskærm placeret 10 m fra vejmidten vil der i fladt terræn, 2 m over terrænoverfladen typisk kunne opnås en støjdæmpning på 16 dB op til 25 m fra vejen. Øges afstanden til 150 m fra vejen, vil den opnåede støjdæmpning typisk være 7 dB. For afstande 30 - 70 m fra vejen kan der fastsættes en gennemsnits støjdæmpning på 10 dB for en 4 m høj støjskærm. Konsekvensvurderingerne er gennemført for indførelse af skærme på de samme strækninger som for udformningerne med 3 meter skærme beskrevet ovenfor. Der er således udvalgt 712 km vej til anlæggelse af støjskærmen.

Udformning 4: Begrænset anvendelse af 4 m skærm

Denne udformning er karakteriseret ved begrænset anvendelse af 4 meter støjskærme.

Der er udvalgt 164 km vej til anlæggelse af støjskærmen.

5.8.3 Effektvurdering

Effekten på fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i de enkelte udformninger er vist nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af 3 meter støjskærme

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.897.017	24.480	1.873.607	25.022
55-59	316.225	-5.879	324.202	-5.540
60-64	198.844	-5.084	203.058	-4.871
65-69	96.974	-10.530	105.138	-10.841
70-74	12.323	-2.925	15.274	-3.665
>= 75	283	-51	382	-98
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved udbredt brug af 3 meter støjskærme opnås en pæn reduktion af udbredelsen af støjen med en tilhørende pæn reduktion i støjeksponeringen til følge.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 109.500 svarende til en reduktion på ca. 13.500 boliger i forhold til referencesituationen. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med

realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 121.000 svarende til en reduktion på ca. 14.500 boliger.

Udformning 2: Begrænset anvendelse af 3 meter støjskærme

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.885.445	12.908	1.861.444	12.859
55-59	321.825	-279	329.496	-246
60-64	202.278	-1.650	206.829	-1.100
65-69	98.993	-8.510	107.563	-8.415
70-74	12.792	-2.455	15.862	-3.077
>= 75	332	-2	465	-14
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved begrænset brug af 3 meter støjskærme opnås en reduktion af støjen, som er noget mindre end ved den udbredte anvendelse, hvilket afspejles i den forventede fordeling af støjramte boliger.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 112.000, svarende til en reduktion på ca. 11.000 boliger i forhold til referencesituationen. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 124.000, svarende til en reduktion på ca. 11.500 boliger.

Udformning 3: Udbredt anvendelse af 4 meter støjskærme

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.900.832	28.295	1.877.494	28.909
55-59	315.137	-6.967	323.301	-6.441
60-64	196.644	-7.285	200.818	-7.110
65-69	96.462	-11.042	104.400	-11.579
70-74	12.308	-2.940	15.267	-3.673
>= 75	283	-51	381	-99
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved udbredt brug af 4 meter støjskærme opnås en pæn reduktion af støjen ved kilden (som dog som forventet er lidt mindre end ved brug af 3 meter skærmen) med en tilhørende stor reduktion i støjeksponeringen til følge.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 109.000 svarende til en reduktion på ca. 14.000 boliger i forhold til referencesituationen. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 120.000 svarende til en reduktion på ca. 15.000 boliger.

Udformning 4: Begrænset anvendelse af 4 meter støjskærme

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.887.837	15.300	1.863.603	15.018
55-59	321.707	-397	329.702	-40
60-64	200.451	-3.478	205.049	-2.879
65-69	98.563	-8.940	106.986	-8.992
70-74	12.776	-2.472	15.855	-3.084
>= 75	334	0	469	-11
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Ved begrænset brug af 4 meter støjskærme opnås fortsat en reduktion af støjen, som dog er noget mindre end ved den udbredte anvendelse, hvilket afspejles i den forventede fordeling af støjramte boliger.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være faldet til ca. 111.500, svarende til en reduktion på ca. 11.500 boliger i forhold til referencesituationen. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 123.500 svarende til en reduktion på ca. 12.000 boliger.

5.8.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

De direkte udgifter til opsætning af støjskærmen er den væsentligste effekt ved virkemidlet. Omkostningerne til støjskærme dækkes som regel af stat, amt eller kommune, men private kan også bidrage til finansieringen f.eks. i forbindelse med nyopførelse af boligbyggerier.

Støjskærme er desuden forbundet med følgende sideeffekter:

- Negativ påvirkning af det visuelle miljø. De beboere som får gavn af støjreduktionen oplever samtidig en gene i form af en forringelse af det visuelle miljø.
- Reduktion af lokale skadevirkning af trafikens forurening. Skærme har vist sig at reducere luftforurening ved friarealer og boliger der ligger bag skærmen til gavn for beboere samt evt. trafikanter bag skærmen (cyklister og fodgængere).
- Større risiko for ulykker som følge af begrænsning af trafikanternes udsyn (Vejdirektoratet, 1998).

Ud fra den nuværende viden er det ikke muligt at kvantificere/monetarisere ovenstående sideeffekter. Effekterne vurderes imidlertid at være af begrænset omfang og af meget lille betydning i forhold til de direkte omkostninger til investering i støjskærmene.

De samlede udgifter til støjskærme består af anlægsomkostninger såvel som drifts- og vedligeholdelsesomkostninger i støjskærmens levetid.

Opgørelsen af de samlede udgifter er baseret på oplysninger fra Vejdirektoratet (intern kommunikation med Lene Michelsen). Opgørelsen er gennemført for tre støjskærme med forskellig højde, henholdsvis 2, 3 og 4 meter.

Anlægsomkostningerne for støjskærmene fremgår af tabellen nedenfor.

Udgifter til støjskærme

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Investeringsomkostninger, støjskærme

	Pris (kr./m ²)	Levetid (år)
2 m høj støjskærm	2.950	30
3 m høj støjskærm	2.450	30
4 m høj støjskærm	2.250	30

Kilde: Vejdirektoratet - intern kommunikation med Lene Michelsen

Som det fremgår af tabellen falder prisen pr. m² med højden, men det gælder dog alligevel at jo højere skærm jo dyrere. Levetiden for støjskærmene skønnes at være 30 år.

De årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger er skønnet til 0,5% af de samlede anlægsomkostninger, svarende til mellem 30 og 45 kr./m/år afhængig af støjskærmens højde. Omkostningerne til drift og vedligeholdelse for støjskærmene fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, støjskærme

	kr./m/år
2 m høj støjskærm	29,50
3 m høj støjskærm	36,75
4 m høj støjskærm	45,00

Kilde: Vejdirektoratet - intern kommunikation med Lene Michelsen

De samlede udgifter til støjskærme er beregnet over en 30-årig periode og annuieret til en årlig merudgift. Resultaterne for 1 km vej med støjskærm på begge sider (altså i praksis 2 km støjskærm på 1 km vej) fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Den årlige udgift til støjskærme i begge sider på 1 km vej

Vejtyper	Annuieret årlig merudgift (kr./km)
2 m høj støjskærm	920.000
3 m høj støjskærm	1.150.000
4 m høj støjskærm	1.400.000

Kilde: COWI beregninger

Note: Der er anvendt en kalkulationsrente på 6% i beregningen af de totale omkostninger over den 30-årige periode og den efterfølgende annuiering.

Som det fremgår af tabellen udgør den årlige udgift til støjskærme mellem 920.000 og 1.400.000 kr. afhængig af størrelsen.

Merudgifterne i forhold til effekterne ved de enkelte udformninger er beregnet og beskrevet nedenfor. Der er gennemført analyser for brug af 3 meter og 4 meter støjskærme.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af 3 meter støjskærme

Ved den udbredte anvendelse af 3 meter støjskærme skal der afholdes merudgifter svarende til godt 1.090 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	8.950	9.650
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	485 mio.	525 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-1.090 mio.	-1.090 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	122.000	113.000
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	-605 mio.	-565 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af 3 meter støjskærme at resultere i omkostninger, som er meget større end de forventede gevinster i form af støjreduktion.

Skærme som virkemiddel i denne udformning vil således resultere i velfærdstab for samfundet som helhed.

Udformning 2: Begrænset anvendelse af 3 meter støjskærme

Ved en begrænset anvendelse af 3 meter støjskærme skal der afholdes merudgifter svarende til godt 250 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	6.350	6.700
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	345 mio.	365 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-250 mio.	-250 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	39.750	37.500
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	95 mio.	115 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af 3 meter støjskærme at resultere i omkostninger, som er lidt større end de forventede gevinster i form af støjreduktion.

Udformning 3: Udbredt anvendelse af 4 meter støjskærme

Ved den udbredte anvendelse af 4 meter støjskærme skal der afholdes merudgifter svarende til godt 1.340 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	9.800	10.600
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	535 mio.	575 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-1.340 mio.	-1.340 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	136.500	126.500
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	-805 mio.	-765 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af 4 meter støjskærme at resultere i omkostninger, som er større end de forventede gevinster i form af støjreduktion.

Skærme som virkemiddel i denne udformning vil således resultere i velfærdstab for samfundet som helhed.

Udformning 4: Begrænset anvendelse af 4 meter støjskærme

Ved en begrænset anvendelse af 4 meter støjskærme skal der afholdes merudgifter svarende til godt 310 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	6.950	7.350
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	380 mio.	400 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-310 mio.	-310 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	44.300	41.900
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	70 mio.	90 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af 4 meter støjskærme at resultere i omkostninger, som er lidt mindre end de forventede gevinster i form af støjreduktion. Skærme på 4 meter som virkemiddel i denne udformning er således karakteriseret ved at være rentabel.

5.9 Facadeisolering

5.9.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

Facadeisolering af boliger kan reducere støjen i indemiljøet. Løsningen er imidlertid ikke ideel, da den kun er effektiv med lukkede vinduer ligesom isoleringen ikke nedbringer støjen ved udendørsarealer. Facadeisolering betragtes derfor oftest som en sidste mulighed for dæmpning af støjgener, hvor andre muligheder har vist sig uegnede.

Den mest almindelige form for facadeisolering er anvendelse af støjsvage vinduer til erstatning for konventionelle vinduer (enkeltglas eller termovinduer). Forbedringen består i hele vinduet og ikke blot hele ruden, idet ventilationskanaler, vinduesrammen, oplukke funktion mm ligeledes kan være det svage led på konventionelle vinduer.

Nuværende brug af virkemidlet

Facadeisolering er i dag et almindeligt anvendt virkemiddel. Det anvendes således netop for at dæmme op for støjen hvor ingen andre løsninger er attraktive, ligesom facadeisolering tænkes ind ved nyopførelse af boliger i støjbelastede områder.

Hidtil har der bl.a. gennem støjpuljen været ydet offentligt tilskud til facadeisolering. Tilskuddet har været målrettet mod boliger med en støjbelastning på over 65 dB.

Viden om virkemidlets effekt

Vinduer med specielle støjdæmpende egenskaber kaldes for lydtermovinduer. Lydtermovinduer kan i dag fås med andre funktioner som eksempelvis energibesparende funktioner. Det betyder at vinduer med gode støjegenskaber ligeledes kan have de samme gode energibesparende egenskaber som almindelige energiruder. Der er således ingen konflikt mellem energihensyn og støjensyn ved udskiftning af vinduer og begge dele er indbygget i vinduer som sælges på markedet i dag⁹.

⁹ Miljøstyrelsen, 2003: "Luk støjen ude og hold varmen inde", internt arbejdsnotat 2003.

Lydtermovinduernes lydisolerende effekt er bedre end enkeltglas og termovinduerne. Generelt gælder det at nettogevinsten er størst i forhold til enkeltglas og mindst i forhold til de nyeste termovinduer. Typisk forbedres facadens lydisolering med 5-15 dB, og der er mulighed for reduktioner på op til 20 dB.

I dette projekt antages facadeisolering gennemsnitligt at nedbringe indendørsstøjen med 10 dB ekstra i forhold til bygningen uden facadeisolering.

5.9.2 Virkemiddeludformninger

Facadeisolering kan anvendes i større eller mindre udstrækning afhængig af de styringsmidler som bringes i anvendelse. Til brug for effekt- og økonomivurderingerne er der defineret forskellige udformninger af virkemidlet nedenfor:

Udformning 1: Udbredt anvendelse af facadeisolering

I den udbredte anvendelse af facadeisolering forudsættes isoleringen anvendt på alle boliger over 65 dB.

Det betyder at ca. 123.000 boliger frem til år 2010 og ca. 135.000 frem til år 2020 isoleres.

Udformning 2: Moderat anvendelse af facadeisolering

I den moderate anvendelse af facadeisolering forudsættes isoleringen anvendt på alle boliger over 70 dB.

Det betyder at ca. 15.600 boliger frem til år 2010 og ca. 19.400 frem til år 2020 isoleres.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af facadeisolering

I den begrænsede anvendelse af facadeisolering forudsættes isoleringen anvendt på alle boliger over 73 dB.

Det betyder at ca. 1.600 boliger frem til år 2010 og ca. 2.250 frem til år 2020 isoleres.

5.9.3 Effektvurdering

Effekten på fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i de enkelte udformninger er vist nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af facadeisolering

Ved udbredt brug af facadeisolering opnås en reduktion af støjen indendørs for alle stærkt støjbelastede boliger, mens støjen vil være uændret ved facaden og på de tilhørende udendørs opholdsarealer.

Uden facadeisolering kan støjen indendørs estimeres som en reduktion på ca. 25 dB i forhold til niveauet på facaden, mens facadeisolering reducerer støjen med yderligere 10 dB

Den ny fordeling fremgår af tabellen nedenfor.

Tablet **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier - dB indendørs

dB indendørs	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 30	1.872.536	0	1.848.585	0
30-34	429.608	107.504	445.721	115.978
35-39	219.176	15.248	226.868	18.939
40-44	334	-107.170	480	-115.498
45-49	0	-15.248	0	-18.939
>= 50	0	-334	0	-480
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger.

Boliger med indendørs støj over 40 dB elimineres stort set i såvel år 2010 og år 2020 ved den udbredte anvendelse af facadeisolering. Kun boliger eksponeret for støj over 75 dB ved facaden vil efter facadeisolering fortsat blive udsat for en indendørs støjeksponering over 40 dB.

Udformning 2: Moderat anvendelse af facadeisolering

Ved moderat brug af facadeisolering opnås en reduktion af støjen indendørs for en række stærkt støjbelastede boliger, mens støjen vil være uændret ved facaden og på de tilhørende udendørs opholdsarealer. Den ny fordeling fremgår af tabellen nedenfor.

Tablet **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier - dB indendørs

dB indendørs	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 30	1.872.536	0	1.848.585	0
30-34	322.104	0	329.742	0
35-39	219.176	15.248	226.868	18.939
40-44	107.838	334	116.458	480
45-49	0	-15.248	0	-18.939
>= 50	0	-334	0	-480
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Boliger med indendørs støj over 45 dB elimineres i såvel år 2010 og år 2020 ved den moderate anvendelse af facadeisolering.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af facadeisolering

Ved begrænset brug af facadeisolering opnås en reduktion af støjen indendørs for et beskedent antal stærkt støjbelastede boliger, mens støjen vil være uændret ved facaden og på de tilhørende udendørs opholdsarealer. Den ny fordeling fremgår af tabellen nedenfor.

Tablet **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier - dB indendørs

dB indendørs	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 30	1.872.536	0	1.848.585	0
30-34	322.104	0	329.742	0
35-39	205.208	1.279	209.705	1.776
40-44	107.838	334	116.458	480

45-49	13.968	-1.279	17.163	-1.776
>= 50	0	-334	0	-480
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Boliger med indendørs støj over 45 dB elimineres i såvel år 2010 og år 2020 ved den moderate anvendelse af facadeisolering.

5.9.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

Omkostningerne til facadeisolering i form af støjsvage vinduer kan dækkes af stat, amt eller kommune gennem tilskud afhængig af gældende regulering, men private kan også selv stå for finansieringen.

Facadeisolering vurderes ikke at være forbundet med nogen sideeffekter af betydning udover de energimæssige aspekter. I en situation hvor vinduerne står overfor at skulle skiftes alligevel, antages de energimæssige aspekter at være uændret, idet vinduer med kombinerede lyd og energiegenskaber vil have samme energibesparende egenskaber som et "rent" energivindue. Omvendt vil der kunne opnås en energibesparelse ved udskiftning af konventionelle vinduer med en restlevetid med henblik på at opnå en støjreduktion.

Det skal fremhæves at støjen som tidligere nævnt ikke nedbringes udendørs, hvilket vurderes at have en stor betydning i forhold til gevinsten af støjreduktionen. Med andre ord vil beboere foretrække en 5 dB reduktion opnået ved kildeudbredelse frem for en 5 dB reduktion opnået ved facadeisolering.

Ved facadeisolering nedbringes støjen som nævnt alene indendørs med lukkede vinduer, mens støjen ved facaden og ved udendørs opholdsarealer er uændret. Den samfundsmæssige gevinst er derfor ikke den samme som for øvrige virkemidler. Der foreligger imidlertid ikke værdier for gevinsten af en indendørs støjreduktion isoleret set. I vejregel 2.30.02 "Støjensyn ved nye vejanlæg" anbefales nogle såkaldte brugsfaktorer for beregning af SBT, hvor SBT for henholdsvis den udendørs facade, det udendørs opholdsareal og indendørs sammenvægtes med faktorerne 0,2/0,2/0,6. Brugsfaktorerne er skønsmæssigt fastsat af en arbejdsgruppe i 1989, idet der blev lagt vægt på "overensstemmelse med de subjektive geneoplevelser". Den indendørs støj vægtes således her med 60% af den samlede støj. I lyset heraf er enhedsprisen for reduktion af støj ved facadeisolering skønsmæssigt og efter aftale med Miljøstyrelsen fastsat til 60% af den i øvrigt anvendte enhedspris, svarende til kr. 32.600 kr./SBT pr. år.

Udgifter til facadeisolering

De samlede udgifter til facadeisolering i form af støjsvage vinduer består af anlægsomkostningerne samt evt. meromkostninger til drift og vedligeholdelse i forhold til en situation med konventionelle vinduer (dvs. det vindue som er økonomisk mest attraktivt ud fra en totaløkonomisk betragtning - et energivindue eller en almindelig termorude).

Drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne vurderes som tidligere nævnt at være de samme med og uden den lydisolerende effekt. Der er derfor ikke regnet med nogen yderligere vedligeholdelsesomkostninger

I nogle situationer vil vinduerne blive udskiftet mens de fortsat er funktionsdygtige og før de er fuldt afskrevet. I disse situationer vurderes det imidlertid at være rimeligt at antage, at den energibesparelse som man vil opnå ved udskiftningen til vinduer med kombineret lyd- og energiegenskaber vil opveje meromkostningen ved den tidligere udskiftning.

Anlægsomkostningerne for facadeisolering i form af støjsvage vinduer fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Investeringsomkostninger, facadeisolering, kr./bolig

Boligtype Kilde:	DTF (Vejdirektoratet)	Banestyrelsen	Centralt skøn
Lejlighed	30.000	16.000	25.000
Hus	49.500	48.000	50.000

Kilde: Danmarks TransportForskning, 2002 samt Vejdirektoratet (intern kommunikation med Lene Michelsen), Miljøstyrelsen, 2003 og egne vurderinger.

Både Banestyrelsen og Vejdirektoratet har erfaringer med facadeisoleringprojekter. Ifølge BS koster det 48.000 kr. i gennemsnit at lydisolere et parcelhus, mens det koster 16.000 kr. pr. etagebolig. I Danmarks Transportforsknings rapport (DTF, 2002) er der anvendt 30.000 kr. pr. lejlighed og 49.500 kr. pr. hus, baseret på vurderinger fra pilotprojekter fra Vejdirektoratet (Christian Sauer).

På basis af disse oplysninger er der anvendt centrale estimater på 25.000 kr. og 50.000 kr. i 2002-prisniveau for hhv. lejligheder og huse i dette projekt. Det er forudsat at disse omkostninger afspejler omkostningerne som et gennemsnit ved en udskiftning på et vilkårligt tidspunkt for en vinduesrammes levetid. Dette betyder samtidig, at hvis al facadeisolering bliver gennemført i forbindelse med den almindelig facadeisolering, så vil de tilhørende omkostninger være mindre end i beregningerne nedenfor. Omvendt vil realiseringen af effekten kun ske langsomt over tid i takt med den generelle vedligeholdelsestakt.

Det centrale skøn over omkostningerne til facadeisolering er annuiseret til en årlig merudgift. Resultaterne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Den årlige udgift til facadeisolering

Boligtype	Annuiseret årlig merudgift (kr./bolig)
Lejlighed	1.800
Hus	3.600

Kilde: COWI beregninger

Note: Der er anvendt en kalkulationsrente på 6% i beregningen af de totale omkostninger over en 30-årig periode og den efterfølgende annuisering.

Som det fremgår af tabellen udgør den årlige udgift til facadeisolering for lejligheder og huse hhv. 1.800 og 3.600 kr.

Merudgifterne i forhold til effekterne ved de enkelte udformninger er beregnet og beskrevet nedenfor.

Udformning 1: Udbredt anvendelse af facadeisolering

Ved den udbredte anvendelse af facadeisolering skal der afholdes merudgifter svarende til godt 390 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret i år 2010.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i indendørs SBT* (SBT/år)	45.500	50.900
Annuseret monetær støjbenefit** (kr./år)	1.480 mio.	1.160 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel*** (kr./år)	-390 mio.	-430 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	8.650	8.500
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	1.090 mio.	1.230 mio.

* Beregnet som SBT ved facaden idet genekurven blot er parallelforskudt med 25 dB

** Støjreduktion fra facadeisolering er tillagt en gevinst som er 40% mindre end gevinsten ved støjreduktion opnået med øvrige virkemidler (som også reducere støj ved udendørs opholdsarealer).

*** Det er antaget en fordeling af boliger på 2/3 lejligheder og 1/3 huse. Estimatet er baseret på udtræk fra TP-Noise.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes udbredt anvendelse af facadeisolering at resultere meromkostninger til isoleringen, som er mindre end de estimerede gevinster i form af støjreduktion indendørs. Isoleret set vil det således medføre en velfærdsgevinst for samfundet at anvende facadeisolering på alle stærkt støjbelastede boliger.

Det er vigtigt at bemærke, at denne konklusion er følsom i forhold til den anvendte enhedspris for støjreduktion indendørs. Facadeisolering nedbringer som nævnt alene støjen indendørs med lukkede vinduer, mens støjen ved facaden og ved udendørs opholdsarealer er uændret. Som beskrevet ovenfor er der anvendt en enhedspris for reduktion af støj ved facadeisolering på 60% af den i øvrigt anvendte enhedspris, svarende til kr. 26.000 kr./SBT pr. år. Med en enhedspris for reduktion af støj ved facadeisolering på blot 20% ville gevinsterne fra støjreduktion være af samme størrelsesorden som meromkostningerne til isolering.

Udformning 2: Moderat anvendelse af facadeisolering

Ved den moderate anvendelse af facadeisolering skal der afholdes merudgifter svarende til små 50 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret i år 2010.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i indendørs SBT* (SBT/år)	9.800	12.300
Annuseret monetær støjbenefit** (kr./år)	320 mio.	400 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel*** (kr./år)	-50 mio.	-60 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	5.100	5.050
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	270 mio.	340 mio.

* Beregnet som SBT ved facaden idet genekurven blot er parallelforskudt med 25 dB

** Støjreduktion fra facadeisolering er tillagt en gevinst som er 40% mindre end gevinsten ved støjreduktion opnået med øvrige virkemidler (som også reducere støj ved udendørs opholdsarealer).

*** Det er antaget en fordeling af boliger på 2/3 lejligheder og 1/3 huse. Estimatet er baseret på udtræk fra TP-Noise.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes moderat anvendelse af facadeisolering at resultere meromkostninger til isoleringen som er mindre end de estimerede gevinster i form af støjreduktion indendørs. Isoleret set vil det medføre en betydelig velfærdsgevinst for samfundet at anvende facadeisolering på alle boliger belastet med støj over 70 dB.

Omkostningseffektiviteten for facadeisolering i denne udformning er bedre end for den udbredte anvendelse, men den samlede velfærdsøkonomiske

nettogevinst er lavere simpelthen fordi virkemidlet anvendes i mindre udstrækning.

Udformning 3: Begrænset anvendelse af facadeisolering

Ved den begrænsede anvendelse af facadeisolering skal der afholdes merudgifter svarende til godt 5 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret i år 2010.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Resultatoversigt

	År 2010	År 2020
Reduktion i indendørs SBT* (SBT/år)	1.550	2.150
Annuseret monetær støjbenefit** (kr./år)	50 mio.	70 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel*** (kr./år)	-5 mio.	-7 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-	-
Virkemidlets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	3.300	3.300
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	45 mio.	63 mio.

* Beregnet som SBT ved facaden idet genekurven blot er parallelforskydning med 25 dB

** Støjreduktion fra facadeisolering er tillagt en gevinst som er 40% mindre end gevinsten ved støjreduktion opnået med øvrige virkemidler (som også reducerer støj ved udendørs opholdsarealer).

*** Det er anvendt en fordeling af boliger på 2/3 lejligheder og 1/3 huse. Estimatet er baseret på udtræk fra TP-Noise.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor vurderes begrænset anvendelse af facadeisolering at resultere i meromkostninger til isoleringen som er mindre end de estimerede gevinster i form af støjreduktion indendørs. Isoleret set vil facadeisolering anvendt på alle boliger belastet med støj over 73 dB således medføre en markant velfærdsforbedring for samfundet som helhed.

5.10 Ændret bygningsanvendelse

5.10.1 Beskrivelse af virkemidlet generelt

I visse områder vil det være meget vanskeligt at bringe støjen ned på et acceptabelt niveau¹⁰ selv ved anvendelsen af flere virkemidler, som kan reducere støjen såvel ved kilden som i udbredelsen. I disse tilfælde kan den eneste tilbageværende løsning bestå i at nedlægge boligerne i det støjramte område. Støjproblemet kan således reduceres ved at ændre anvendelsen af de arealer og bygninger, der er mest støjbelastede.

5.10.2 Virkemiddeludformninger

Der er ikke lavet specifikke virkemiddeludformninger for ændret bygningsanvendelse.

5.10.3 Effektvurdering

Effekten af ændret bygningsanvendelse er enkel. De boliger i de respektive støj kategorier som nedlægges udgår ganske enkelt af opgørelsen. Der er imidlertid som nævnt ovenfor ikke gennemført vurderinger for konkrete udformninger af dette virkemiddel.

¹⁰ Den vejledende grænseværdi for opholdsarealer i boligområder er 55 dB og 65 dB for boligbebyggelse.

5.10.4 Samfundsøkonomisk konsekvensvurdering

Ændret bygningsanvendelse med nedlæggelse af boliger vil være forbundet med såvel direkte som indirekte omkostninger. De direkte omkostninger vil bestå i tab af boligens værdi ved nedrivning, subsidiært i et evt. værditab som følge af ændret anvendelse. Desuden vil de direkte omkostninger omfatte eventuelle omkostninger til nedrivning af ejendomme og genhusning af boligernes beboere.

Tvungen fraflytning fra boliger vil give anledning til indirekte omkostninger. Boliger er ikke en standardvare, som kan substitueres uden videre, idet boligen har individuel betydning for den enkelte. Forskning vedr. den sociale betydning af boligen som et hjem viser, at den har stor betydning for den enkelte. Tvungen flytning kan således være forbundet med store følelsesmæssige og sociale omkostninger.

Det er ikke muligt at kvantificere de samfundsøkonomiske konsekvenser af nedlæggelse af boliger i støjramte områder.

6 Sammenligning af de enkelte virkemidler

I dette afsnit sammenlignes de støjmæssige effekter og tilhørende omkostninger for de belyste virkemidler i de aktuelle udformninger med henblik på udvælgelse til scenarierne.

6.1 Oversigt over virkemidler

For hver virkemiddeludformning er følgende hovedresultater beregnet:

- Støjreducerende effekt - målt som ændringerne i antal boliger med støj over hhv. 55 dB og 65 dB samt ændringen i SBT i forhold til referencesituationen;
- Omkostningseffektiviteten - målt som omkostningerne for reduktion af støj i SBT udtrykt som kr./SBT pr. år;
- Det samfundsøkonomiske resultat - beregnet som det årlige nettoresultat, dvs. forskellen mellem de årlige gevinster i form af støjreduktion og de årlige omkostninger til virkemidlet.

Tabellerne nedenfor viser en samlet oversigt over resultaterne i de enkelte udformninger i hhv. år 2010 og 2020.

Virkemiddel:	Reduktion > 55 dB	Reduktion > 65 dB	Reduktion SBT	Cost effect. kr./SBT pr. år	Samfundsøkonomisk nettogev. kr./år
Skærpelse af køretøjers støjuds.	Ikke aktuel frem til år 2010				
Fremme af brugen af støjsvage dæk	Ikke aktuel frem til år 2010				
2-lags drænasfalt					
2-lags drænasfalt - udbredt (1) *	146.400	73.600	50.000	20.000	1.717.000.000
2-lags drænasfalt - moderat (2) *	55.600	61.700	32.100	6.700	1.530.000.000
2-lags drænasfalt - begrænset (3) *	18.600	46.100	20.900	3.600	1.063.000.000
Tyndlagsbelægning					
Tyndlagsbelægning - udbredt (1) *	65.200	41.400	27.600	1.400	1.461.000.000
Tyndlagsbelægning - moderat (2) *	24.500	33.700	18.000	500	968.000.000
Tyndlagsbelægning - begrænset (3) *	9.500	24.200	11.900	200	645.000.000
Hastighedsreduktion					
Hastighedsreduk. - udbredt (1)	30.400	39.500	20.900	73.000	-389.000.000
Hastighedsreduk. - begrænset (2)	14.300	30.300	14.800	37.100	254.000.000
Lastbilforbud	Ikke beregnet				
Overflytning til større veje	Ikke beregnet				
Opstilling af flere støjskærme					
3 m støjskærme - udbredt (1)	24.500	13.500	9.000	122.000	-606.000.000
3 m støjskærme - begrænset (2)	12.900	11.000	6.300	39.800	92.000.000
4 m støjskærme - udbredt (3)	28.300	14.000	9.800	136.500	-805.000.000
4 m støjskærme - begrænset (4)	15.300	11.400	7.000	44.300	70.000.000
Facadeisolering					
Facadeisolering - udbredt (1) **	0	122.800	45.500	8.600	1.091.000.000
Facadeisolering - moderat (2) **	0	15.200	9.800	5.100	269.000.000
Facadeisolering - begrænset (3) **	0	1.300	1.600	3.300	45.000.000
Ændret bygningsanvendelse	Ikke beregnet				

Kilde: COWI beregninger (kapitel 6).

* I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

** For facadeisolering er såvel reduktion af antal boliger som SBT angivet for indendørsniveauet.

Det betyder at det er en reduktion større end hhv. 30 dB og 40 dB indendørs som er vist i tabellen. Gevinsten fra støjreduktion fra facaden er beregnet med 40% reduceret værdi, se afsnit 5.9.

Virkemiddel:	Reduktion > 55 dB	Reduktion > 65 dB	Reduktion SBT	Cost effect. kr./SBT pr. år	Samfundsøkonomisk nettores. kr./år
Skærpelse af køretøjers støjuds.	56.200	33.000	23.300	22.900	732.000.000
Fremme af brugen af støjsvage dæk	46.100	27.100	19.100	37.400	323.000.000
2-lags drænasfalt					
2-lags drænasfalt - udbredt (1) *	145.900	78.300	53.100	18.900	1.884.000.000
2-lags drænasfalt - moderat (2) *	54.700	64.200	33.900	6.300	1.629.000.000
2-lags drænasfalt - begrænset (3) *	18.400	46.900	22.100	3.400	1.128.000.000
Tyndlagsbelægning					
Tyndlagsbelægning - udbredt (1) *	63.400	45.000	29.200	1.400	1.547.000.000
Tyndlagsbelægning - moderat (2) *	23.700	35.100	19.000	400	1.023.000.000
Tyndlagsbelægning - begrænset (3) *	9.800	24.500	12.600	200	681.000.000
Hastighedsreduktion					
Hastighedsreduk. - udbredt (1)	29.200	39.600	22.100	69.100	-326.000.000
Hastighedsreduk. - begrænset (2)	13.900	30.100	15.600	35.200	298.000.000
Lastbilforbud	Ikke beregnet				
Overflytning til større veje	Ikke beregnet				
Opstilling af flere støjskærme					
3 m støjskærme - udbredt (1)	25.000	14.600	9.700	113.100	-567.000.000
3 m støjskærme - begrænset (2)	12.900	11.500	6.700	37.500	113.000.000
4 m støjskærme - udbredt (3)	28.900	15.400	10.600	126.500	-763.000.000
4 m støjskærme - begrænset (4)	15.000	12.100	7.300	41.900	91.000.000
Facadeisolering					
Facadeisolering - udbredt (1) **	0	134.900	50.900	8.500	1.228.000.000
Facadeisolering - moderat (2) **	0	18.900	12.300	5.100	339.000.000
Facadeisolering - begrænset (3) **	0	1.800	2.200	3.300	63.000.000
Ændret bygningsanvendelse	Ikke beregnet				

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Samlet virkemiddel oversigt, år 2020

Kilde: COWI beregninger (kapitel 6)

* I beregningen er det forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden hhv. år 2010 og år 2020. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

** For facadeisolering er såvel reduktion af antal boliger som SBT angivet for indendørsniveauet. Det betyder at det er en reduktion større end hhv. 30 dB og 40 dB indendørs som er vist i tabellen.

Gevinsten fra støjreduktion fra facaden er beregnet med 40% reduceret værdi, se afsnit 5.9.

Som det fremgår af oversigterne ovenfor er der stor forskel på de analyserede virkemidlers omkostningseffektivitet, ligesom effekterne målt som reduktion i SBT varierer meget. Generelt gælder det at et attraktivt virkemiddel er karakteriseret ved at have et stort støjreduktionspotentiale og lave omkostninger pr. SBT reduktion.

Tyndlagsbelægninger fremstår som det klart mest omkostningseffektive virkemiddel. Selv i den mest udbredte anvendelse er omkostningseffektiviteten målt som kr./SBT reduktion pr. år fortsat meget attraktiv i sammenligning med omkostningseffektiviteten for de øvrige virkemidler. Selvom effekten af tyndlagsbelægninger er begrænset (1,5-2 dB) er tyndlagsbelægninger forbundet med et betydeligt støjreduktionspotentiale fordi der stort set ikke er nogen begrænsninger for belægningernes anvendelsesområde.

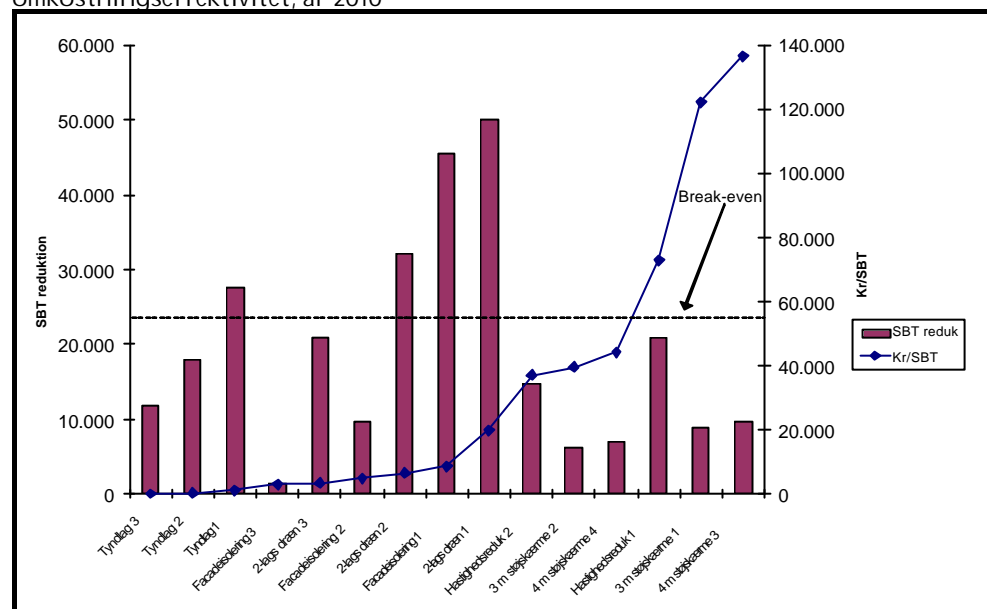
Virkemidlerne med små effekter målt som reduktion i dB (støjsvage køretøjer, støjsvage dæk) giver stor effekt målt i SBT trods den beskedne reduktion af støjen. Forklaringen skal findes i at disse virkemidler virker generelt, dvs. på alle strækninger, hvorfor den samlede reduktion målt i SBT bliver markant.

Af Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** fremgår det at virkemidlet to-lags drænasfalt i den mest udbredte anvendelse vil kunne reducere antallet af stærkt støjbelastede boliger med små 74.000 i år 2010, hvilket resulterer i mindre end 50.000 boliger eksponeret for støj over 65 dB. Det er imidlertid vigtigt at bemærke, at det i beregningen er forudsat at de udpegede strækninger er udskiftet efter endt levetid inden år 2010. Omkostningseffektiviteten skal fortolkes med dette forbehold.

Ikke overraskende er der stor forskel på omkostningseffektiviteten af de forskellige udformninger af to-lags drænasfalt, tyndlagsbelægning og støjskærme. Forskellen afspejler at effekten af virkemidlerne er meget afhængig af strækningen og at strækningerne som giver de kraftigste bidrag til støjbelastningen af boliger i første omgang er udvalgt.

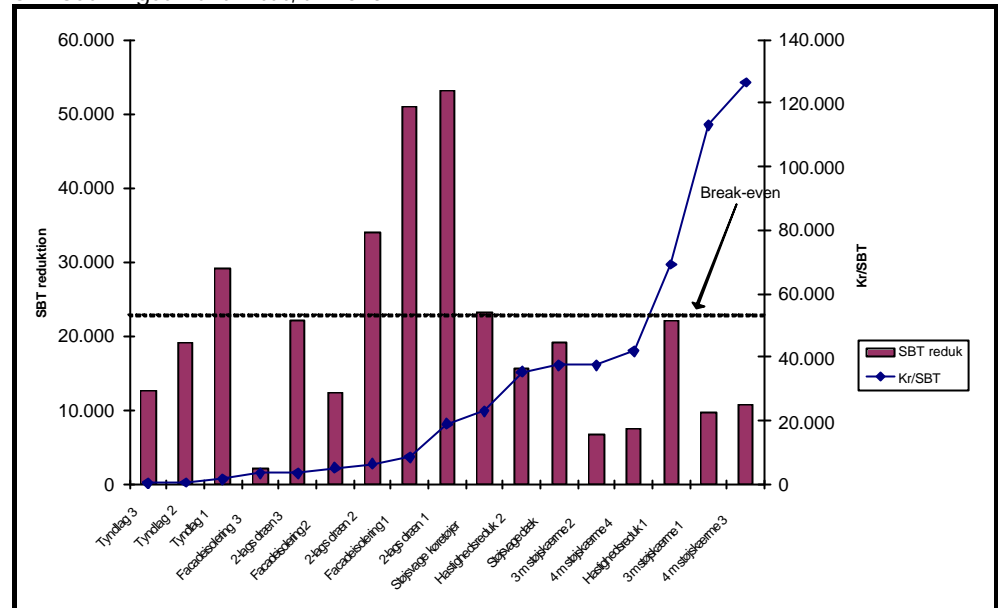
Figurerne nedenfor illustrerer effekten og omkostningseffektiviteten for de enkelte udformninger af virkemidlerne isoleret.

Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Virkemidlernes effekt og omkostningseffektivitet, år 2010



Note: Break-even linien angiver niveauet for samfundsøkonomisk neutralitet. Niveauet gælder ikke for facadeisolering, som er 40% lavere.

Figur Fejl! Ukendt argument for parameter. Virkemidlernes effekt og omkostningseffektivitet, år 2020



Note: Break-even linien angiver niveauet for samfundsøkonomisk neutralitet. Niveauet gælder ikke for facadeisolering, som er 40% lavere.

Figurerne illustrerer virkemidlernes omkostninger og støjræduktionspotentialer i de specifikke udformninger. Figurerne illustrerer en række interessante pointer:

- Tyndlagsbelægning er det mest omkostningseffektive virkemiddel - i hvert fald når asfalten først skiftes efter endt levetid;
- Reduktionspotentialer fra to-lags drænasfalt er meget stort. Det har større effekt end tyndlagsbelægninger og kan i modsætning til støjskærme i princippet anvendes på alle strækninger;
- To-lags drænasfalt er ligeledes meget omkostningseffektivt;
- Støjskærme og hastighedsreduktion anvendt i mere end et begrænset omfang vil isoleret set medføre velfærdstab, da (skygge)omkostningerne til virkemidlerne overstiger gevinsterne i form af støjræduktion;
- 3 meter støjskærme giver som forventet mindre effekt end 4 meter skærme anvendt på samme strækninger, men 3 meter skærmen er alligevel den mest omkostningseffektive fordi omkostningerne ligeledes er mindre;
- Facadeisolering er et omkostningseffektivt virkemiddel. Resultatet er dog ikke direkte sammenligneligt med de øvrige virkemidlers omkostningseffektivitet, da facadeisolering kun reducerer støjen indendørs. Når gevinsten fra støjræduktion beregnes med 40% reduceret værdi i forhold til støjræduktion ved facaden resulterer facadeisolering, selv i den udbredte anvendelse, imidlertid fortsat i en samfundsøkonomisk nettogevinst;
- Realiseres det fulde tekniske potentiale fra fremme af brugen af støjsvage dæk opnås en betydelig støjræduktion. Omkostningseffektiviteten balancerer omkring det samfundsøkonomiske break-even niveau i udformningen hvor det fulde potentiale realiseres.

7 Scenarieberegninger

I dette afsnit beskrives resultatet af en række scenarieberegninger som belyser hvilke virkemidler og med hvilke styrkegrader, som eksempelvis kan bringes i anvendelse for at opnå støjreduktioner. Scenarierne er beregningseksempler, som har haft til formål at tilvejebringe et bredt funderet grundlag til brug for formuleringen af den samlede strategi. Der er således tale om hypotetiske scenarier.

Udvælgelse af virkemidlerne til scenarierne er sket ud fra en kombination af tre kriterier:

- Omkostningseffektivitet
- Finansieringsbehov/træk på offentlige kasser
- Støjreduktionspotentialer

Scenarieberegningerne inkluderer resultatet af beregninger, som belyser omkostningerne (og gevinsterne i form af støjreduktion) forbundet med at opnå reduktionerne.

I beregningerne skal år 2010 og år 2020 opfattes som separate scenarier. År 2020 er således ikke en videreanvendelse af virkemidlerne anvendt i år 2010 scenariet, men derimod en helt ny og selvstændig sammensætning af virkemidler i nye udformninger.

Der er opstillet tre scenarier, som hver er beregnet for henholdsvis år 2010 og 2020. Beregningerne er af beregningstekniske grunde alle gennemført i to trin - det første uden virkemidlerne facadeisolering og dæk og det næste med disse virkemidler, i det omfang de indgår.

Scenarieberegningerne indeholder en opgørelse af investeringsbehovet frem til henholdsvis år 2010 og år 2020.

Effekten af de sammensatte virkemidler er dels beregnet i støjudbredelsesmodellen (de strækningsspecifikke) og dels beregnet uden for modellen (de generelle samt facadeisolering). I beregningen af den samlede effekt er det antaget at der ikke er vekselvirkningseffekter mellem de enkelte virkemidler. Dette medfører, at de støjmæssige effekter af virkemidlerne antages at være direkte additive og betyder, at effekten af det enkelte virkemiddel er uafhængig af, om et andet virkemiddel iværksættes samtidig/inden.

Begreberne *udbredt*, *moderat* og *begrænset* anvendes om virkemidlernes udformning og anvendes ligeledes i det følgende. I virkemiddelanalyserne anvendes begreberne til at karakterisere de forskellige konkrete niveauer for den anvendte udbredelse, mens begreber anvendes som relative udtryk i scenariebeskrivelserne nedenfor. Det betyder at udtrykket "udbredt anvendelse af tyndlagsbelægning" i et scenarie ikke relaterer sig specifikt til den udbredte anvendelse i virkemiddelanalysen, men derimod blot indikerer at virkemidlet er taget i anvendelse i stor udstrækning i scenariet.

7.1 Scenarie 1

Dette scenarie har haft til formål at belyse hvordan samfundet på en samfundsøkonomisk hensigtsmæssig måde kan nå en reduktion i antallet af støjbelastede boliger, således at der maksimalt vil være 50.000 stærkt støjbelastede boliger (over 65 dB) i år 2010. Dette svarer til den målsætning som tidligere var stillet op i 'Trafik 2005'¹¹. Det er ligeledes belyst hvordan målet alternativt kan nås frem til år 2020.

7.1.1 Udvalgte virkemidler

Ved udvælgelsen af virkemidler i specifikke udformninger er der udover omkostningseffektivitet lagt vægt på at medtage virkemidler som kan implementeres i perioden fra hhv. år 2005-2010 og år 2005-2020.

De to virkemidler to-lags drænasfalt og tyndlagsbelægning kan naturligvis ikke benyttes samtidig på samme vejstrækning. Da to-lags drænasfalt giver en noget større effekt end tyndlagsbelægningen er den medtaget i dette scenarie på bekostning af tyndlagsbelægninger. Således er det mest omkostningseffektive virkemiddel ikke medtaget i dette scenarie.

Udover to-lags drænasfalt er støjskærme, hastighedsreduktion og endelig facadeisolering anvendt i dette scenarie.

Det er umuligt på forhånd at vide i hvor stor udstrækning de enkelte valgte virkemidler skal bringes i anvendelse for at nå målet på maksimalt 50.000 stærkt støjbelastede boliger (over 65 dB), ligesom det ud fra informationerne ikke er muligt at designe den optimale kombination af virkemidler, som når målet. Ud fra resultaterne fra virkemiddelanalysen er det imidlertid muligt at sammensætte virkemidler på en sådan måde, at det vurderes at være tæt på det mest omkostningseffektive.

Udvælgelsen har sigtet på udbredt anvendelse af virkemidlerne to-lags drænasfalt, støjskærme og hastighedsreduktioner og herefter anvendelse af facadeisolering, hvis målet ikke er nået.

År 2010

I perioden frem til år 2010 er det skønnet at ca. 25% af asfaltbelægningerne skal udskiftes (levetiden for asfaltbeton er 15 år). Det vil således kun være muligt at nå at udskifte asfalten på 25% af de mest støjbidragende strækninger frem til år 2010. Dette er der taget højde for i beregningen ved tilfældigt at udtage 25% af de mest støjbidragende strækninger som er forbundet med det største reduktionspotentiale.

På strækninger med stort reduktionspotentiale hvor der ikke anvendes to-lags drænasfalt er der anvendt støjskærme og/eller hastighedsreduktioner som virkemiddel.

Der er udvalgt strækninger til to-lags drænasfalt til hvad der svarer til ca. 928 km bygade, 446 km ring-/landevej og 160 km motorvej.

¹¹ Den forrige regering formulerede i Trafik 2005 fra 1994 en national målsætning om at reducere antallet af stærkt støjbelastede boliger til maksimalt 50.000 i år 2010.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner på 10 km/t på hvad der svarer til ca. 784 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 90 km/t.

Der er udvalgt 333 km vej til anlæggelse af støjskærme på 3 meter.

År 2020

I perioden frem til år 2020 er det skønnet at det kun vil være muligt at nå at udskifte asfalten på 75 % af de mest støjbidragende strækninger. Dette er der taget højde for i beregningen ved tilfældigt at udtage 75 % af de mest støjbidragende strækninger som er forbundet med det største reduktionspotentiale.

På strækninger med stort reduktionspotentiale hvor der ikke anvendes to-lags drænasfalt er der anvendt støjskærme og/eller hastighedsreduktioner som virkemiddel.

Der er udvalgt strækninger til to-lags drænasfalt til hvad der svarer til ca. 1928 km bygade, 1032 km ring-/landevej og 283 km motorvej.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner på 10 km/t på hvad der svarer til ca. 150 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 80 km/t.

Der er udvalgt 42 km vej til anlæggelse af støjskærme på 3 meter. Dertil kommer brug af facadeisolering, jf. beskrivelse nedenfor.

7.1.2 Resultater, scenarie 1

Uden facadeisolering

Effekten af virkemidlerne to-lags drænasfalt, støjskærme og hastighedsreduktion fremgår af tabellen nedenfor, som viser fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i hhv. år 2010 og 2020.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier, scenarie 1 - uden facadeisolering

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.944.556	72.020	1.968.159	119.574
55-59	316.475	-5.629	303.567	-26.176
60-64	191.262	-12.667	184.593	-23.335
65-69	64.782	-42.722	60.957	-55.022
70-74	4.481	-10.767	4.269	-14.670
>= 75	109	-225	120	-360
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Med anvendelse af to-lagsdrænasfalt, støjskærme og hastighedsreduktioner som specificeret ovenfor opnås en markant reduktion af støjen ved kilden med en tilhørende markant reduktion i støjeksponeringen til følge.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være reduceret med 54.000, men der vil fortsat være godt 69.000 som eksponeres for mere end 65 dB. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 65.000, svarende til en reduktion på ca. 70.000 boliger.

For at nå målet vil der således være behov for yderligere tiltag både i forhold til indfrielse i år 2010 og i år 2020. De yderligere tiltag kan i princippet bestå i mere udbredt anvendelse af de virkemidler som allerede er anvendt, men omkostningseffektiviteten på yderligere anvendelse vil forringe den samlede omkostningseffektivitet for de enkelte virkemidler.

Som tidligere nævnt er scenarierne for år 2010 og 2020 sammensat under forudsætning af at de udpegede strækninger skal kunne påvirkes med virkemidlet inden år 2010 (og år 2020). Dette betyder eksempelvis at to-lags drænasfalt kun kan anvendes på strækninger som står over for udskiftning af asfalt. Dette har stor indflydelse på sammensætningen af scenariet og dets omkostningseffektivitet.

Anvendelse af virkemidlerne som specificeret medfører nettoomkostninger fra ændringer i rejsetid og ændringer i det forventede antal uheld og merudgifter til støjskærme og asfalt svarende til godt 1.790 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret for at nå reduktionen frem til år 2010. For at nå reduktionen frem til år 2020 vil de årlige meromkostninger være godt 1.090 mio. kr.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt, scenarie 1 - uden facadeisolering

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	32.200	45.800
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	1.750 mio.	2.490 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-900 mio.	-890 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-890 mio.	-200 mio.
Scenariets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	55.500	23.650
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	-40 mio.	1.400 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor er der stor forskel på såvel effekten som omkostningerne mellem år 2010 og år 2020 scenariet. Dette skyldes at der anvendes mere to-lags drænasfalt, som er det mest omkostningseffektive, og mindre hastighedsreduktion og støjskærme i år 2020 end i år 2010.

Dette illustrerer at to-lags drænasfalten ud fra et rent samfundsøkonomisk kriterium er meget mere attraktivt end de øvrige virkemidler som indgår i scenarierne for år 2010 og år 2020.

Med facadeisolering

For at nå målet om maksimalt 50.000 stærkt støjbelastede boliger er det nødvendigt at anvende yderligere virkemidler end dem som indgår ovenfor.

Det er muligt, at det mest omkostningseffektive er at anvende virkemidlerne i mere udbredt grad, men for at belyse de økonomiske konsekvenser af at nå målet, er omkostningerne ved at facadeisolere boliger ned til 50.000 boliger belyst.

Effekten af facadeisolering sammen med effekten af de øvrige virkemidler fremgår af tabellen nedenfor, som viser fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i hhv. år 2010 og 2020.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støj kategorier, scenarie 1 - med facadeisolering

dB*	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.944.556	72.020	1.968.159	119.574
55-59	331.257	9.153	314.523	-15.219
60-64	195.743	-8.186	188.863	-19.066
65-69	50.109	-57.395	50.120	-65.858
70-74	0	-15.248	0	-18.939
>= 75	0	-334	0	-480
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

* For boliger reduceret ved facaden opnås støjreduktionen kun indendørs.

Kilde: COWI beregninger

Note: Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

I år 2010 scenariet er behov for at isolere godt 19.400 boliger, mens der i år 2020 scenariet er behov for at isolere godt 16.300 boliger. Resultatet fremgår af tabellen ovenfor.

Boliger med indendørs støj over 40 dB elimineres stort set (65 dB på facaden) i såvel år 2010 og år 2020 ved den udbredte anvendelse af facadeisolering. Kun boliger eksponeret for støj over 75 dB ved facaden vil efter facadeisolering fortsat blive udsat for en indendørs støjeksponering over 40 dB.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Resultatoversigt, scenarie 1 - med facadeisolering

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT ved facaden (SBT/år)	32.200	45.800
Reduktion i SBT indendørs (SBT/år)*	9.000	7.400
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	2.045 mio.	2.730 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-965 mio.	-940 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-890 mio.	-200 mio.
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	190 mio.	1.590 mio.

* Støjreduktion indendørs er tillagt en reduceret monetær gevinst, jfr. afsnit 5.9.

Note: COWI beregninger

Facadeisolering på de stærkt støjbelastede boliger med højest støjeksponering er isoleret set forbundet med gevinst for samfundet som helhed. I år 2010 stiger de årlige omkostninger med 65 mio. kr./år til en samlet nettogevinst på ca. 190 mio. kr. pr. år. Det samlede resultat forøges ligeledes i scenariet for år 2020 og resulterer i en nettogevinst for samfundet som helhed på 1.590 mio. kr./år i år 2020.

Det skal bemærkes, at det i beregningerne er forudsat, at omkostninger til facadeisolering afspejler omkostningerne ved en udskiftning på et vilkårligt tidspunkt for en vinduesrammes levetid. Hvis al facadeisolering i stedet gennemføres i forbindelse med den almindelig facadeisolering vil de tilhørende omkostninger være mindre end beregnet og angivet ovenfor. Omvendt vil realiseringen af effekten kun ske langsomt over tid i takt med den generelle vedligeholdelsestakt.

Dette scenarie illustrerer at det er muligt at nå et mål om maksimalt 50.000 stærkt støjbelastede boliger. Det er imidlertid vigtigt at understrege, at de udvalgte virkemidler i de aktuelle udformninger blot er en ud af mange muligheder for at nå niveauet. Scenariet viser desuden at det kun vil være muligt at nå målet ved en udbredt anvendelse af flere af virkemidlerne med stor effekt.

7.1.3 Investeringer og finansieringsbehov

De økonomiske konsekvensberegninger har afdækket de samlede samfundsøkonomiske konsekvenser af de forskellige virkemidler og scenarier. Konsekvensberegningerne fortæller imidlertid ikke, hvilke investeringer som skal afholdes for at realisere gevinsterne.

Nedenfor redegøres for investeringsbehovet i dette scenarie, dvs. investeringsbehovet for implementering af virkemidlerne i de aktuelle udformninger.

År 2010

Støjskærme

Finansieringsbehovet for 1 km vej med støjskærm på begge sider består i ca. 15 mio. kr. i anlægsinvesteringer samt knap 75.000 kr. årligt i vedligeholdelsesomkostninger herefter i skærms 30-årige levetid.

Driftsomkostningerne og dermed det faktiske finansieringsbehov frem til år 2010 vil afhænge af, hvornår støjskærmene anlægges fordi det har betydning for den nødvendige finansiering til vedligeholdelse. Hvis det som eksempel antages at støjskærmene opsættes med en lige fordeling over 5 år kan finansieringsbehovet til støjskærme frem til år 2010 approksimativt beregnes som:

$$333 \text{ km} * 15 \text{ mio. kr./km} + 333 \text{ km} * 2 \text{ år} * 75.000 \text{ kr./km/år} = 5.045 \text{ mio. kr.}$$

Hastighed

Som beskrevet i afsnit 5.5 er det antaget at hastighedsreduktioner opnås gennem ændret skiltning. Hermed er der ikke behov for investeringer af betydning for dette virkemiddel.

To-lags drænasfalt

Merfinansieringsbehovet for 1 km to-lags drænasfalt i forhold til almindelig asfaltbeton består af mellem 700.000 og 950.000 kr. i anlægsinvesteringer afhængig af vejtypen samt mellem 12.000 og 60.000 kr. årligt i vedligeholdelsesomkostninger herefter i asfaltens 15-årige levetid. Efter 8 år skal afholdes yderligere mellem 500.000 og 1,75 mio. i meromkostninger til ny belægning.

Hvis det som eksempel antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 5 år kan merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2010 i dette scenarie beregnes til ca. 1.235 mio. kr.

Facadeisolering

Finansieringsbehovet for facadeisolering af lejligheder og huse består i hhv. ca. 25.000 kr. og 50.000 kr. Med en fordeling af boliger på 2/3 lejligheder og 1/3 huse giver dette ca. 33.000 kr. pr. bolig. Heraf kan det samlede finansieringsbehov opgøres til ca. 650 mio. kr.

Det samlede finansieringsbehov

Det samlede finansieringsbehov frem til år 2010 for dette scenarie er beregnet til ca. 6.300 mio. kr. uden facadeisolering og ca. 6.950 mio. kr. med facadeisolering.

År 2020

Støjskærme

Når det som eksempel antages, at støjskærmene opsættes med en lige fordeling over 15 år kan finansieringsbehovet til støjskærme frem til år 2020 i dette scenarie beregnes som:

$$42 \text{ km} * 15 \text{ mio. kr./km} + 42 \text{ km} * 7 \text{ år} * 75.000 \text{ kr./km/år} = 650 \text{ mio. kr.}$$

Hastighed

Som beskrevet i afsnit 5.5 er det antaget at hastighedsreduktioner opnås gennem ændret skiltning. Hermed er der ikke behov for investeringer af betydning for dette virkemiddel.

To-lags drænasfalt

Når det som eksempel antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 15 år kan merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2020 i dette scenarie beregnes til ca. 4.900 mio. kr.

Facadeisolering

Med ca. 16.300 boliger som skal have facadeisolering kan det samlede finansieringsbehov opgøres til ca. 550 mio. kr.

Det samlede finansieringsbehov

Det samlede finansieringsbehov frem til år 2020 for dette scenarie er beregnet til ca. 5.550 mio. kr. uden facadeisolering og 6.100 mio. kr. med facadeisolering.

7.2 Scenarie 2

Dette scenarie har til formål at en situation, hvor det lægges til grund at der over tid sker en gradvis styrkelse af støjbekæmpelsesindsatsen, og hvor der gælder en budgetbegrænsning for indsatsen, svarende til et maksimalt finansieringsbehov på hhv. 750 mio. kr. frem til år 2010 og 3.500 mio. frem til år 2020. Den gradvise styrkelse af indsatsen gælder for de typer af virkemidler som bringes i anvendelse, det omfang de bringes i anvendelse i samt med hensyn til en gradvist forøget økonomisk indsats.

7.2.1 Udvalgte virkemidler

Ved udvælgelsen af virkemidler i specifikke udformninger er der udover omkostningseffektivitet lagt vægt på at medtage virkemidler som medfører begrænset krav til finansiering.

Dette betyder at to-lags drænasfalt kun er anvendt i meget begrænset omfang på de strækninger som bidrager med mest støj. På øvrige strækninger er de mere omkostningseffektive tyndslagsbelægnings anvendt. Dette medfører et mindre finansieringsbehov, men giver også en mindre effekt end ved brug af to-lags drænasfalt.

Udover belægnings er virkemidlet hastighedsreduktion anvendt i moderat udformning, idet hastighedsreduktioner ikke medfører krav til finansiering. Støjsvage dæk er desuden anvendt i år 2020. Endelig er støjskærme og facadeisolering anvendt i begrænset omfang i både år 2010 og år 2020 scenariet.

Udvælgelsen har sigtet på maksimal finansieringsbehov for udgifter til støjreducerende investeringer på hhv. 750 mio. kr. frem til år 2010 og 3.500 mio. frem til år 2020.

År 2010

I perioden frem til år 2010 er det skønnet at ca. 25% af asfaltbelæggningerne skal udskiftes (levetiden for asfaltbeton er 15 år). Det vil således kun være muligt at nå at udskifte asfalten på 25% af de mest støjbidragende strækninger frem til år 2010. Dette er der taget højde for i beregningen ved tilfældigt at udtage 25% af de mest støjbidragende strækninger som er forbundet med det største reduktionspotentiale.

På strækninger med stort reduktionspotentiale hvor der ikke anvendes enten to-lags drænasfalt eller tyndlagsbelæggninger er der anvendt støjskærme og/eller hastighedsreduktioner som virkemiddel.

Der er udvalgt strækninger til to-lags drænasfalt til hvad der svarer til ca. 78 km bygade, 63 km ring-/landevej.

Der er udvalgt strækninger til tyndlagsbelæggninger til hvad der svarer til ca. 850 km bygade, 382 km ring-/landevej og 160 km motorvej.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner på 10 km/t på hvad der svarer til ca. 332 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 80 km/t.

Der er udvalgt 23 km vej til anlæggelse af støjskærme på 3 meter. Dertil kommer brug af facadeisolering, jf. beskrivelse nedenfor.

År 2020

I perioden frem til år 2020 er det skønnet at det kun vil være muligt at nå at udskifte asfalten på 75% af de mest støjbidragende strækninger. Dette er der taget højde for i beregningen ved tilfældigt at udtage 75% af de mest støjbidragende strækninger som er forbundet med det største reduktionspotentiale.

På strækninger med stort reduktionspotentiale hvor der ikke anvendes enten to-lags drænasfalt eller tyndlagsbelæggninger, er der anvendt støjskærme og/eller hastighedsreduktioner som virkemiddel.

Der er udvalgt strækninger til to-lags drænasfalt til hvad der svarer til ca. 966 km bygade, 660 km ring-/landevej og 138 km motorvej.

Der er udvalgt strækninger til tyndlagsbelæggninger til hvad der svarer til ca. 1406 km bygade, 494 km ring-/landevej og 145 km motorvej.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner på 10 km/t på hvad der svarer til ca. 108 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 80 km/t.

Der er udvalgt 42 km vej til anlæggelse af støjskærme på 3 meter.

Dertil kommer brug af facadeisolering og støjsvage dæk, jf. beskrivelse nedenfor. Det forudsættes at 33% af det tekniske potentiale af virkemidlet støjsvage dæk realiseres, svarende til at halvdelen af køretøjerne skifter til mere støjsvage dæk.

7.2.2 Resultater, scenarie 2

Uden facadeisolering og støjsvage dæk

Effekten af virkemidlerne to-lags drænasfalt, tyndlagsbelægninger, støjskærme og hastighedsreduktion fremgår af tabellen nedenfor, som viser fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i hhv. år 2010 og 2020.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier, scenarie 2 - uden facadeisolering og støjsvage dæk

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.909.502	36.965	1.954.097	105.512
55-59	326.952	4.848	311.513	-18.230
60-64	205.683	1.754	189.655	-18.274
65-69	73.923	-33.581	61.896	-54.082
70-74	5.494	-9.754	4.384	-14.555
>= 75	114	-220	120	-360
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Med anvendelse af to-lagsdrænasfalt, tyndlagsbelægninger, støjskærme og hastighedsreduktioner som specificeret ovenfor opnås en pæn reduktion af støjen ved kilden med en tilhørende markant reduktion i støjeksponeringen til følge.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være reduceret med 43.500, men der vil fortsat være godt 79.500 som eksponeres for mere end 65 dB. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 66.500, svarende til en reduktion på ca. 69.000 boliger.

Anvendelse af virkemidlerne som specificeret medfører nettoomkostninger fra ændringer i rejsetid og ændringer i det forventede antal uheld og merudgifter til støjskærme og asfalt svarende til godt 540 mio. kr. om året når det fulde potentiale er realiseret for at nå reduktionen frem til år 2010. For at nå reduktionen frem til år 2020 vil de årlige meromkostninger være godt 680 mio. kr.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt, scenarie 2 - uden facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	23.300	43.600
Annuseret monetær støjbenefit (kr./år)	1.265 mio.	2.365 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-85 mio.	-530 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-455 mio.	-150 mio.
Scenariets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	23.250	15.700
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	725 mio.	1.685 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor er der stor forskel på såvel effekten som omkostningerne mellem år 2010 og år 2020 scenariet. Dette skyldes at der anvendes mere to-lags drænasfalt og tyndlagsbelægninger, som er de mest omkostningseffektive, og mindre hastighedsreduktion og støjskærme i år 2020 end i år 2010. Det som har den største betydning for forskellen er, at det frem

til år 2020 er muligt at anvende belægning i meget større udstrækning under hensyn til at belægningen først skiftes efter endt levetid.

Med facadeisolering og støjsvage dæk

I afsnit 7.2.3 nedenfor er finansieringsbehovet opgjort. Ud fra den residuale finansiering er det muligt at facadeisolere 5.250 boliger i år 2010 scenariet og 1.800 boliger år 2020 scenariet.

Effekten af facadeisolering samt støjsvage dæk i år 2020 sammen med effekten af de øvrige virkemidler fremgår af tabellen nedenfor, som viser fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i hhv. år 2010 og 2020.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier, scenarie 2 - med facadeisolering og støjsvage dæk

dB indendørs	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.909.502	36.965	1.972.711	124.126
55-59	326.952	4.848	305.428	-24.314
60-64	210.819	6.890	185.064	-22.865
65-69	74.037	-33.467	56.364	-59.615
70-74	358	-14.890	2.098	-16.842
>= 75	0	-334	0	-480
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Med yderligere anvendelse af facadeisolering og støjsvage dæk opnås en yderligere reduktion i støjeksponeringen. I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være reduceret med 48.500, men der vil fortsat være godt 74.500 som eksponeres for mere end 65 dB. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 58.500, svarende til en reduktion på ca. 77.000 boliger.

Med anvendelsen af facadeisolering og støjsvage dæk stiger såvel omkostningerne som gevinsterne fra støjreduktion som det fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt, scenarie 2 - med facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT ved facaden (SBT/år)	23.300	48.400
Reduktion i SBT indendørs (SBT/år)*	3.400	1.300
Annueret monetær støjbenefit (kr./år)	1.375 mio.	2.680 mio.
Annuerede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-100 mio.	-870 mio.
Annuerede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-455 mio.	-150 mio.
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	820 mio.	1.660 mio.

* Støjreduktion indendørs er tillagt en reduceret monetær gevinst, jfr. afsnit 5.9.

Note: COWI beregninger

Støjsvage dæk er isoleret set forbundet med tab for samfundet, mens facadeisolering isoleret set resulterer i en gevinst for samfundet.

I år 2010 scenariet stiger de årlige nettomerkostninger med blot 15 mio. kr./år, mens de stiger med hele 340 mio. kr./år i år 2020 scenariet, hvilket skal tilskrives store udgifter til støjsvage dæk. Dette medfører at nettogevinsten i år 2010 med facadeisolering stiger med ca. 95 mio. år, mens nettogevinsten i år 2020 med dæk og facadeisolering samlet set blot stiger med 25 mio. kr./år

Det skal bemærkes, at det i beregningerne er forudsat, at omkostninger til facadeisolering afspejler omkostningerne ved en udskiftning på et vilkårligt tidspunkt for en vinduesrammes levetid. Hvis al facadeisolering i stedet gennemføres i forbindelse med den almindelig facadeisolering vil de tilhørende omkostninger være mindre end beregnet og angivet ovenfor. Omvendt vil realiseringen af effekten kun ske langsomt over tid i takt med den generelle vedligeholdelsestakt.

7.2.3 Investeringer og finansieringsbehov

Nedenfor redegøres for investeringsbehovet i dette scenarie, dvs. investeringsbehovet for implementering af virkemidlerne i de aktuelle udformninger.

De økonomiske konsekvensberegninger har afdækket de samlede samfundsøkonomiske konsekvenser af de forskellige virkemidler og scenarier. Konsekvensberegningerne fortæller imidlertid ikke hvilke investeringer som skal afholdes for at realisere gevinsterne.

År 2010

Støjskærme

Finansieringsbehovet for 1 km vej med støjskærm på begge sider består i ca. 15 mio. kr. i anlægsinvesteringer samt små 75.000 kr. årligt i vedligeholdelsesomkostninger herefter i skærms 30-årige levetid.

Når det antages at støjskærmene opsættes med en lige fordeling over 5 år kan finansieringsbehovet til støjskærme frem til år 2010 i dette scenarie beregnes som:

$$23 \text{ km} * 15 \text{ mio. kr./km} + 23 \text{ km} * 2 \text{ år} * 75.000 \text{ kr./km/år} = 350 \text{ mio. kr.}$$

Hastighed

Som beskrevet i afsnit 5.5 er det antaget at hastighedsreduktioner opnås gennem ændret skiltning. Hermed er der ikke behov for investeringer af betydning for dette virkemiddel.

To-lags drænasfalt

Merfinansieringsbehovet for 1 km to-lags drænasfalt i forhold til almindelig asfaltbeton består af mellem 700.000 og 950.000 kr. i anlægsinvesteringer afhængig af vejtypen samt mellem 12.000 og 60.000 kr. årligt i vedligeholdelsesomkostninger herefter i asfaltens 15-årige levetid. Efter 8 år skal afholdes yderligere mellem 500.000 og 1,75 mio. i meromkostninger til ny belægning.

Når det antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 5 år kan merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2010 i dette scenarie beregnes til ca. 125 mio. kr.

Tyndlagsbelægnings

Merfinansieringsbehovet for 1 km to-lags drænasfalt i forhold til almindelig asfaltbeton består af mellem 50.000 og 170.000 kr. i anlægsinvesteringer afhængig af vejtypen og medfører ikke yderligere vedligeholdelsesomkostninger.

Når det antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 5 år kan merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2010 i dette scenarie beregnes til ca. 100 mio. kr.

Støjsvage dæk

Anvendes ikke i scenariet for år 2010.

Det samlede finansieringsbehov ekskl. facadeisolering

Det samlede finansieringsbehov frem til år 2010 for dette scenarie er beregnet til ca. 575 mio. kr. uden facadeisolering, hvilket betyder at der kan anvendes 175 mio. kr. på facadeisolering. Investeringen svarer til at ca. 5.250 boliger kan støjisoleres.

År 2020

Støjskærme

Når det som eksempel antages at støjskærmene opsættes med en lige fordeling over 15 år kan finansieringsbehovet til støjskærme frem til år 2020 i dette scenarie beregnes som:

$$42 \text{ km} * 15 \text{ mio. kr./km} + 42 \text{ km} * 7 \text{ år} * 75.000 \text{ kr./km/år} = 650 \text{ mio. kr.}$$

Hastighed

Som beskrevet i afsnit 5.5 er det antaget at hastighedsreduktioner opnås gennem ændret skiltning. Hermed er der ikke behov for investeringer af betydning for dette virkemiddel.

To-lags drænasfalt

Når det antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 15 år kan merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2020 i dette scenarie beregnes til ca. 2.650 mio. kr.

Tyndlagsbelægninger

Når det antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 15 år kan merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2020 i dette scenarie beregnes til ca. 140 mio. kr.

Støjsvage dæk

Finansieringsbehovet i støjsvage dæk er ikke beregnet. Merudgiften forudsættes afholdt direkte af forbrugerne og kan således holdes ude af en samlet opgørelse af finansieringsbehovet.

Det samlede finansieringsbehov ekskl. facadeisolering

Det samlede finansieringsbehov frem til år 2020 for dette scenarie er beregnet til ca. 3.440 mio. kr. uden facadeisolering, hvilket betyder at der kan anvendes 60 mio. kr. på facadeisolering. Investeringen svarer til at ca. 1.800 boliger kan støjisoleres.

7.3 Scenarie 3

Dette scenarie har til formål at belyse en situation med anvendelse af virkemidler, som kun er forbundet med et beskedent direkte offentligt finansieringsbehov. I sammensætningen af scenariet er der således lagt mere vægt på at overholde en budgetbegrænsning end at udvælge de mest omkostningseffektive virkemidler set fra et velfærdsøkonomisk synspunkt.

Budgetbegrænsningen er ca. 200 mio. frem til år 2010 og ca. 500 mio. frem til år 2020.

7.3.1 Udvalgte virkemidler

Udvælgelsen af virkemidler efter et princip om begrænset krav til offentlig finansiering har medført at scenariet primært er sammensat med virkemidler som ikke medfører offentlig finansiering. Det betyder således, at de "gratis virkemidler" - set ud fra en offentlig kassebetragtning - hastighedsreduktioner og støjsvage dæk er taget i anvendelse (dæk dog kun i scenariet for år 2020). Hastighedsreduktion er anvendt i moderat udstrækning, mens støjsvage dæk er anvendt med de samme forudsætninger som i scenarie 2, hvilket vil sige at 33% af det tekniske potentiale er realiseret svarende til at halvdelen af køretøjerne skifter til mere støjsvage dæk.

Tyndlagsbelægninger er et meget omkostningseffektivt virkemiddel, som endvidere kun stiller beskedne krav til offentlig finansiering og det er derfor valgt i en udbredt udformning i både år 2010 og år 2020.

Virkemidlerne støjskærme og facadeisolering er forbundet med et stort offentligt finansieringsbehov, men de er samtidig de virkemidler som giver den største støjreduktion. Virkemidlerne er derfor udvalgt er meget begrænset omfang til dæmpning af støjen ved *hot spots*, dvs. på de strækninger som bidrager med mest støj og hvor der er mange stærkt støjbelastede boliger.

Udvælgelsen har sigtet på maksimal finansieringsbehov for udgifter til støjreducerende investeringer på hhv. 200 mio. kr. frem til år 2010 og 500 mio. frem til år 2020.

År 2010

I perioden frem til år 2010 er det skønnet at ca. 25% af asfaltbelægningerne skal udskiftes (levetiden for asfaltbeton er 15 år). Det vil således kun være muligt at nå at udskifte asfalten på 25% af de mest støjbidragende strækninger frem til år 2010. Dette er der taget højde for i beregningen ved tilfældigt at udtage 25% af de mest støjbidragende strækninger som er forbundet med det største reduktionspotentiale.

På strækninger med stort reduktionspotentiale, er der udover tyndlagsbelægninger (som følger udskiftningstakten) anvendt hastighedsreduktioner som virkemiddel. Støjskærme er anvendt på de aller mest støjbelastede strækninger.

Der er udvalgt strækninger til tyndlagsbelægninger til hvad der svarer til ca. 713 km bygade, 435 km ring-/landevej og 160 km motorvej.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner på 10 km/t på hvad der svarer til ca. 242 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 90 km/t.

Der er udvalgt 4,3 km vej til anlæggelse af støjskærme på 3 meter. Dertil kommer brug af facadeisolering og støjsvage dæk, jf. beskrivelse nedenfor.

År 2020

I perioden frem til år 2020 er det skønnet at det kun vil være muligt at nå at udskifte asfalten på 75% af de mest støjbidragende strækninger. Dette er der taget højde for i beregningen ved tilfældigt at udtage 75% af de mest støjbidragende strækninger som er forbundet med det største reduktionspotentiale.

På strækninger med stort reduktionspotentiale, er der udover tyndlagsbelægnings (som følger udskiftningstakten) anvendt hastighedsreduktioner som virkemiddel. Støjskærme er anvendt på de aller mest støjbelastede strækninger. Virkemidlerne er med undtagelse af hastighedsreduktioner anvendt i en noget større udbredelse end i scenariet for år 2010, fordi budgettet er antaget større frem til år 2020.

Der er udvalgt strækninger til tyndlagsbelægnings til hvad der svarer til ca. 1738 km bygade, 975 km ring-/landevej og 277 km motorvej.

Der er udvalgt strækninger til hastighedsreduktioner på 10 km/t på hvad der svarer til ca. 242 km fordelt på strækninger med udgangshastigheder på mellem 50 og 90 km/t.

Der er udvalgt 9,8 km vej til anlæggelse af støjskærme på 3 meter.

Dertil kommer brug af facadeisolering og støjsvage dæk, jf. beskrivelse nedenfor. Det forudsættes, at 33 % af det tekniske potentiale af virkemidlet støjsvage dæk realiseres, svarende til at halvdelen af køretøjerne skifter til mere støjsvage dæk.

7.3.2 Resultater, scenarie 3

Uden facadeisolering og støjsvage dæk

Effekten af virkemidlerne tyndlagsbelægnings, støjskærme og hastighedsreduktion fremgår af tabellen nedenfor, som viser fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i hhv. år 2010 og 2020.

Tabel Fejl! Ukendt argument for parameter. Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier, scenarie 3 - uden facadeisolering og støjsvage dæk

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.900.818	28.282	1.909.093	60.508
55-59	326.548	4.444	329.964	222
60-64	208.075	4.147	206.320	-1.608
65-69	79.803	-27.701	70.654	-45.324
70-74	6.308	-8.940	5.495	-13.445
>= 75	113	-221	139	-341
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Med anvendelse af tyndlagsbelægnings, støjskærme og hastighedsreduktioner som specificeret ovenfor opnås en pæn reduktion af støjen ved kilden med en tilhørende markant reduktion i støjeksponeringen til følge. Da virkemidlerne generelt er anvendt i større udstrækning i år 2020 scenariet end i år 2010 scenariet er effekten i år 2020 markant større end i år 2010.

I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være reduceret med 37.000, men der vil fortsat være godt 86.000 som eksponeres for mere end 65 dB. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 76.000, svarende til en reduktion på ca. 59.000 boliger.

Anvendelse af virkemidlerne som specificeret medfører nettoomkostninger fra ændringer i rejsetid og ændringer i det forventede antal uheld og merudgifter til støjskærme og asfalt svarende til godt 415 mio. kr. om året når det fulde

potentiale er realiseret for at nå reduktionen frem til år 2010. For at nå reduktionen frem til år 2020 vil de årlige meromkostninger være godt 440 mio. kr.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt, scenarie 3 - uden facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT (SBT/år)	19.400	33.400
Annueret monetær støjbenefit (kr./år)	1.055 mio.	1.815 mio.
Annuerede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-20 mio.	-45 mio.
Annuerede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-395 mio.	-395 mio.
Scenariets cost effectiveness (kr./SBT pr. år)	21.500	13.200
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	640 mio.	1.375 mio.

Note: COWI beregninger

Som det fremgår af tabellen ovenfor er der stor forskel på såvel effekten som omkostningerne mellem år 2010 og år 2020 scenariet. Dette skyldes at virkemidlerne generelt er anvendt i større udstrækning i år 2020 scenariet, og ikke mindst at der anvendes mere tyndlagsbelægninger og at udskiftningstakten tillader at flere af strækningerne med stort potentiale bliver udskiftet.

Med facadeisolering og støjsvage dæk

Finansieringsbehovet til tyndlagsbelægninger og støjskærme er opgjort til 165 mio. kr. og 370 mio. kr. for hhv. år 2010 og år 2020 scenariet, jfr. afsnit 7.3.3 nedenfor. Ud fra den residuale finansiering er det muligt at facadeisolere 1.050 boliger i år 2010 scenariet og 3.900 boliger i år 2020 scenariet. Effekten af facadeisolering samt støjsvage dæk i år 2020 sammen med effekten af de øvrige virkemidler fremgår af tabellen nedenfor, som viser fordelingen af antallet af boliger på støjkategorierne i hhv. år 2010 og 2020.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Ændringer i fordelingen af boliger på støjkategorier, scenarie 3 - med facadeisolering og støjsvage dæk

	Antal boliger 2010	Ændring ift. basis 2010	Antal boliger 2020	Ændring ift. basis 2020
< 55	1.900.818	28.282	1.927.474	78.888
55-59	326.548	4.444	324.790	-4.952
60-64	209.012	5.084	203.797	-4.132
65-69	79.916	-27.588	64.680	-51.299
70-74	5.371	-9.877	924	-18.015
>= 75	0	-334	0	-480
I alt	2.521.654	0	2.521.654	0

Kilde: COWI beregninger

Note: På grund af afrunding summer tallene ikke helt.

Med yderligere anvendelse af facadeisolering og støjsvage dæk opnås en yderligere reduktion i støjeksponeringen. I år 2010 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger være reduceret med 38.000, men der vil fortsat være godt 85.000 som eksponeres for mere end 65 dB. I år 2020 vil antallet af stærkt støjbelastede boliger med realiseringen af det fulde tekniske potentiale være ca. 65.500, svarende til en reduktion på ca. 70.000 boliger.

Med anvendelsen af facadeisolering og støjsvage dæk stiger såvel omkostningerne som gevinsterne fra støjreduktion som det fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Resultatoversigt, scenarie 3 - med facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010	År 2020
Reduktion i SBT ved facaden (SBT/år)	19.400	38.750
Reduktion i SBT indendørs (SBT/år)*	900	2.500
Annueret monetær støjbenefit (kr./år)	1.085 mio.	2.185 mio.
Annuserede udgifter til virkemiddel (kr./år)	-25 mio.	-390 mio.
Annuserede øvrige omkostninger og benefits ekskl. støj	-395 mio.	-395 mio.
Nettogevinst ved implementering (kr./år)	665 mio.	1.400 mio.

Støjreduktion indendørs er tillagt en reduceret monetær gevinst, jfr. afsnit 5.9

Note: COWI beregninger

Støjsvage dæk er isoleret set forbundet med tab for samfundet som helhed, mens facadeisolering omvendt resulterer en gevinst for samfundet isoleret set.

I år 2010 scenariet stiger de årlige nettomerkostninger med blot 5 mio. kr./år, mens de stiger med hele 350 mio. kr./år i år 2020 scenariet, hvilket skal tilskrives store udgifter til støjsvage dæk. Dette medfører at nettogevinsten i år 2010 med facadeisolering stiger med ca. 25 mio. år, mens nettogevinsten i år 2020 med dæk og facadeisolering samlet set også stiger 25 mio. kr./år. Det skal bemærkes, at det i beregningerne er forudsat, at omkostninger til facadeisolering afspejler omkostningerne ved en udskiftning på et vilkårligt tidspunkt for en vinduesrammes levetid. Hvis al facadeisolering i stedet gennemføres i forbindelse med den almindelig facadeisolering vil de tilhørende omkostninger være mindre end beregnet og angivet ovenfor. Omvendt vil realiseringen af effekten kun ske langsomt over tid i takt med den generelle vedligeholdelsestakt.

7.3.3 Investeringer og finansieringsbehov

Nedenfor redegøres for investeringsbehovet i dette scenarie, dvs. investeringsbehovet for implementering af virkemidlerne i de aktuelle udformninger.

De økonomiske konsekvensberegninger har afdækket de samlede samfundsøkonomiske konsekvenser af de forskellige virkemidler og scenarier. Konsekvensberegningerne fortæller imidlertid ikke hvilke investeringer som skal afholdes for at realisere gevinsterne.

År 2010

Støjskærme

Finansieringsbehovet for 1 km vej med støjskærm på begge sider består i ca. 15 mio. kr. i anlægsinvesteringer samt små 75.000 kr. årligt i vedligeholdelsesomkostninger herefter i skærmes 30-årige levetid.

Når det antages at støjskærmene opsættes med en lige fordeling over 5 år kan finansieringsbehovet til støjskærme frem til år 2010 i dette scenarie beregnes som:

$$4,3 \text{ km} * 15 \text{ mio. kr./km} + 4,3 \text{ km} * 2 \text{ år} * 75.000 \text{ kr./km/år} = 65 \text{ mio. kr.}$$

Hastighed

Som beskrevet i afsnit 5.5 er det antaget at hastighedsreduktioner opnås gennem ændret skiltning. Hermed er der ikke behov for investeringer af betydning for dette virkemiddel.

Tyndlagsbelægninger

Merfinansieringsbehovet for 1 km to-lags drænasfalt i forhold til almindelig asfaltbeton består af mellem 50.000 og 170.000 kr. i anlægsinvesteringer afhængig af vejtypen og medfører ikke yderligere vedligeholdelsesomkostninger.

Når det antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 5 år kan merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2010 i dette scenarie beregnes til ca. 100 mio. kr.

Støjsvage dæk

Anvendes ikke i scenariet for år 2010.

Det samlede finansieringsbehov ekskl. facadeisolering

Det samlede finansieringsbehov frem til år 2010 for dette scenarie er beregnet til ca. 165 mio. kr. uden facadeisolering, hvilket betyder at der kan anvendes 35 mio. kr. på facadeisolering. Investeringen svarer til at ca. 1.050 boliger kan støjisoleres.

År 2020

Støjskærme

Når det som eksempel antages at støjskærmene opsættes med en lige fordeling over 15 år kan finansieringsbehovet til støjskærme frem til år 2020 i dette scenarie beregnes som:

$$9,8 \text{ km} * 15 \text{ mio. kr./km} + 9,8 \text{ km} * 7 \text{ år} * 75.000 \text{ kr./km/år} = 150 \text{ mio. kr.}$$

Hastighed

Som beskrevet i afsnit 5.5 er det antaget at hastighedsreduktioner opnås gennem ændret skiltning. Hermed er der ikke behov for investeringer af betydning for dette virkemiddel.

Tyndlagsbelægninger

Når det antages at asfalten anlægges med en lige fordeling over 15 år merfinansieringsbehovet til asfalten frem til år 2020 i dette scenarie beregnes til ca. 220 mio. kr.

Støjsvage dæk

Finansieringsbehovet i støjsvage dæk er ikke beregnet. Merudgiften forudsættes afholdt direkte af forbrugerne og kan således holdes ude af en samlet opgørelse af finansieringsbehovet.

Det samlede finansieringsbehov ekskl. facadeisolering

Det samlede finansieringsbehov frem til år 2020 for dette scenarie er beregnet til ca. 370 mio. kr. uden facadeisolering, hvilket betyder at der kan anvendes 130 mio. kr. på facadeisolering. Investeringen svarer til at ca. 3.900 boliger kan støjisoleres.

7.4 Følsomhedsanalyser

For at undersøge resultaternes robusthed over for ændringer i de anvendte inputdata og forudsætninger er der gennemført en række følsomhedsanalyser, dvs. analyser af hvilken betydning partielle ændringer i beregningsforudsætningerne har for resultaterne.

7.4.1 Generelt om usikkerhedens betydning for analyserne

Datagrundlaget anvendt i analyserne stammer fra en række rapporter og undersøgelser om vejstøj. Desuden er der anvendt en række bidrag fra Vejstøjgruppens medlemmer, herunder forudsætninger og antagelser. Generelt vurderes de anvendte data at være af god kvalitet, men det skal alligevel bemærkes, at data om såvel effekter som omkostninger er forbundet med usikkerhed.

Der er i dette projekt gennemført følsomhedsanalyser for en række centrale data og beregningsforudsætninger, som har indflydelse på resultaterne for mere end et virkemiddel. Der indgår imidlertid mange andre baggrundsdata og forudsætninger i beregningerne for de enkelte virkemidler. Alene på grund af omfanget er det vanskeligt at lave en systematisk analyse af disse datas betydning for de samlede resultater. Det er derfor væsentligt at pointere, at usikkerheden omfatter mere end blot de beregningsforudsætninger, som er fremhævet og belyst nedenfor. Det anvendte datamateriale er generelt forbundet med usikkerhed, som det er tilfældet i alle samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger.

Der er således ikke direkte gennemført følsomhedsanalyser for eksempelvis omkostningsestimaterne for de enkelte virkemidler. Imidlertid er der proportionalitet mellem de fleste af estimaterne og det samlede resultat. Det betyder at hvis merprisen på støjskærme er 50 % højere end estimeret, så er de annuierede omkostninger ligeledes 50 % højere.

Usikkerheden for de forskellige data varierer. Generelt er det vurderet, at estimaterne over virkemidlernes effekt udtrykt som dB reduktioner er forholdsvis robuste. Omvendt vurderes eksempelvis den samlede usikkerhed ved beregningen af ændringen i tid og antallet af ulykker for hastighedsreduktioner at være noget større, dels fordi beregningen tager udgangspunkt hypotetiske hastighedsreduktioner, og dels fordi der i sig selv er usikkerhed forbundet med de anvendte enhedspriser for tid og uheld.

På trods af usikkerhederne er det muligt at drage en række konklusioner om f.eks. omkostningseffektiviteten af de forskellige virkemidler og mulighederne for at opstille scenarier med samfundsøkonomisk overskud.

7.4.2 Følsomhedsanalyser for scenarierne

Der er gennemført følsomhedsanalyser af en række beregningsforudsætnings betydning for scenarierne. Følsomhedsanalyserne omfatter:

- 1 Diskonteringsfaktor på henholdsvis 3 %, som normalt anvendes af Miljøstyrelsen, og 9 %, i stedet for 6 % som anbefales af Finansministeriet;
- 2 Beregning uden skatteforvridningstab;

3 Enhedspris på støj som er hhv. 50% højere og lavere end det anvendte centrale estimat.

Resultaterne af følsomhedsanalyserne, udtrykt som påvirkningerne på omkostningseffektiviteten og nettogevinsten, fremgår af tabellen nedenfor. Der er i tabellen angivet resultater med de ændrede forudsætninger samt de relative ændringer i procent. Det bemærkes, at den procentvise ændring bliver relativt stor i de tilfælde, hvor nettogevinsten i udgangssituationen er tæt på 0.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Følsomhedsanalyser - scenarie 1 uden facadeisolering

	År 2010		År 2020	
	Cost eff. kr./SBT/år	Nettogevinst mio. kr./år	Cost eff. kr./SBT/år	Nettogevinst mio. kr./år
Centrale estimater	55.500	-40	23.650	1.400
Diskonteringsfaktor				
3%	50.019	140	21.645	1.499
9%	61.706	-237	25.769	1.310
Skatteforvridning				
- uden	51.748	84	20.849	1.536
Enhedspris på støj				
27.175 kr./SBT (-50%)	55.530	-914	23.646	162
81.525 kr./SBT (+50%)	55.530	838	23.646	2.653
% -vis ændringer				
Diskonteringsfaktor				
3%	-10%	*	-8%	+7%
9%	+11%	+524%	+9%	-7%
Skatteforvridning				
- uden	-7%	*	-12%	+9%
Enhedspris på støj				
27.175 kr./SBT (-50%)	+0%	+2304%	+0%	-89%
81.525 kr./SBT (+50%)	+0%	*	+0%	+89%

Kilde: COWI beregninger.

Note *: Ændrer fortegn.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Følsomhedsanalyser - scenarie 2 uden facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010		År 2020	
	Cost eff. kr./SBT/år	Nettogevinst mio. kr./år	Cost eff. kr./SBT/år	Nettogevinst mio. kr./år
Centrale estimater	23.250	725	15.700	1.685
Diskonteringsfaktor				
3%	22.579	740	14.250	1.747
9%	24.015	706	17.205	1.619
Skatteforvridning				
- uden	22.763	735	13.921	1.762
Enhedspris på støj				
27.175 kr./SBT (-50%)	23.258	91	15.675	501
81.525 kr./SBT (+50%)	23.258	1.356	15.675	2.870
% -vis ændringer				
Diskonteringsfaktor				
3%	-3%	+2%	-9%	+4%

9%	+3%	-2%	+10%	-4%
Skatteforvridning				
- uden	-2%	+2%	-11%	+5%
Enhedspris på støj				
27.175 kr./SBT (-50%)	+0%	-87%	+0%	-70%
81.525 kr./SBT (+50%)	+0%	+87%	+0%	+70%

Kilde: COWI beregninger.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Følsomhedsanalyser - scenarie 3 uden facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010		År 2020	
	Cost eff. kr./SBT/år	Nettogeinst mio. kr./år	Cost eff. kr./SBT/år	Nettogeinst mio. kr./år
Centrale estimater	21.500	640	13.200	1.375
Diskonteringsfaktor				
3%	21.251	642	12.917	1.385
9%	21.739	633	13.545	1.364
Skatteforvridning				
- uden	21.341	640	13.034	1.381
Enhedspris på støj				
27.175 kr./SBT (-50%)	21.481	110	13.214	467
81.525 kr./SBT (+50%)	21.481	1.165	13.214	2.284
%-vis ændringer				
Diskonteringsfaktor				
3%	-1%	+1%	-2%	+1%
9%	+1%	-1%	+3%	-1%
Skatteforvridning				
- uden	-1%	+0%	-1%	+0%
Enhedspris på støj				
27.175 kr./SBT (-50%)	+0%	-83%	+0%	-66%
81.525 kr./SBT (+50%)	+0%	+83%	+0%	+66%

Kilde: COWI beregninger.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Følsomhedsanalyser - scenarie 1 med facadeisolering

	År 2010	År 2020
	Nettogeinst (mio. kr./år)	Nettogeinst (mio. kr./år)
Centrale estimater	190	1.590
Diskonteringsfaktor		
3%	389	1.704
9%	-27	1.482
Skatteforvridning		
- uden	322	1.731
Enhedspris på støj		
27.175 kr./SBT (-50%)	-829	230
81.525 kr./SBT (+50%)	1.215	2.963
%-vis ændringer		
Diskonteringsfaktor		
3%	+102%	+7%
9%	*	-7%
Skatteforvridning		
- uden	+67%	+8%

Enhedspris på støj		
27.175 kr./SBT (-50%)	*	-86%
81.525 kr./SBT (+50%)	+530%	+86%

Kilde: COWI beregninger
 Note *: Ændrer fortegn.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Følsomhedsanalyser - scenarie 2 med facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010	År 2020
	Nettogeinst (mio. kr./år)	Nettogeinst (mio. kr./år)
Centrale estimater	820	1.660
Diskonteringsfaktor		
3%	837	1.733
9%	793	1.574
Skatteforvridning		
- uden	830	1.733
Enhedspris på støj		
27.175 kr./SBT (-50%)	129	317
81.525 kr./SBT (+50%)	1.504	2.996
%-vis ændringer		
Diskonteringsfaktor		
3%	+3%	+5%
9%	-3%	-5%
Skatteforvridning		
- uden	+2%	+5%
Enhedspris på støj		
27.175 kr./SBT (-50%)	-84%	-81%
81.525 kr./SBT (+50%)	+84%	+81%

Kilde: COWI beregninger.

Tabel **Fejl! Ukendt argument for parameter.** Følsomhedsanalyser - scenarie 3 med facadeisolering og støjsvage dæk

	År 2010	År 2020
	Nettogeinst mio. kr./år	Nettogeinst mio. kr./år
Centrale estimater	665	1.400
Diskonteringsfaktor		
3%	670	1.426
9%	658	1.370
Skatteforvridning		
- uden	667	1.406
Enhedspris på støj		
27.175 kr./SBT (-50%)	122	305
81.525 kr./SBT (+50%)	1.206	2.492
%-vis ændringer		
Diskonteringsfaktor		
3%	+1%	+2%

9%	-1%	-2%
Skatteforvridding		
- uden	+0%	+1%
Enhedspris på støj		
27.175 kr./SBT (-50%)	-82%	-78%
81.525 kr./SBT (+50%)	+82%	+78%

Kilde: COWI beregninger.

Højere og lavere diskonteringsfaktor

Når diskonteringsfaktoren reduceres til 3% som er Miljøstyrelsen anbefalede forudsætning, så forbedres omkostningseffektiviteten og de samfundsøkonomiske resultater for scenarierne. Forbedringen af omkostningseffektiviteten er imidlertid beskeden - mellem 1 % og 11 % afhængig af brugen af virkemidler. For scenarie 1 år 2010 (uden facadeisolering og dæk) ændrer nettoresultatet fortegn.

Når diskonteringsfaktoren forhøjes til 9%, så forværres omkostningseffektiviteten og de samfundsøkonomiske resultater for scenarierne. Igen er betydningen beskeden. Dog skifter scenarie 1 år 2010 (med facadeisolering og dæk) fortegn på nettoresultatet.

Uden skatteforvridding

Når beregningerne gennemføres uden skatteforvridding, så forbedres omkostningseffektiviteten og de samfundsøkonomiske resultater for scenarierne. Forbedringen af omkostningseffektiviteten er imidlertid beskeden - mellem 1 % og 12 % afhængig af brugen af virkemidler. Igen skifter scenarie 1 år 2010 (uden facadeisolering og dæk) fortegn på nettoresultatet.

Højere og lavere enhedspris på støj

Når enhedsprisen på støj reduceres til 50% af det centrale estimat, svarende til 27.175 kr./SBT pr. år., så forværres de samfundsøkonomiske resultater for scenarierne. Forværringen af omkostningseffektiviteten er markant, om end kun et enkelt scenarie - scenarie 1 med facadeisolering - ændrer fortegn fra en gevinst til et tab.

Når enhedsprisen på støj forhøjes med 50% af det centrale estimat, svarende til 81.525 kr./SBT pr. år., forbedres de samfundsøkonomiske resultater for scenarierne. Igen er forbedringen markant. Blandt andet ændres fortegnet på det eneste scenarie (scenarie 1 år 2010 uden facadeisolering), som er forbundet med et nettotab i det centrale estimat.

8 Sammenfattende vurdering

De velfærdsmæssige konsekvenser af vejstøj er betydelige. Geneomkostninger afspejlet i husprisreduktioner på støjramte boliger og sundhedsomkostninger fra øget risiko for hjertesygdom og forhøjet blodtryk betyder, at støjreduktion på 1 SBT giver en gevinst på ca. 54.350 kr. per år. For eksempel medfører en reduktion af støjeksponeringen for 3 boliger med 65 dB til under 55 dB til en gevinst på netop 1 SBT, svarende til en velfærdsøkonomisk gevinst på ca. 54.350 kr. per år.

Da de velfærdsmæssige konsekvenser af støj er betydelige, er der et stort potentiale for velfærdsforbedringer, hvis støjen kan reduceres uden væsentlige meromkostninger. Konsekvensvurderingerne af virkemidlerne viser, at en række tiltag kan bringes anvendelse for at nedbringe støjen og samtidig resultere i en velfærdsforbedring for samfundet som helhed. Faktisk viser beregningerne, at alle virkemidlerne kan bringes i anvendelse i en udformning, som vil medføre en gevinst for samfundet. Der er imidlertid meget stor forskel på omkostningseffektiviteten af de enkelte virkemidler, ligesom det er afgørende for rentabiliteten i hvilken udstrækning det enkelte virkemiddel bringes i anvendelse.

De virkemidler, som relativt set er forbundet med den ringeste omkostningseffektivitet, er støjskærme, hastighedsreduktion og fremme af brugen af støjsvage dæk. Specielt støjskærme vil kun resultere i en velfærdsøkonomisk gevinst, når de anvendes på de strækninger, hvor potentialet for reduktion af boligens støjeksponering er allerstørst. Selvom omkostningseffektiviteten af hastighedsreduktioner hører til i den tunge ende, er virkemidlet alligevel interessant, fordi det ikke medfører direkte træk på de offentlige kasser i modsætning til fleste andre virkemidler. Omkostningerne til hastighedsreduktion stammer fra de forøgede rejsetider, som påføres trafikanterne. Fremme af brugen af støjsvage dæk er også karakteriseret ved, at det i princippet kan implementeres, uden at det vil medføre væsentlige træk på de offentlige kasser. Meromkostningerne til dækkene vil blive afholdt direkte af trafikanterne.

De mest omkostningseffektive virkemidler er de støjsvage belægninger. For disse virkemidler er rentabiliteten så markant, at resultatet er robust over for selv meget store variationer i beregningsforudsætningerne. Specielt tyndlagsbelægninger kan bringes i anvendelse i udbredt omfang og fortsat være forbundet med et betydeligt velfærdsøkonomisk overskud. På grund af de meget lave meromkostninger, som er forbundet med anvendelse af tyndlagsbelægninger er der grund til at fremhæve dette virkemiddel særligt.

Facadeisolering udviser ligeledes en god omkostningseffektivitet. Det er dog væsentligt at bemærke, at dette virkemiddels omkostningseffektivitet ikke umiddelbart kan sammenlignes med de øvrige, idet kun støjen indendørs reduceres med facadeisolering. I beregningen af det samlede samfundsøkonomiske resultat for virkemidlet er der kompenseret for, at kun den indendørs støj reduceres, ved at regne med en 40% lavere gevinst af støjreduktionen. Efter denne compensation er facadeisolering fortsat et rentabelt virkemiddel, som resulterer i markante velfærdsforbedringer for

samfundet som helhed, når det anvendes målrettet på de mest støjbelastede boliger.

Scenarieberegningerne illustrerer en række af konsekvenserne af at bringe forskellige virkemidler i anvendelse i forskellige udstrækninger. Beregningerne viser også, at jo hurtigere støjreduktion ønskes opnået, jo højere vil omkostningerne være for samfundet. Eller sagt på en anden måde - den første støjreduktion er meget billigere end den sidste. Årsagen til dette skal primært findes i, at støjsvage belægninger i givet fald enten må bringes i anvendelse før den almindelige udskiftning eller bringes i anvendelse på strækninger, hvor det støjreducerende potentiale for anvendelse af virkemidlet ikke er særlig stort. Endelig kan støjreduktionen på kort sigt opnås med andre og mere omkostningskrævende virkemidler som f.eks. støjskærme og hastighedsreduktioner, hvilket er illustreret i det ene scenarie.

Scenarieberegningerne viser endvidere, at der kan opnås pæne støjreduktioner med en kombination af virkemidler, som tilsammen er forbundet med et forholdsvist beskedent finansieringsbehov. For at opnå den pæne reduktion uden væsentlige træk på offentlige midler er der imidlertid behov for at anvende virkemidler (fremme af brugen af støjsvage dæk og hastighedsreduktioner), som ikke er de mest omkostningseffektive.

Sammenligning af resultaterne i de forskellige scenarier vanskeliggøres af, at de adskiller sig på en række punkter. Der er således anvendt forskellige virkemidler i scenarierne, ligesom den anvendte udbredelsesgrad af virkemidlerne varierer scenarierne i mellem. Alle disse forskelle påvirker resultaterne og har indflydelse på forklaringen af forskellen scenarierne i mellem.

På baggrund af virkemiddelanalyserne og scenarieberegningerne kan det konkluderes, at der findes en række virkemidler, som kan reducere vejstøjen markant, og at reduktionerne kan opnås med velfærdsforbedringer til følge. Der er desuden mulighed for at sammensætte en pakke af virkemidler, som samtidig med at de kun er forbundet med et forholdsvist beskedent finansieringsbehov, resulterer i en velfærdsforbedring for samfundet som helhed.

9 Referencer

Banestyrelsen, 1998: *Vurdering af støjomkostninger ved banetransport - København - Ringsted*, COWI for Banestyrelsen, november 1998.

Danmarks TransportForskning, 2002: *Udvikling af støjreducerende vejbelægninger til bygader*, rapport nr. 4, 2002.

DELTA Akustik & Vibration, 2000: *Vurdering af potentialet for at nedbringe trafikstøjen ved at anvende mindre støjende dæk*. Rapport AV 1373/00, DELTA Akustik & Vibration, d. 21. juni 2000.

Energistyrelsen, 2001: *Omkostning ved CO₂-reduktion for udvalgte tiltag - midtvejsrapport*, 2001.

Finansministeriet, 1999: *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*, november 1999.

Miljøstyrelsen, 2003: *Hvad koster støj?*, miljøprojekt nr. 795, 2003.

Miljøministeriet, Planstyrelsen, 1992: *Betænkning fra det tværministerielle støjudvalg. Forslag til en støjstrategi*, Det tværministerielle støjudvalg. Marts 1992.

Miljøstyrelsen og Trafikministeriet, 2000: *Afgiftssystem til favorisering af støjsvage dæk*. Stop/go projekt. COWI for Miljøstyrelsen og Trafikministeriet, oktober 2000.

Miljø- og Energiministeriet, 2000: *Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter*, F. Møller et al, februar 2000.

Statens Forurensningstilsyn, 2000: *Mulige tiltak for a redusere støy - Framskrivning til 2010 og oppsummering på tvers av kilder*, SFT-rapport, Oslo, 1714/2000.

Trafikministeriet, 1993: *Trafik 2005. Problemstillinger, mål og strategier*. 1993

Trafikministeriet og Miljøstyrelsen: *Begrænsning af trafikstøj*, COWI for Trafikministeriet og Miljøstyrelsen, Miljønyt nr. 30. 1998.

Vejdirektoratet, 1996: *Forsøg med støjreducerende belægninger*, rapport nr. 45, 1996.

Vejdirektoratet, 1998: *Vejtrafik og støj - en grundbog*. Rapport nr. 146. 1998.

Vejdirektoratet, 2001: *Håndbog i trafiksikkerhedsberegninger*. Rapport nr. 220, 2001.

Vejdirektoratet, 2002: *Støjreducerende vejbelægninger - effekt og økonomi*, internt arbejdsnotat til COWI af 19. december, 2002.

Vejdirektoratet, 2003: *Støjkortlægning - Statsvejnettet*, internt arbejdsnotat, COWI for Vejdirektoratet, maj 2003.