HÅNDBOG

PLANLÆGNING OG PROJEKTERING AF STØJSKÆRME

ANLÆG OG PLANLÆGNING

SEPTEMBER 2021

VEJREGLER

FORORD

Denne håndbog handler om planlægning og projektering af støjskærme, herunder materialevalg, fundering, visuelle forhold, hensyn til omgivelser og tekniske krav.

Selv om der er opført en del støjskærme de senere år, er antallet alligevel så begrænset, at kun få ingeniører og arkitekter har opbygget rutine i den samlede pakke af de tekniske løsninger, der er brug for. Derfor er denne håndbog udarbejdet. Den giver et samlet overblik over den tekniske viden, der kan være behov for i et støjskærmprojekt. De særlige udfordringer, der er konsekvensen af CE-mærkning, behandles også.

Udført under vejregelgruppen Udstyr for veje og bygværker, der i perioden havde følgende sammensætning:
Vejdirektoratet ved Michael Aakjer Nielsen, formand
Danintra ved Adnan Özari
Focus Lighting AS ved Jakob Zeihlund
NCC Roads ved Erik Vejsgaard Christensen
Saferoad ved Jesper Kristensen
TL-Engineering ved Tim Larsen
Vejdirektoratet ved Charlotte Sejr
Vejdirektoratet ved Tina Jensen
Vejdirektoratet ved Petra Schantz, projektleder
Aalborg Kommune ved Jan Mortensen

Fotos er leveret af bl.a. Vejdirektoratet, Rambøll og Pilebyg A/S.

I foråret 2021 blev der foretaget en revision af håndbogen Projektering af støjskærme med særlig fokus på forudsætningerne for de statiske beregninger, på Byggevareforordningens rammer for udbud og indkøb af støjskærme samt på en sproglig opdatering. Revisionen er foretaget af Vejdirektoratet med assistance af ISC Rådgivende Ingeniører A/S, Teknologisk Institut og journalist Gordon Vahle.

I nærværende version af håndbogen er der foretaget sammenskrivning af håndbøgerne ”Planlægning af støjskærme” og Projektering af støjskærme” for at undgå de mange gentagelser, der var konsekvensen af at have to håndbøger og i stedet at have én samlet håndbog.

Sammenskrivningen er foretaget af Vejdirektoratet med assistance af TL-Engineering.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	7
1.1	Planlægningsfase	8
1.2	Projekteringsfase	10
2	BEGREBER OG FORKORTELSER	11
2.1	Begreber og deres betydning	11
2.2	Forkortelser og deres betydning	12
3	PLANLÆGNINGSFASE	13
3.1	Regel- og lovgrundlag	13
3.2	Målestok for vejstøj	13
3.2.1	Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier	15
3.2.2	VVM - screening	16
3.2.3	Partshøring	16
3.3	Forskellige planlægningssituationer	16
3.3.1	Nye vejanlæg, ombygninger eller vejudvidelser	16
3.3.2	Støjhandlingsplaner, trafikplaner og andre strategier	17
3.3.3	Private projekter	17
3.4	Virkemåde af støjskærm	17
3.4.1	Skærme højere end 4 meter	18
3.5	Placering af støjskærme	19
3.5.1	Indledende besigtigelse og registrering	20
3.5.2	Overlappende støjskærme ved stigennemføring (sluser)	23
3.5.3	Støjskærme ved vejtilslutninger eller udkørsler	24
3.5.4	Veje i afgravning	24
3.5.5	Veje ved påfyldning eller på dæmning	24
3.5.6	Veje med støjvolde	24
3.5.7	Refleksioner	26
3.6	Orienterende støjberegninger	26
3.7	Den oplevede virkning af ændringer i støjen	27
4	STØJKORTLÆGNING OG PRIORITERING	29
4.1.1	Beregning eller måling af vejstøj	29
4.1.2	Trafikgrundlag	30
4.1.3	Støjkort	30
4.2	Støjbelastede boliger og støjbelastningstal (SBT)	31
4.3	Prioritering	32
4.3.1	Strategisk kortlægning	33
4.3.2	Udpegning af indsatsområder	33
4.3.3	Enkeltliggende boliger	34
4.3.4	Andre områdetyper	34
5	FORELØBIG PROJEKTERING	35
5.1	Projekteringsniveau	35
5.2	Materialevalg	35
5.3	Passager, buslommer, holdepladser mv.	35
5.4	Støjberegninger	35
6	INFORMATION OG DIALOG	38
6.1	Hvornår skal vi give den første information?	38

6.1.1	Hvem skal der kommunikeres med?	38
6.1.2	Hvad skal informationen og dialogen handle om?	39
6.1.3	Konkretiser med illustration og lyd	40
6.1.4	Dialogen ved møder	40
6.1.5	Hvad kan man få indflydelse på?	41
6.1.6	Information under anlægsarbejdet	41
6.1.7	Når støjskærmen står færdig	41
7	EKSISTERENDE FORHOLD	42
7.1	Matrikulære forhold og ejerforhold (inkl. modsatte side af vejen)	42
7.2	Facadeforhold	42
7.3	Terrænforhold og beplantning	43
7.4	Skyggekast og lysrefleksioner (blænding)	44
7.5	Særlig risiko for graffiti og hærværk	44
7.6	Jordbundsforhold	44
7.7	Ledninger i jorden og i luften	45
7.8	Vejudstyr og inventar	45
7.9	Vejafvanding og dræn	46
7.10	Eksisterende belægninger	46
7.11	Passager	46
7.12	Tværsnit og vejgeometri	46
7.13	Oversigtsforhold og trafiksikkerhed	47
8	ÆSTETIK, UDFORMNING OG TRACÉ	49
8.1	Overordnede æstetiske betragtninger	49
8.2	Valg af skærmtype	50
8.2.2	Omgivelserne	50
8.2.3	Byen	52
8.2.4	Landskabet	53
8.3	Terræn	54
8.4	Skala	55
8.5	Tilslutning og forhold til andre bygværker	55
8.5.1	Under bro	55
8.5.2	Over bro	55
8.5.3	Støjskærme på store landskabsbroer	56
8.5.4	Vejudstyr	56
8.5.5	Portaler	57
8.6	Materialer og struktur	57
8.7	Beplantning	57
9	PLADSFORHOLD	59
9.1	Placering uden for vejarealet	59
9.2	Ledninger i jorden og i luften	59
9.2.1	Eksisterende ledninger	60
9.2.2	Projekterede ledninger	60
9.3	Autoværn	61
9.4	Skilte	61
9.5	Afvanding	61
9.6	Stigennemføringer, holdepladser og buslommer	62
9.7	Afstand til skel	63
9.8	Plads til vedligehold af støjskærme	63
9.9	Plads til driftsaktiviteter	64
9.10	Vejarealet foran støjskærmen	64
9.11	Beplantning	65

10	NABOFORHOLD	67
10.1	Direkte påvirkning af naboejendomme	68
11	TRAFIKSIKKERHED	70
11.1	Placering af støjskærm i tværprofilet	70
11.2	Oversigtsforhold	71
11.3	Beskyttelse af støjskærm med autoværn	71
11.4	Vejudstyr	72
11.5	Vigeplads	72
11.6	Skyggedannelse	72
11.7	Blænding	72
11.8	Sne	73
11.9	Flugtveje/ adgangsveje	73
11.10	Orientering	74
11.11	Trafiksikkerhedsrevision	74
12	MATERIALEVALG OG OVERFLADER	75
12.1	Akustiske krav	75
12.1.1	Lydabsorberende støjskærme	76
12.1.2	Åbninger i støjskærme	77
12.2	Reduktion af endeomstrømningseffekt	78
12.3	Fastholdelse af løsrevne dele	79
12.4	Transparens	80
12.5	Påflyvning	80
12.6	Hensyn til drift og vedligehold	81
12.6.1	Rengøring	82
12.6.2	Reparation og udskiftning	82
12.7	Materialer	82
12.7.1	Plast	82
12.7.2	Glas	84
12.8	Træ	85
12.9	Aluminium	87
12.10	Beton	88
12.11	Lydabsorberende materialer	89
12.12	Patinering	89
12.13	Hensyn til udførelsen	90
12.14	Vandalisme og vedligehold	91
12.14.1	Graffiti	91
12.15	Autoværn som støjskærm	92
13	CE-MÆRKNING	93
13.1.1	Hovedformålet med forordningen	93
13.2	Procedurer og fremgangsmåder for CE-mærkning	94
13.2.1	Udstedelse af ydeevnedeklaration	95
13.2.2	Udførelse af CE-mærkning	95
13.3	Fremgangsmåde ved forskellige typer projekter	95
13.3.1	Støjskærme defineret alene ved ydeevnekravene i CE-mærkningen	95
13.4	Fastlæggelse af det aktuelle projekts krav til ydeevner	96
13.4.1	Lydabsorption	99
13.4.2	Lydisolation	100
13.4.3	Andre lydforhold	102
13.4.4	Lastoptagelse	102
13.4.5	Fare for løsrevne dele	102
13.4.6	Lysrefleksion	103

13.4.7	Miljømæssige krav	103
13.4.8	Langtidsydeevne og holdbarhed	104
13.4.9	Brandmodstandsevne	105
13.4.10	Flugtveje/ adgangsveje	105
13.4.11	Transparens	105
14	MYNDIGHEDER	106
15	RESULTATOPSAMLING OG RAPPORT	108
16	PROJEKTERING	109
16.1	Projekteringsgrundlag	111
16.1.1	Beregningsforudsætninger	111
16.1.2	Statisk dokumentation	112
16.2	Belastninger	112
16.2.1	Vindbelastning	113
16.2.2	Egenvægt	115
16.2.3	Stenslag	116
16.2.4	Påkørselssikkerhed	116
16.2.5	Snerydningslast	116
16.3	Grænsetilstande	116
16.3.1	Anvendelsesgrænsetilstand	116
16.4	Deformationskrav til bærende elementer	117
16.5	Deformationskrav til akustiske elementer	119
16.6	Skruer, møtrikker, clips og andre fastgørelser	120
16.6.1	Brudgrænsetilstand	121
16.6.2	Ulykkesdimensioneringstilfælde	121
16.6.3	Udmattelsesgrænsetilstande	121
17	FUNDERING	122
17.1.1	Forundersøgelser	122
17.2	Pæletyper	123
17.2.1	Borede pæle	123
17.2.2	Rammede eller nedvibrerede pæle	124
17.2.3	Specialdesignet vingefundamenter	125
17.3	Deformationskrav til fundamenter	125
17.4	Levetid for pælefundamenter	125
17.4.1	Konstruktionssamling mellem fundament og søjle	125
17.4.2	Statisk virkemåde og beregningsmetoder	125
18	HENSYN TIL ARBEJDSMILJØ	127
19	ARBEJDSOMRÅDER OG TRAFIKAFVIKLING	129
20	ØKONOMI OG ANLÆGSOVERSLAG	131
20.1	Anlægsoverslag	131
21	UDBUDSFORMER	133
21.1	Udbudsmateriale	133
21.2	Udbud på grundlag af funktionskrav	134
21.2.1	Indkøb af akustiske elementer	135
21.2.2	Udvikling af støjskærm baseret på tilpasning af eksisterende skærm	135
22	MANUAL FOR DRIFT OG VEDLIGEHOLD	136
22.1	Vejmanagement	136
23	EVALUERING	137
23.1	Opfyldelse af formelle krav	137
23.2	De berørte beboere	137
24	LITTERATUR	138

1 INDLEDNING

Denne håndbog er udarbejdet med udgangspunkt i bekendtgørelsestekst og Byggevareforordningen herunder krav om CE-mærkning samt praktiske erfaringer og anbefalinger ved udformning af vejanlæg inkl. tilhørende udstyr, med fokus specifikt på støjskærme.

Bekendtgørelsestekst og bestemmelserne i Byggevareforordningen skal overholdes af alle vejmyndigheder i forbindelse med planlægning og projektering og indkøb af de elementer, der indgår i forbindelse med etablering af en støjskærm.

Behovet for at strukturere planlægnings- og projekteringsfasen i en række faser afhænger af støjskærmprojektets kompleksitet og den beslutningsproces, der skal gennemføres. Uanset antallet af faser er der en række forhold, som under alle omstændigheder bør afklares undervejs.

Håndbogen gennemgår faserne i et støjskærmsprojekt og til brug herfor er der anvist en række planlægnings- og projekteringsfaser, som umiddelbart kan anvendes.

I planlægningsfasen bør følgende aktiviteter gennemføres:

- Fastlægge skærmprojektets forudsætninger
- Kortlægge støjproblemets omfang (støjkortlægning, støjbelastede boliger)
- Gennemføre evt. prioritering mellem forskellige støjskærmprojekter
- Fastlægge projektets målsætning
- Indhente adresser på berørte naboer (beboere og ejere, herunder virksomheder)
- Gennemføre besigtigelse og registrering for afklaring af fysiske hindringer og andre hensyn
- Registrere eksisterende vejforhold
- Registrere ledninger
- Registrere støjfølsomme bygninger og områder
- Registrere naboforhold
- Indledende dimensionering af støjskærmen
- Information til naboer.
- Regler og lovgivning om støj
- Formelle krav i forskellige planlægningssituationer
- Tommelfingerregler om dimensioner af støjskærme
- Datagrundlag, metoder og krav til kortlægning af støj
- Metoder til udvælgelse og prioritering af støjskærmprojekter
- Formulering af målsætninger for projekterne
- Æstetik
- Tjekliste til indledende besigtigelse og registrering
- Metoder til indledende dimensionering
- CE-mærkning
- Forslag til information og dialog.

Projekteringsfasen tager udgangspunk i de overvejelser og beslutninger, der er foretaget i planlægningsfasen.

Vær opmærksom på, at i projekteringsfasen vil der ofte være behov for at ændre ved nogle af de beslutninger, der ligger i planlægningsfasen, da der nu er flere parametre, der skal opfyldes, som ikke var kendt i planlægningsfasen, for at projektet kan lykkes.

Til støtte for disse aktiviteter indeholder håndbogen afsnit om:

- Dimensioneringsforudsætninger
- Hensyn til arbejdsmiljø
- Arbejdsområde og trafikafvikling ved opsætning
- Økonomi og anlægsoverslag
- Udbudsmateriale
- Udarbejdelse af manual for drift og vedligehold.

Hensyn til drift og vedligehold af både støjskærmen og de tilstødende arealer bør indarbejdes i planlægningsfasen. Det er fx vigtigt at afsætte god plads på begge sider af støjskærmen og sikre adgang, så vedligehold og drift kan gennemføres effektivt. Dette er uddybet i håndbogen "Drift og vedligehold af støjskærme".

Ved design og opstilling af krav til støjskærmen bør hensynet til det CO_2-aftryk, som produktion, opstilling, drift og nedtagning af skærmen vil give, inddrages.

1.1 Planlægningsfase

Grundlaget for den efterfølgende projekteringsfase er de indledende undersøgelser, der udføres i planlægningsfasen.

Planlægningsfasen bør derfor føre frem til en afklaring og fastlæggelse af alle overordnede tekniske, designmæssige og økonomiske forhold i støjskærmprojektet. Planlægningsfasen skal danne grundlag for den endelige beslutning om skærmtype og myndighedernes principielle accept af de valgte løsninger.

Figur 1-1 er en oversigt over de aktiviteter, der bør gennemføres under planlægningsfasen, uanset om den opdeles i flere faser eller ej.

Figur 1-2 er en oversigt over de tegninger og beskrivelser, der bør foreligge som resultat af planlægningsfasen.

I det enkelte projekt skal man fra begyndelsen tage stilling til det konkrete behov for at gennemføre alle aktiviteter og til behovet for dokumentation i form af tegninger, beskrivelser mv.

Det anbefales, at man i planlægningsfasen kontrollerer, om punkterne i Figur 1-1 og Figur 1-2 er gennemført.

Nr.	Aktivitet	Henvisning
1	**Indhente oplysninger om terrænforhold**	Afsnit 7.3
2	**Indhente oplysninger om jordbundsforhold, herunder eventuel forurening**	Afsnit 7.6
3	**Vurdere behov for tidlige geotekniske undersøgelser, eventuelt kombineret med forureningsundersøgelser**	Afsnit 7.6
4	**Indhente oplysninger om ledninger og kabler i luft og jord**	Afsnit 7.7
5	**Eventuelt opmåling af længde- og tværprofil af vejen, herunder tracé for støjskærmen**	Afsnit 7.12

Nr.	Aktivitet	Henvisning
6	**Afklare detaljeret om afvandingsforhold**	Afsnit 7.9
7	**Registrere og indtegne vejudstyr, beplantning, belægninger og passager**	Afsnit 7.9, 7.10 og 7.11
8	**Vurdere eksisterende broer og bygværker, der eventuelt skal anvendes til montering af støjskærm**	Afsnit 8.5
9	**Vurdere oversigtsforhold og trafiksikkerhed**	Afsnit 7.13 og 11.2
10	**Vurdere behov for autoværn**	Afsnit 9.3 og 11.1
11	**Vurdere det fysiske og visuelle miljø, samt sol- og lysforhold**	Afsnit 7.4
12	**Vurdere hensyn til vejbelysning**	Afsnit 11.4
13	**Fastlægge støjskærmens placering, højde og udstrækning**	Afsnit 3.5 og 9
14	**Vælge materialer**	Afsnit 12
15	**Foretage en akustisk vurdering af placering, højde, udstrækning, materialer og konstruktion**	Afsnit 13.4.1, 13.4.2, 7.11 og 9
16	**Udarbejde plan for eventuelle arealerhvervelser og over lodsejere, der eventuelt skal have tinglyst deklarationer**	Afsnit 7.1 og 7.2
17	**Udarbejde plan for bevarelse og eller fjernelse af eksisterende beplantning**	Afsnit 7.3
18	**Afklare behov for hensyn til eventuelle bevaringsværdige bygværker**	Afsnit 14
19	**Indhente relevante myndigheders principielle godkendelser**	Afsnit 14
20	**Udarbejde økonomiske overslag**	Afsnit 20
21	**Informere berørte naboer**	Afsnit 6

Figur 1-1. Oversigt over aktiviteter, der kan gennemføres i projektforslaget.

Nr.	Tegninger og beskrivelser	Henvisning
1	**Tegninger med projektets omfang, materialevalg, beplantning mv.**	-
2	**Perspektivtegninger, modeller, computervisualisering mv.**	Se eksempler i afsnit 6.1.3 og 8.2.4
3	**Passager i form af sluser**	Afsnit 3.5.2 og 7.11
4	**Forslag til arealerhvervelse**	Afsnit 7.1
5	**Beskrivelse af støjskærmstype**	Afsnit 12
6	**Myndigheder, der skal godkende eller tage stilling til projektet**	Afsnit 14
7	**Overslag over anlægsudgifter inkl. projektering og tilsyn**	Afsnit 20
8	**Overslag over udgifter til drift og vedligeholdelse**	-

Nr.	Tegninger og beskrivelser	Henvisning
9	**Forslag til fordeling af udgifter**	Såfremt flere parter skal bidrage til støjskærmens finasiering
10	**Tidsplan**	-

Figur 1-2. Oversigt over de tegninger og beskrivelser, der kan foreligge efter forprojekt/skitseprojekt.

1.2 Projekteringsfase

Grundlaget for projekteringsfasen er resultaterne fra planlægningsfasen sammen med beslutninger og tilbagemeldinger fra bygherre, myndigheder, naboer og andre interessenter.

I projekteringsfasen fastlægges de endelige tekniske detaljer for støjskærmen samt detaljer om arealerhvervelse og deklarationer mv. Desuden omfatter projekteringsfasen, at der udarbejdes et udbudsmateriale.

Figur 1-3 er en oversigt over de aktiviteter, der bør gennemføres i projekteringsfasen.

Nr.	Aktivitet	Henvisning
1	**Udføre statiske og geotekniske beregninger**	Afsnit 16
2	**Udføre miljørigtig projektering**	Afsnit 13.4.7 og 18
3	**Udarbejde liste over lodsejere, der skal have tinglyst deklarationer**	Afsnit 7.1 og 10.1
4	**Udarbejde tegninger med konstruktionsdetaljer mv.**	-
5	**Indtænke arbejdsmiljø i udførelse og drift. Udarbejde plan for sikkerhed og sundhed**	Afsnit 18
6	**Udarbejde udbudsdokumenter med tidsplan og overslag**	Afsnit 21.1
7	**Opstille prøveskærm**	Kan være relevant i større projekter med specialdesignede støjskærme. Omtalt i afsnit 16.5
8	**Gennemføre eventuelle arealerhvervelser og tinglyse eventuelle ejendomsdeklarationer**	Afsnit 7.1
9	**Informere naboer**	Afsnit 6

Figur 1-3. Oversigt over aktiviteter, der kan gennemføres i projekteringsfasen.

2 BEGREBER OG FORKORTELSER

2.1 Begreber og deres betydning

Begreb	Betydning
CE-mærkning	Når en fabrikant CE-mærker et produkt, erklærer han på eget ansvar, at produktet er i overensstemmelse med alle lovkrav for CE-mærkning. Dermed garanterer han, at det pågældende produkt må sælges i hele det Europæiske Økonomiske Samarbejdsområde (EØS). EØS dækker EU samt Norge, Island og Liechtenstein.
CO_2-aftryk	CO_2-aftrykket er en omtrentlig angivelse af et produkts CO_2-udledning, som fremstillingen, opstilling, drift mv. giver anledning til.
Differenskort	Et differenskort er et kort, der viser forskellen mellem to situationer fx mellem eksisterende forhold og fremtidige forhold.
Genefaktor	Genefaktoren (G) for en bolig er et tal, der er et udtryk for støjgenen ved et bestemt støjniveau. Fx er genefaktoren for en bolig, der udsættes for L_{den} 76 dB lig med 1,0. Ved L_{den} 60 dB er genefaktoren lig med 0,1. Det betyder, at genefaktoren for én bolig, der udsættes for 76 dB, er den samme som for 10 boliger, der udsættes for 60 dB.
Nord2000	Beregningsmodel til støjkortlægning, der anvender en 3-dimensional topografisk model som grundlag for beregningerne.
Partshøring	Partshøring er kravet om, at en part skal høres og have mulighed for at komme med udtalelse, før der kan træffes afgørelse i en sag hos en offentlig myndighed. Hovedreglerne for parthøring er beskrevet i forvaltningslovens § 19. Der er visse krav til, hvornår parthøring skal finde sted
Planloven	Planloven skal sikre, at den sammenfattende planlægning forener de samfundsmæssige interesser i arealanvendelsen og medvirker til at værne om landets natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og planteliv
Sikkerhedszone	Sikkerhedszonen er det areal uden for køresporet, der er fri for faste påkørselsfarlige genstande og udformet således, at et køretøj, der utilsigtet forlader køresporet, ikke vælter.
Støjhandlingsplan	En støjhandlingsplan indeholder bl.a. oplysninger om støj-belastningen fra veje og principper for arbejdet med at forebygge og reducere støjen, samt en beskrivelse af gennemførte og mulige støjreducerende tiltag langs vejnettet. I støjhandlingsplanen er der på baggrund af en screening af nettet udpeget særligt støjbelastede boligområder.
Støjkort	Et støjkort giver et overblik over støjforholdene i et område.
VVM-screening	En VVM-screening, også benævnt VVM-redegørelse eller VVM-undersøgelse, er en miljøvurdering af planer, programmer og projekter, som kan få væsentlig indvirkning på miljøet.

2.2 Forkortelser og deres betydning

Forkortelse	Betydning
BBR	Bygnings- og Boligregistret
dB	decibel
dB(A)	decibel, der er A-vægtet, dvs. tilpasset det menneskelige øres opfattelse af lyd
CE	Conformité Européenne
DL_α	Enkeltnummervurdering af lydabsorptionsværdien udtrykt som en forskel i A-vægtede lydtrykniveauer i decibel og er en middelværdi for skærmens lydabsorberende evne i frekvensområdet 100 – 5.000 Hz
DL_R	Enkeltnummerklassificering af luftbåren lydisoleringsværdien, udtrykt som forskellen i A-vægtede lydtrykniveauer i decibel og er en middelværdi for skærmens lydisolerende evne i frekvensområdet 100 – 5.000 Hz
DS	Dansk Standard
EN	Europäische Norm
FAQ	Frequently Asked Questions (ofte stillede spørgsmål)
FPC	Factory Production Control
G	Genefaktor
L_{den}	Day-Evening-Night Level
NPD	No Performance Determined
PSS	Plan for sikkerhed og sundhed
PSS-P	Plan for sikkerhed og sundhed - paradigme
SBI	Statens Byggeforskningsinstitut
SBT	Støjbelastede boliger og støjbelastningstal
SRS	Støjreducerende slidlag
VVM	Vurdering af virkning på miljøet
ÅDT	Årsdøgntrafik
h	Konstruktionens højde
l	Længde af vandret konstruktion
z	Højde over terræn
c_s	Størrelsesfaktor
c_d	Dynamisk faktor
c_{dir}	Retningsfaktor
c_p	Formfaktor for vindtryk
$c_{p,net}$	Resulterende formfaktor for vindtryk dvs. nettovindtryk
α	Skærmvinkel
φ	Tæthedsgrad

3 PLANLÆGNINGSFASE

De grundlæggende forudsætninger for et støjskærmsprojekt bør være afklaret fra starten, da de vil påvirke hele projektprocessen. Det har fx stor betydning for dimensionering af en støjskærm, om den etableres for at opfylde formelle krav ved nyanlæg, eller om den indgår i en indsats for at reducere eksisterende støjgener bedst muligt.

3.1 Regel- og lovgrundlag

Nyanlæg og væsentlige ændringer af veje er omfattet af reglerne om VVM i Planloven. Det indebærer, at der skal ske en samlet vurdering af de støjmæssige konsekvenser af et vejprojekt. Selv om der ikke er fastsat grænseværdier for støj fra veje, tilstræber både Vejdirektoratet og kommuner at overholde Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier. Det gælder både ved nyanlæg og udvidelse af eksisterende veje.

Lokalplaner, der udlægger arealer til støjfølsom anvendelse, skal indeholde bestemmelser om støjafskærmning, så området sikres mod støjgener i fremtiden. I praksis betyder det, at Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for støj fra veje skal overholdes.

Uddrag af Planloven, § 15 a:
En lokalplan må kun udlægge støjbelastede arealer til støjfølsom anvendelse, hvis planen med bestemmelser om etablering af afskærmningsforanstaltninger m.v., jf. § 15, stk. 2, nr. 12, 18 og 21, kan sikre den fremtidige anvendelse mod støjgener.

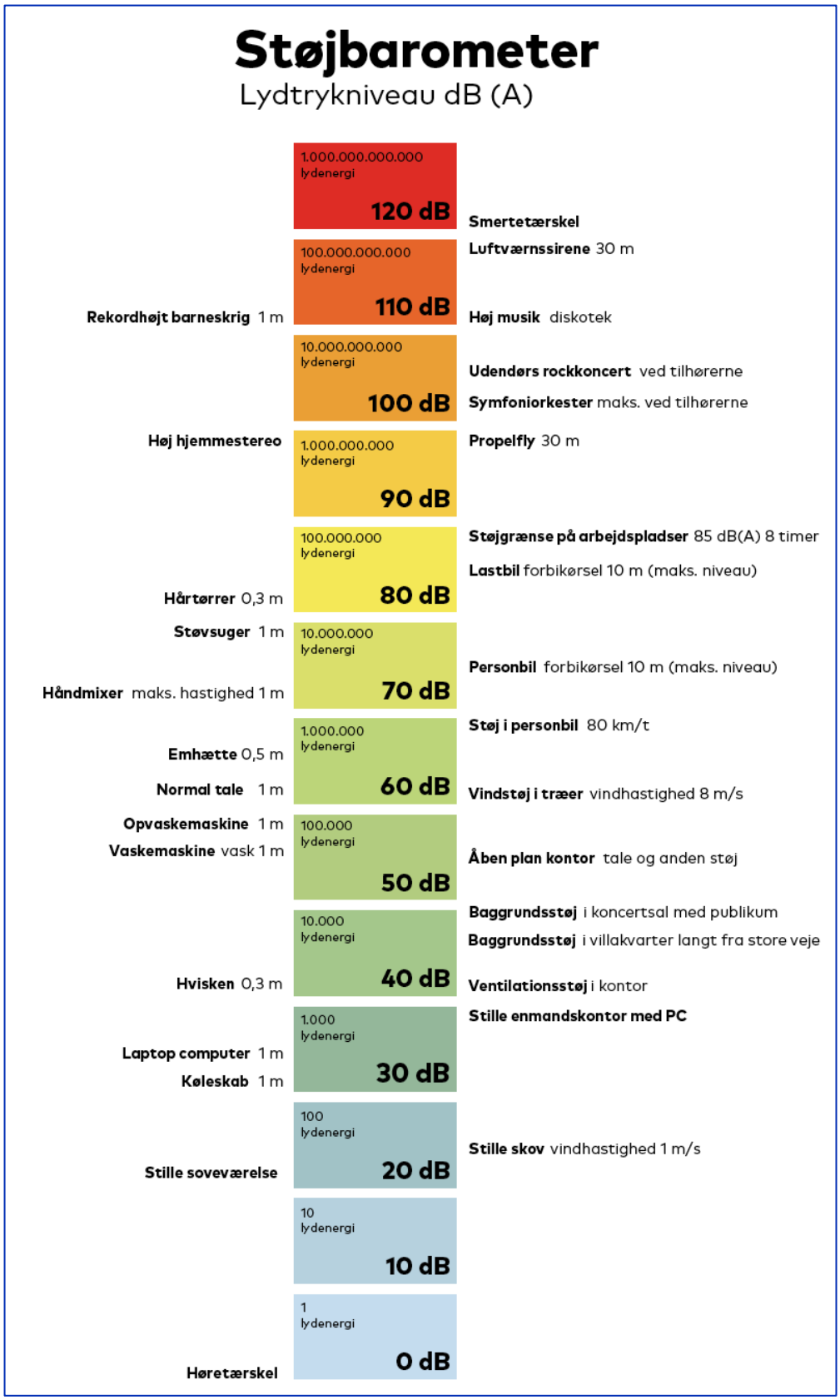
Kilde: Lov om planlægning, LBK nr. 937 af 24. september 2009.

3.2 Målestok for vejstøj

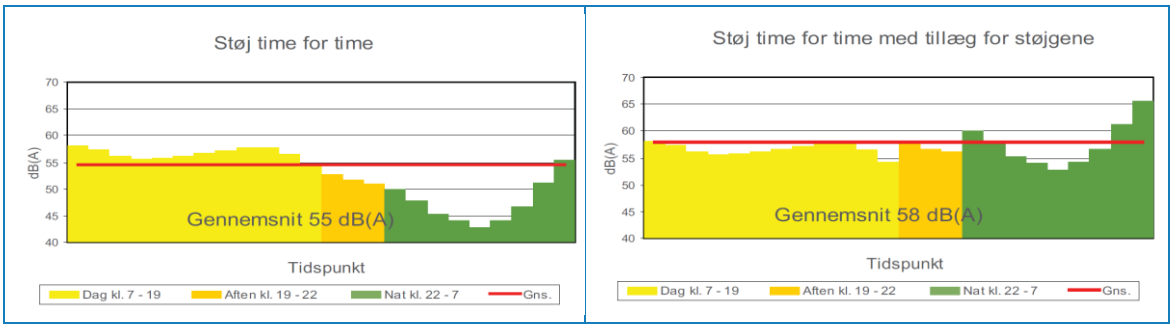
Støj måles og beregnes som et lydtrykniveau med enheden dB (decibel). 0 dB svarer til den svageste lyd et menneske kan høre. 120 dB er smertegrænsen. Når dB-niveauer anføres som dB(A), betyder ”(A)”, at støjniveauet er tilpasset den måde, et menneske oplever støjen på, hvor vi ikke hører den lavfrekvente del lige så tydeligt som den højfrekvente del. Vejstøjniveauer er altid A-vægtede, også selv om der blot skrives dB.

Vejstøjniveauer angives desuden som en gennemsnitlig årsdøgnværdi, L_{den} i dB. L_{den} er en forkortelse for Day-Evening-Night Level, der er en fælles europæisk enhed for støj. L_{den}-niveauer er A-vægtede. Ved beregning af L_{den} indgår, at støj om aftenen og om natten opleves som mere generende end om dagen. Det betyder i praksis, at støjen beregnes separat for dagperioden (kl. 07 - 19), for aftenperioden (kl. 19 - 22) og for natperioden (kl. 22 - 07). Der tillægges 5 dB i aftenperioden og 10 dB i natperioden, før det gennemsnitlige støjniveau, L_{den}, beregnes.

Vejstøjniveauet, L_{den}, er en årsmiddelværdi på basis af årsdøgntrafikken. Ved beregning af L_{den} indgår desuden vejrets påvirkning af lydudbredelsen. Det betyder, at de beregnede støjniveauer 200 – 300 meter øst for en vej typisk vil være 1 – 2 dB højere end de tilsvarende niveauer i samme afstand vest for vejen.



Figur 3-1. Støjbarometer med eksempler på forskellige støjniveauer. Kilde: Trafikstøj – et overset samfundsproblem. En hvidbog om løsninger og udfordringer, maj 2016 .



Figur 3-2. Trafikken og dermed støjen varierer over døgnet. Til venstre er vist et typisk forløb over et døgn, hvor støjen er opgjort som et gennemsnit time for time. Gennemsnittet for hele døgnet er i dette tilfælde 55 dB. Til højre er støjen om aftenen tillagt 5 dB og om natten 10 dB. Dermed bliver gennemsnittet for hele døgnet 3 dB højere, 58 dB, eller L_{den} 58 dB. De to figurer viser typiske variationer i støjniveauet langs en vej over et døgn. Kilde: Introduktion. Støj fra vejtrafik – Vejdirektoratets arbejde med støj, rapport 370, december 2010.

3.2.1 Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier

Miljøstyrelsen har fastsat vejledende grænseværdier for vejstøj i forskellige områdetyper. Ved nyanlæg og udbygning af eksisterende veje er det praksis, at Vejdirektoratet og kommunerne tilstræber at overholde Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier, når vejen passerer samlede boligområder, og hvor det i øvrigt er teknisk muligt og økonomisk rimeligt.

Områdetype	Grænseværdi L_{den} i dB
Rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder, campingpladser, fredede naturområder o.l.	53
Boligområder, børnehaver, vuggestuer, skoler og undervisningsbygninger, plejehjem, hospitaler o.l. Desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og parker.	58
Hoteller, kontorer mv.	63

Figur 3-3. Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier for vejtrafikstøj. Kilde: Støj fra veje, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2007.

De forskellige områdetyper i Figur 3-3 har forskellig støjfølsomhed og derfor også forskellige vejledende grænseværdier.

Arealer til fx sportsudøvelse betragter Miljøstyrelsen ikke som specielt støjfølsomme. Campingpladser nær byområder eller særlige pladser i direkte tilknytning til motorveje betragter Miljøstyrelsen som mindre støjfølsomme.

Områder til boligformål, institutioner med eller uden overnatning som skoler og andre undervisningsbygninger, børnehaver o.l., samt hospitaler og pleje- og behandlingshjem har alle samme støjfølsomhed med en vejledende grænseværdi på L_{den} 58 dB. Samme vejledende grænseværdi anvender Miljøstyrelsen for parker og udendørs opholdsarealer, for kolonihaver, hvor det er tilladt at overnatte, og for nyttehaver. Der kan dog være undtagelser for nyttehaver, hvor det ikke er muligt at overnatte.

Den vejledende grænseværdi for områder udlagt til liberale erhverv, hvor der ikke er boliger, er L_{den} 63 dB. Områdetypen omfatter blandt andet kontorer, hoteller og tilsvarende.

Vær opmærksom på, at støjgrænser ved planlægning altid gælder for udendørs opholdsarealer. Der kan også være tale om, at de skal være overholdt på alle bygningsfacader.

Når støjskærme langs eksisterende veje indarbejdes i lokalplaner, er det oftest nødvendigt at inddrage vejmyndigheden (kommunen eller Vejdirektoratet). Det skyldes, at der kan være trafiksikkerhedsmæssige hensyn eller andre hensyn til vejen, som skal respekteres.

3.2.2 VVM - screening

Ved etablering af støjskærme langs eksisterende veje kan der være krav om, at selve støjskærmen skal VVM-screenes. Årsagen er, at en støjskærm kan være en barriere for faunaen. Der er ingen klare retningslinjer om proceduren, så Naturstyrelsen bør konsulteres ved hvert enkelt projekt.

3.2.3 Partshøring

Hvis støjskærmen placeres tæt på beboelsesbygninger og vil medføre en mærkbar påvirkning af naboejendomme (fx visuelt eller skyggekast), bør der gennemføres en partshøring. Partshøringen skal sikre, at projektet får en udformning, som kan tilgodese både projektet og naboerne mest muligt.

Der er imidlertid ingen faste regler for, hvornår en parthøring skal gennemføres. Derfor er det en konkret vurdering i hvert enkelt tilfælde om en høring skal gennemføres, hvornår det skal ske, og hvilke ejendomme der skal indgå i høringen.

3.3 Forskellige planlægningssituationer

3.3.1 Nye vejanlæg, ombygninger eller vejudvidelser

VVM-tilladelser kan indeholde formelle bestemmelser om grænseværdier for støj, der nødvendiggør støjskærme og derfor også påvirker støjskærmens placering og dimensioner. Der kan også være krav eller beslutninger om specifikke foranstaltninger, fx støjskærme på en given strækning.

I statslige vejprojekter kan anlægsloven indeholde krav om foranstaltninger til nedbringelse af støj. Det er normal praksis i disse projekter, at støjskærme anvendes ved sammenhængende boligområder (inkl. hospitaler, plejehjem o. lign.) samt skole og daginstitutioner. Det samme gælder sammenhængende sommerhusområder og kolonihaveområder med overnatning Støjskærme etableres normalt ikke ved erhverv, enkeltliggende ejendomme i det åbne land, rekreative arealer eller naturområder.

Der er ingen faste grænseværdier for støj fra nye vejanlæg, som automatisk kan udløse krav om etablering af støjskærme, men det er normalt hensigten at overholde Miljøstyrelsens vejledende grænseværdier (se Støj fra veje, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2007).

3.3.2 Støjhandlingsplaner, trafikplaner og andre strategier

Støjskærme kan også etableres som følge af kommunale eller statslige handlingsplaner eller af private bygherrer på eget initiativ. Der er ingen lovgivningsmæssige krav til effekten af disse projekter (se dog afsnit **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** om støjvolde), og det er derfor yndighedens eller bygherrens egne målsætninger, der anvendes.

3.3.3 Private projekter

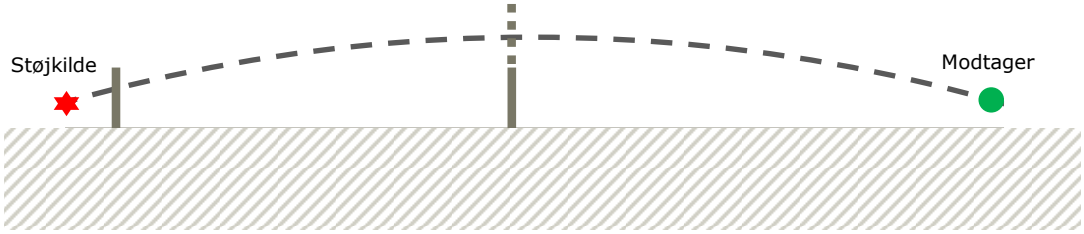
Ejere af individuelle ejendomme kan enkeltvis eller i samarbejde med naboejendomme vælge selv at etablere støjskærme. Disse projekter skal overholde den samme lovgivning som andre støjskærmprojekter, men kan også være underlagt yderligere lovgivning, fx hegnsloven. Private bygherrer med planer om støjskærme eller støjvolde anbefales først at kontakte kommunen for at få afklaret lokale rammer og betingelser.

3.4 Virkemåde af støjskærm

I den første fase af et muligt støjskærmprojekt er det en god idé at danne sig et overblik over, hvor høj og lang støjskærmen skal være, hvor den bør placeres, og hvor meget den vil dæmpe støjen.

Den vigtigste tommelfingerregel om støjskærme er, at de ikke kan fjerne støjen, men kun dæmpe den. Det er vigtigt, at denne information formidles til de berørte naboer, så der ikke opstår urealistiske forventninger om virkningen af et støjskærmprojekt.

Støjen udbreder sig bedst med vinden i retningen fra støjkilden til modtageren. Lydbanerne krummer nedad, så en placering af skærmen midt mellem støjkilde og modtager er derfor den dårligste. Derimod er en placering tæt på enten støjkilden eller modtageren bedre (se Figur 3-4).



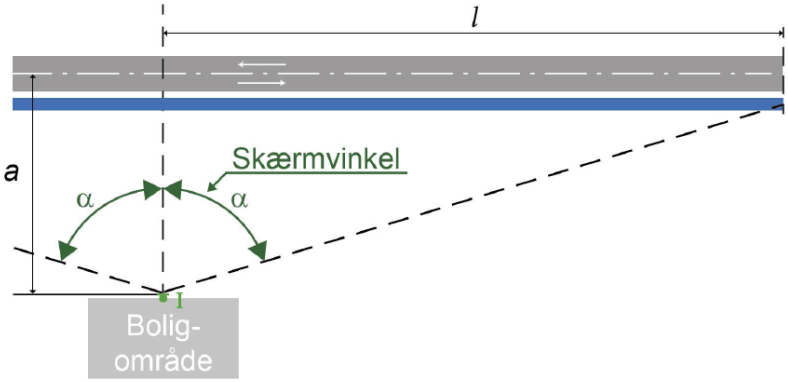
Figur 3-4. Vinden får lydbanerne til at krumme nedad i vindretningen. I medvind fra støjkilde til modtager vil de krumme lydbaner betyde, at jo tættere en støjskærm står på støjkilden (eller modtageren), jo bedre virker den.

De krumme lydbaner betyder også, at en støjskærm virker bedst på støjen fra vognbanen nærmest støjskærmen, og mindre godt på støjen fra den fjerneste vognbane. I praksis har støjen fra den fjerneste vognbane størst betydning for støjen hos naboerne, når støjskærmen er opført. Denne egenskab betyder, at skærme langs motorveje alt andet lige skal være højere end skærme langs tosporede veje. På en motorvej er der jo større afstand mellem støjskærmen og den fjerneste vognbane end på den tosporede vej.

Støjskærme skal ofte strække sig mere end 45° ud til begge sider i forhold til boligerne.

Da en støjskærm ikke er uendelig lang, vil der komme støj ind fra siderne. Skærmviklen α (se Figur 3-5) er det vinkelområde, som støjskærmen dækker set fra boligen. Vinklen skal ofte være 60° eller mere for at opnå en mærkbar skærmvirkning. Ved en vinkel på 45° er der så meget støj fra de uafskærmede dele af vejen, at støjskærmen normalt ikke kan dæmpe støjen med mere end 3 dB,

selvom skærmen er meget høj. På Figur 5-2 kan man se, hvordan støjskærmens virkning er mindst nær enderne og størst midt på strækningen.



Figur 3-5 Plan med skærmvinklen α. En skærmvinkel på 45° svarer til en forlængelse af skærmen med l = a forbi boligen. 60° svarer til l = 1,7 x a og 75° svarer til l = 3,7 x a. Kilde: Effektiv planlægning af skærme mod trafikstøj – Støjskærmes virkning på årsmiddelværdier, rapport 429/2013, Vejdirektoratet, 2013.

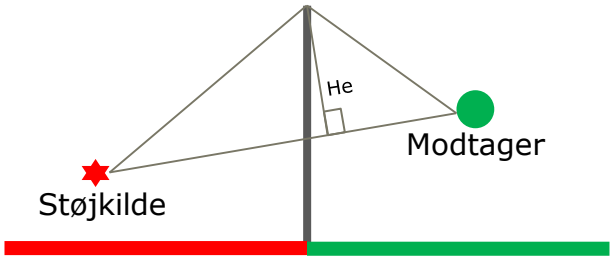
3.4.1 Skærme højere end 4 meter

Hvis skærmvinklen er 75°, stiger støjskærmens virkning med højden indtil den er ca. 4 meter. Højere skærme har ofte lille eller begrænset ekstra virkning, medmindre skærmvinklen øges yderligere.

Hvis skærmvinklen er tæt ved 90° (det vil i praksis sige situationer, hvor støjskærmen står tæt på boligerne og strækker sig langt ud til begge sider (fx boliger i første husrække tæt ved en vej), kan man regne med følgende maksimale støjdæmpning:

Skærm langs motorvej	:	Skærmen dæmper støjen med ca. 2 dB pr. meter effektiv skærmhøjde (se Figur 3-6) op til 4 meter, og derefter 1 dB pr. meter effektiv skærmhøjde. Eksempel: 5 meter skærm dæmper støjen 2 x 4 + 1 = ca. 9 dB.
Skærm langs 2 sporet vej	:	3 – 5 dB større dæmpning end en skærm langs en motorvej på grund af den kortere afstand til støjkilderne. Eksempel: 5 meter skærm dæmper støjen 2 x 4 + 1 = ca. 9 dB plus 3 – 5 dB, dvs. 12 – 14 dB.

Hvis skærmvinklen er 75°, vil disse dæmpningsværdier blive reduceret til tre fjerdedele (eksempel: 5 meter skærm langs en motorvej dæmper støjen ca. 9 dB x 0,75 = ca. 7 dB).

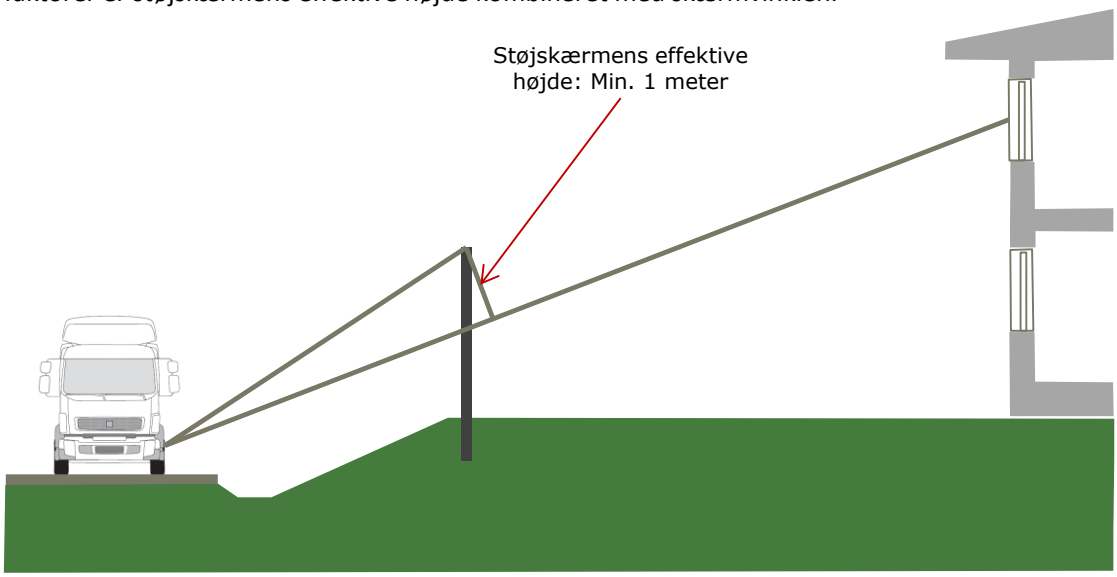


Figur 3-6. Den effektive højde af en støjskærm, H_e, er skærmkantens afstand fra linjen mellem støjkilden (der er placeret få centimeter over vejbanen) og modtageren (fx ved boligen 1,5 meter

over terræn). Kilde: Effektiv planlægning af skærme mod trafikstøj – Støjskærmes virkning på årsmiddelværdier, rapport 429/2013, Vejdirektoratet, 2013.

Støjskærme virker især for opholdsarealer på terræn, ved boligens stueetage og ved 1. sal

Medmindre der anvendes meget høje støjskærme, kan man ikke regne med, at en skærm har mærkbar virkning ved etager over 1. sal. Man vil dog ofte opleve, at den opnåede støjdæmpning (forskellen i dB med og uden støjskærm) er større ved 1. sal end ved stueetagen. De afgørende faktorer er støjskærmens effektive højde kombineret med skærmvinklen.



Figur 3-7. Støjskærme har normalt kun virkning på opholdsarealer på terræn og ved boligernes nederste etager. Det er en tommelfingerregel, at støjskærmens effektive højde skal være mindst 1 meter for, at man kan opnå en mærkbar dæmpning af støjen.

3.5 Placering af støjskærme

Det anbefales at formulere en målsætning for projektet med afsæt i skærmprojektets forudsætninger, planlægningssituationen og grundlaget for udpegning af det konkrete projekt.

Støjskærmen skal begrænse støjen for flest mulige boliger i boligområdet afgrænset af X-vej og Y-vej. Skærmprojektet skal især dæmpe støjen ved stærkt støjbelastede boliger (over L_{den} 68 dB)

Skærmen skal sikre, at ingen boliger og institutioner i området udsættes for vejstøj over L_{den} 58 dB på opholdsarealer og ved stuetagen.

Skærmen skal inden for rimelige dimensioner (fx højde 4 meter) have en mærkbar virkning i boligområdet.

Skærmen skal sikre, at mindst 30 % af boligerne i området opnår en mærkbar reduktion af støjen på mindst 5 dB.

Skærmen skal sikre, at erhvervsområdets udendørs opholdsarealer ikke udsættes for støj, der overstiger L_{den} 58 dB, og den skal sikre, at kontorfacader ikke udsættes for støj over L_{den} 63 dB.

Støjskærmen skal indpasses i områdets arkitektur og visuelle udtryk.

Figur 3-8. Eksempler på målsætninger for et støjskærmprojekt.
Målsætningen bør forholde sig til de reelle muligheder og sikre, at information om projektet ikke skaber urealistiske forventninger. Det kan vise sig, at målsætningen skal justeres, når der senere i planlægningsforløbet fremkommer nye oplysninger om muligheder for placering, terrænforhold mv.

3.5.1 Indledende besigtigelse og registrering

Den indledende besigtigelse og registrering skal først og fremmest afklare, om det overhovedet er teknisk muligt at placere en skærm på strækningen. Den skal desuden identificere fysiske forhindringer, der eventuelt skal flyttes eller ombygges. Besigtigelsen kan danne grundlag for overslagsmæssige støjberegninger og anlægsoverslag.

Nr.	Registrering	Bemærkning
1	**Skelforhold**	Afklaring af skellets præcise beliggenhed. Det er hensigtsmæssigt, at hele skærmen, inkl. fundamentet, står på vejarealet. Den betyder, at skærmens linjeføring (centerlinje) bør være mindst 40 cm fra skel. Der bør også afsættes ca. 1½ meter plads mellem støjskærmen og skel, hvor vejmyndigheden har fri adgang til vedligeholdelse. Hvis pladsen ikke er til rådighed, kan der være behov for at udlægge servitut på naboarealet, som sikrer adgang. Vær opmærksom på, at støjskærmens naboer ofte vil have stor interesse i den fremtidige vedligeholdelse af arealer på skærmens naboside. Også vilkår for brugsret af et vejareal mellem skel og støjskærm kan være et vigtigt tema for naboerne.
2	**Fredede områder**	Fredningsbestemmelser kan påvirke mulighederne for etablering af en støjskærm.
3	**Adresseoplysninger**	Beboere, ejere og virksomheder på begge sider af vejen.
4	**Bebyggelsens karakter på begge sider af vejen**	Bolig/erhverv/institutioner/kolonihaver osv. Der kan være forskellige støjfølsomheder i området (se afsnit 3.2.1 om støjfølsomhed og grænseværdier). Hvis der er støjfølsom bebyggelse på den anden side af vejen, bør lydabsorberende støjskærme overvejes, så genboerne ikke generes af reflekteret lyd. Grundlaget er data fra BBR samt observationer på stedet.
5	**Antal etager**	Støjskærmen vil normalt ikke have virkning på etager over 1. sal.

Nr.	Registrering	Bemærkning
6	**Facadeforhold (udkørsler)**	Støjskærmen vil i praksis være uden virkning, hvis der skal være mange åbninger til udkørsler. Særlige forhold ved enkelte ejendomme kan påvirke skærmes udstrækning (fx ved etablering af vinger på skærmen, se Figur 7-2) eller kræve omlægning af udkørsler.
7	**Behov for passage**	Stier og passager har ofte stor værdi for beboerne. De kan ofte kun registreres på stedet. Det er praktisk muligt at etablere stigennemføringer i et skærmforløb, men det kræver ekstra plads (se Figur 3-10). En dør kan i særlige tilfælde også være en løsning. Er skærmen meget lang, kan der være brug for flugtveje. Adgang til skærmens naboside for drift og vedligehold kan kræve adgang gennem en dør eller lignende.
8	**Skrænter og grøfter**	Hvis der er en skrænt, bør skærmen placeres på toppen eller ved foden af skrænten. Skærmens placering på toppen eller ved foden af en skrænt har støjmæssige og visuelle konsekvenser. Støjhensynet kan betyde, at den nødvendige skærmhøjde ikke er ens for de to placeringer. Grøfter skal friholdes eller rørlægges. Bliver der arealer foran eller bagved skærmen, som kræver vedligeholdelse og afklaring af ejerforhold og brugsret?
9	**Eksisterende hegn**	Er der eksisterende hegn, og skal eller bør de fjernes?
10	**Eksisterende og ny beplantning**	Er det nødvendigt at fjerne eksisterende beplantning? Beplantning kan være i vejen for skærmen og anlægsarbejdet, når skærmen skal etableres. Kraftigt skyggende beplantning kan fremme algevækst på støjskærmen og dermed øge behovet for vedligeholdelse. Beplantning, der med vinden slår mod skærmen, kan medføre synligt slid.

Nr.	Registrering	Bemærkning
11	**Eksisterende afvandingsforhold**	Støjskærmen slutter tæt mod terræn og kan derfor forstyrre eksisterende afvandingsforhold. I så fald kan der blive behov for særlige foranstaltninger.
12	**Eksisterende og nye bygværker**	Montering af en støjskærm på et bygværk - fx en bro - kræver særlige løsninger og vil påvirke anlægsoverslaget.
13	**Identificere evt. bevaringsværdige bygværker**	Det kan være tilfældet, at støjskærmen ikke må påvirke bygværker af denne type. Et eksempel på disse bygværker er milepæle.
14	**Eksisterende ledninger i jord**	Oplysninger findes i LER (Ledningsejerregistret). Der kan være konflikt i forhold til fundering og adgang til ledninger. Eventuelt kan det være nødvendigt at anvende særlige funderingsmetoder eller omlægning af ledninger. Bemærk, at LER ikke indeholder oplysninger om afvandingsledninger til intern afvanding af vejen.
15	**Cykelsti, fortov**	Kan skærmen stå mellem vej og stier, eller skal den stå mellem naboskel og stierne?
16	**Holdepladser, buslommer mv.**	Kan påvirke skærmforløbet. Måske kan de flyttes.
17	**Inden for/uden for sikkerhedszone (behov for autoværn)**	Oplysning om vejens sikkerhedszone skal afklares hos vejbestyrelsen. Hvis skærmen skal stå i sikkerhedszonen, skal der være plads til etablering af autoværn (se håndbogen ”Autoværn og tilhørende udstyr”). Et eventuelt autoværn har konsekvenser for projektets anlægsoverslag.
18	**Skilte, autoværn og andet vejudstyr**	Er der mulige konflikter med støjskærmen? Kan det blive nødvendigt at flytte skilte? Noget vejudstyr kan være bevaringsværdigt, fx milepæle.
19	**Vejbelysning**	Kan skærmen påvirke eksisterende belysning på veje eller stier (fx ved placering mellem vej og cykelsti)?
20	**Skyggekast**	Kan skyggekast skabe ulemper for naboer og trafikanter? Skal der evt. arbejdes med transparente løsninger?
21	**Lysrefleksioner (blænding)**	Er der risiko for, at lysreflekterende overflader kan medføre gener for naboer eller trafikanter? Det kan være et problem ved store ubrudte glasflader og ved skærme placeret i kurver.
22	**Særlig risiko for hærværk og graffiti**	Hvis det er let at færdes uset ved skærmen, kan der være øget risiko for hærværk og graffiti. Det kan påvirke materialevalg.

Nr.	Registrering	Bemærkning
23	**Fotos**	Ved besigtigelsen vil det være nyttigt at gennemfotografere strækningen og naboområderne. Billederne kan bl.a. bruges i dialogen med naboerne.

Figur 3-9. Tjekliste til indledende besigtigelse og registrering af en skærmstrækning.

Baseret på den indledende besigtigelse og registrering kan en eller flere mulige linjeføringer udpeges og anvendes som grundlag for støjberegninger og dialog med naboerne. Yderligere overvejelser om placeringen kan ske under projekteringen.

3.5.2 Overlappende støjskærme ved stigennemføring (sluser)

En stigennemføring kan etableres uden væsentligt tab af støjskærmens virkning ved at opbygge en sluse, hvor de to skærmhalvdele overlapper hinanden. Slusens længde (støjskærmenes overlap langs vejen) bør være 2 - 3 gange passagens bredde. En af lydslusens sider bør som udgangspunkt udføres med lydabsorberende overflader for at undgå, at støjen reflekteres mellem siderne og på den måde udbredes gennem slusen (se Figur 3-10). Det er imidlertid også muligt at etablere en effektiv sluse, som er helt uden lydabsorberende overflader. Det kan fx være aktuelt, hvis den valgte støjskærm er transparent. I den situation bør slusen alt andet lige være længere og ikke under 3 gange passagens bredde.

Figur 3-10. Eksempel på en stigennemføring udført som en lydsluse. Støjskærmenes overlap bør have en længde på 2 – 3 gange passagens bredde. Det er normalt tilstrækkeligt, at overfladen på den ene støjskærm er lydabsorberende på siden mod slusen. Denne skærmstrækning indeholder en række forskellige udformninger af stigennemføringer (Ring 4, København).

3.5.3 Støjskærme ved vejtilslutninger eller udkørsler

Særlige forhold ved enkelte ejendomme kan påvirke en støjskærms udstrækning. Enten ved en omlægning af udkørsler eller, hvis dette ikke er muligt, ved at forsyne støjskærmen med vinger, der sikrer, at hjørneejendommene også får gavn af støjskærmen.

Figur 3-11. Hvis der er behov for at afbryde støjskærmen for at opretholde en udkørsel eller en vejtilslutning, kan støjskærmen forsynes med vinger, der sikrer, at støjskærmen også giver støjreduktion ved hjørneejendommene (Ring 4, København).

3.5.4 Veje i afgravning

Ved veje i afgravning bør skærmen stå ved kanten af afgravningen. Selvom skærmen i dette tilfælde får en vis afstand til vejen, vil den normalt have større virkning end en skærm tæt på vejen, dvs. ved foden af afgravningen.

3.5.5 Veje ved påfyldning eller på dæmning

Ved veje i påfyldning eller på dæmning, bør skærmen stå på toppen af påfyldningen eller dæmningen.

Man må imidlertid forudse, at denne skærm kan have mindre virkning end en tilsvarende skærm langs en vej i niveau. Denne tendens bliver mere udtalt, jo højere dæmningen er. Derimod har en skærm på en bro samme virkning som en skærm langs en vej i niveau.

3.5.6 Veje med støjvolde

Støjvolde kan fx være en attraktiv løsning, hvis et vejprojekt har overskudsjord. Volde kan også være en nødvendig løsning, hvis der brug for en meget høj støjafskærmning.

Under særlige forhold kan man få tilladelse til at anvende lettere forurenet jord til støjvolde uden betaling af deponeringsafgift. Det forudsætter dokumentation for, at volden har en støjdæmpende virkning iht. Restproduktbekendtgørelsen.

Figur 3-12. Det kan undertiden være hensigtsmæssigt at kombinere støjvolde og støjskærme (Køge Bugt Motorvejen).

Uddrag af Restproduktbekendtgørelsen:
§ 2. I denne bekendtgørelse forstås ved:
4) Bygge- og anlægsarbejder: Etablering af veje, stier, pladser, støjvolde, ramper, diger, dæmninger, jernbaneunderbygning, ledningsgrave, terrænregulering, anlæg på søterritoriet samt opfyldning i gulve og under fundamenter.
§ 4. Restprodukter og jord i kategori 1 må uden tilladelse anvendes til bygge- og anlægsarbejder omfattet af bekendtgørelsen, jf. § 2, nr. 4, medmindre andet følger af lov om miljøbeskyttelse og den øvrige lovgivning.
§ 5. Restprodukter og jord i kategori 2 må uden tilladelse anvendes til bygge- og anlægsarbejder på de i bilag 3 nævnte betingelser, jf. dog § 6.

Bilag 3. Bygge- og anlægsarbejder hvortil restprodukter og jord i kategori 2 kan anvendes uden tilladelse: Støjvolde, krav ved anvendelse af kategori 2: Kommunal støjkortlægning der viser behov for støjdæmpning eller i forbindelse med vilkår i miljøgodkendelse af listevirksomheder.

Kilde: BEK. nr. 1662 af 21. december 2010. Bekendtgørelse om anvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder og om anvendelse af sorteret, uforurenet bygge- og anlægsaffald.

I øvrigt skal især følgende forhold overvejes ved etablering af jordvolde som støjafskærmning:

- Visuelle forhold
- Pladsforhold (jordvolde er pladskrævende og en vold skal typisk være højere end en støjskærm, fordi voldens top vil være længere fra vejen end støjskærmens top)
- Pris for erhvervelse af areal til støjvolden
- Jordpriser og priser for tilkørsel
- Hvis jorden er forurenet og skal leveres fra flere lokaliteter end det aktuelle projekt på stedet, vil der normalt være behov for godkendelse iht. Miljøbeskyttelseslovens § 33
- Hvis der anvendes forurenet jord, vil der være behov for VVM-screening eller VVM-redegørelse iht. Planloven
- En støjvold vil normalt kræve en lokalplan og en zonelovstilladelse, hvis volden skal anlægges i landzone.

3.5.7 Refleksioner

I teorien kan refleksionen fra en støjskærm give anledning til et svagt forøget støjniveau på den modsatte side af vejen, men i praksis vil afstanden fra støjkilde til støjskærm, og støjskærmens begrænsede udstrækning (højde og længde) medføre, at forøgelsen sjældent overstiger 1 dB, og som regel mindre. Risikoen for en forøgelse er størst, når støjskærmen står tæt på vejen. Det bør i hvert enkelt projekt undersøges ved støjberegninger eller en konkret vurdering, om en reflekterende støjskærm kan medføre et øget støjniveau hos naboer på vejens modsatte side.

3.6 Orienterende støjberegninger

De nordiske vejdirektorater har fået udarbejdet et enkelt redskab til orienterende beregning af vejstøj i en række typeeksempler. Redskabet hedder N2kR-TC (Nord2000 Road Type Cases), se Figur 3-13, og kan hentes gratis på hjemmesiden www.sintef.no/n2kr.

Ved beregning af vejstøj i Danmark bør anvendes "DK Year" og L_{den}. Vejens retning kan drejes, så der kan tages højde for de fremherskende vindretninger. Man kan også indtaste konkrete trafikdata. Støjen kan beregnes i forskellige afstande fra vejen, forskellige højder og for en række typeeksempler, fx med og uden støjskærm.

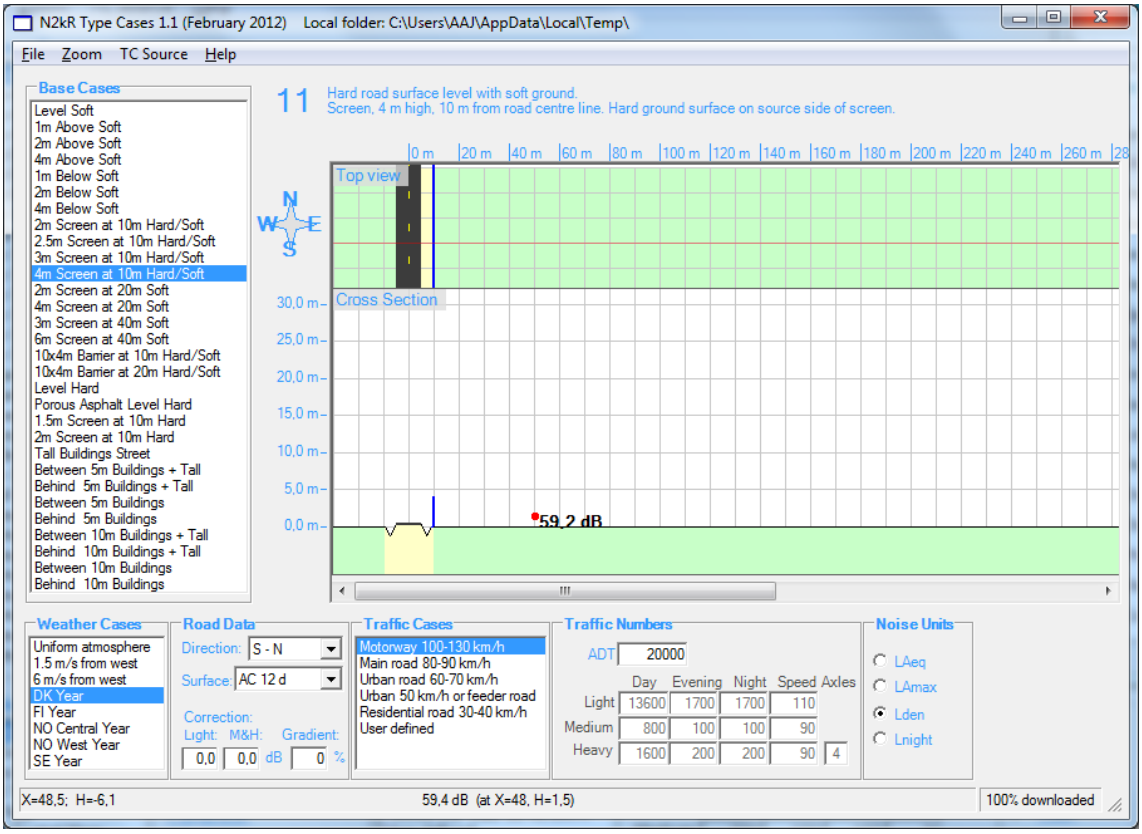
Husk, at støjskærmene i princippet er 'uendeligt lange', når der udføres beregningerne af N2kR-TC med "DK Year" og L_{den}. Derfor bør man efter Vejdirektoratets rapport 429/2013 "Effektiv planlægning af skærme mod trafikstøj" korrigere for skærmvinklen på følgende måde:

- Vinkel 75°: Skærmens virkning i dB skal reduceres til tre fjerdedele
- Vinkel 60°: Skærmens virkning i dB skal reduceres til det halve
- Vinkel 45°: Skærmens virkning i dB skal reduceres til en fjerdedel.

<u>Eksempel som vist på Figur 3-13</u>

Støjniveau uden skærm ("Level soft")	:	L_{den} 68,1 dB
Støjniveau med skærm ("4m Screen at 10m Hard/Soft")	:	L_{den} 59,2 dB
Skærmens støjdæmpende virkning	:	68,1 – 59,2 dB = Ca. 9 dB.

Ved en skærmvinkel på 75° reduceres støjskærmens virkning til ca. 7 dB og ved 60° til ca. 4,5 dB.



Figur 3-13. Programmet N2kR-TC til overslagsberegning af vejstøj fra www.sintef.no/n2kr.

3.7 Den oplevede virkning af ændringer i støjen

Figur 3-14 viser eksempler på ændringer i et trafikstøjniveau, mulige årsager til ændringen og en simpel beskrivelse af den oplevede virkning. Støjskærme kan under gode forhold reducere støjen, så der opleves en væsentlig og tydelig ændring – undertiden en halvering af den oplevede støj. Når en oplevet halvering af støjen (10 dB) som regel kræver en høj og lang støjskærm, hænger det sammen med, at skærmen faktisk skal fjerne 90 % af den lydenergi, der tidligere kunne udbrede sig frit over et boligområde.

En støjskærm påvirker støjniveauet, men der vil også ske en ændring af støjens karakter. Det skyldes, at skærmen har størst virkning på støjens høje toner (den højfrekvente del) og mindre virkning på støjens dybe toner (den lavfrekvente del). Dette fænomen kan fx betyde, at lastbiler bliver tydeligere i lydbilledet, selvom støjniveauet er lavere, fordi lastbiler udsender mere lavfrekvent støj end den øvrige trafik.

Dæmpning af støjen med:	Kan opnås ved at:	Ændringen opleves som:
1 dB	Fjerne 25 % af trafikken, eller sænke hastigheden med 10 km/h	En meget lille ændring, der ofte ikke kan høres
2 dB	Anvende støjreducerende asfalt, eller sænke hastigheden med 10 – 20 km/h	En netop hørbar ændring
3 dB	Fjerne 50 % af trafikken, eller sænke hastigheden med 20 km/h	En hørbar, men lille ændring

5 dB	Fjerne 65 % af trafikken, eller anvende støjskærm	En væsentlig og tydelig ændring
10 dB	Fjerne 90 % af trafikken, eller anvende høj støjskærm	En halvering af støjen
20 dB	Fjerne 99 % af trafikken eller bygge etageboliger med lukkede gårdrum	En meget stor ændring

Figur 3-14. Eksempler på hvordan og hvor meget støjen kan dæmpes ved forskellige virkemidler sammenholdt med den oplevede ændring. Det er en vigtig pointe, at en støjskærm ikke kan fjerne støjen, men kun dæmpe den. Mindre støj fra køretøjerne er også en mulighed, men det er et redskab, der udelukkende styres gennem internationale regler.

4 STØJKORTLÆGNING OG PRIORITERING

4.1.1 Beregning eller måling af vejstøj

Med kendskab til trafikken, vejen og landskabet kan det beregnes, hvor meget støj der kommer fra en vej. Beregninger kan på forhånd vise konsekvenser af ændringer, fx anlæg af en ny vej, ændring af en eksisterende vej eller etablering af en støjskærm. Vejstøjens udbredelse i landskabet og i byen kan vises på støjkort for forskellige situationer, der kan sammenlignes. Støjberegningerne kan også bruges til optælling af antallet af støjbelastede boliger i et område, fx med og uden en støjskærm.

Man kan også måle støjen med en støjmåler. Målinger fortæller kun, hvor meget støj der er, når man måler, og på det sted hvor man måler. Målingen fortæller således ikke, hvor meget støj, der er på et andet tidspunkt eller et andet sted i nærheden. Dens begrænsning er, at den ikke kan fortælle, hvad der sker, hvis trafikken ændrer sig, hvis man bygger vejen om eller etablerer en støjskærm. Målinger egner sig heller ikke til at kortlægge, hvordan støjen er fordelt i et større område. Derfor anvendes altid beregninger til kortlægning af vejstøj og til undersøgelse af fremtidige støjforhold omkring nye eller ombyggede veje, herunder planlægning og projektering af støjskærme.

Undertiden kan der dog være et ønske at supplere beregningerne med støjmålinger som en ekstra dokumentation af støjskærmens virkning.

Beregning af støj fra veje sker ved brug af de metoder og retningslinjer, der er beskrevet i Støjkortlægning og støjhandlingsplaner, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2006 og Støj fra veje, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2007. Endvidere anvendes Nord2000, Håndbog, Beregning af vejstøj i Danmark, rapport 434/2013, Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen.

I Danmark bruges beregningsmetoden Nord2000, der anvender en 3-dimensionel topografisk model som grundlag for beregningerne. Modellen skal bruge oplysninger om terrænforhold, om bygninger med deres højde og anvendelse, om støjskærme og volde samt om vejene og deres asfaltbelægninger. Desuden indgår for hver vejstrækning oplysninger om trafikmængden, andelen af tung trafik, trafikkens hastighed og dens fordeling over døgnet.

Støjberegninger har typisk brug for følgende grundlag:

- Digitalt kortgrundlag med:
  - Eksisterende veje
  - Bygningspolygoner (om muligt med højdeoplysninger)
  - Adressedata for bygninger
  - Højdedata i form af højdekurver eller højdepunkter
- BBR data om bygninger i området (bl.a. anvendelse, antal etager, adresser, koordinater)
- Eksisterende støjskærme og volde med koteoplysninger
- Vejbelægninger på strækningen (især, hvis der anvendes støjreducerende slidlag, SRS)
- Luftfotos
- Trafikalt grundlag:
  - Trafikmængde (årsdøgntrafik, ÅDT)
  - Fordeling på døgnet
  - Fordeling på køretøjskategorier (lette, tunge 2-akslede, tunge fler-akslede)
  - Hastighedsforhold

- Ved nye vejanlæg, desuden projektdata (i 3D):
  - Centerlinje for projektvejen inkl. ramper og krydsende veje
  - Vejkanter, inkl. brokanter
  - Skråningstop og -bund
  - Støttemure
  - Afgrænsning til eksisterende terræn.

Figur 4-1. Oversigt over de oplysninger, der typisk er brug for ved gennemførelse af støjberegninger. BBR-data og adressedata er normalt kun nødvendige i større projekter med mange berørte ejendomme.

Nord2000 tager desuden hensyn til de fremherskende vejrforhold, og de beregnede støjniveauer er ved støjkortlægning altid gennemsnitsværdier for et helt år. Resultater af støjberegninger kan foreligge som støjkort og støjniveauer på boligernes facader. Facadeniveauerne anvendes til optælling af antallet af støjbelastede boliger i et område.

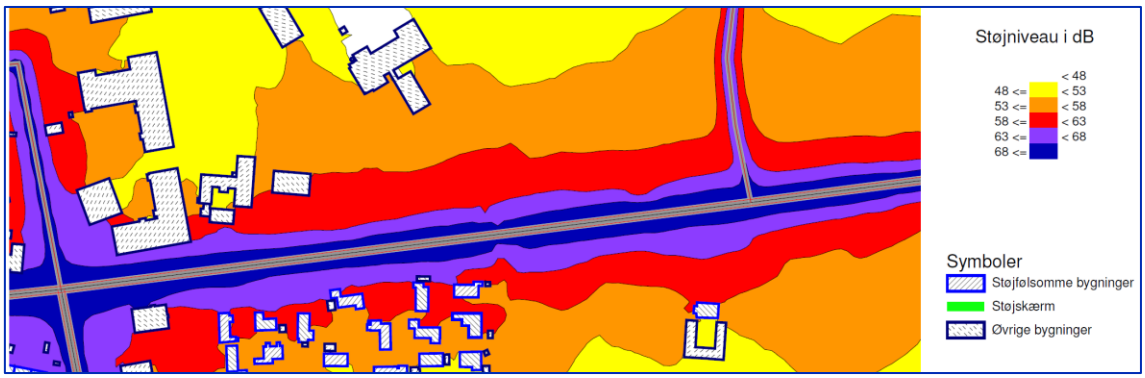
4.1.2 Trafikgrundlag

Oplysninger om trafikken er helt centrale forudsætninger for støjberegninger. Trafikoplysningerne kan være aktuelle data, når en støjskærm skal afhjælpe et eksisterende støjproblem, men i planlægningssituationer (nye vejanlæg, ombygning/udvidelse af eksisterende veje eller planlægning nye støjfølsomme områder) er det praksis at fremskrive trafikken 10 år. Fremskrivningen kan baseres på generelle forventninger om trafikudviklingen, men bør baseres på en konkret vurdering af den forventede udvikling for de vejstrækninger, der indgår i en undersøgelse. Det bør derfor undersøges om anden planlægning, fx trafikomlægninger, byudvikling eller nye vejanlæg, kan medføre store forskydninger i den fremtidige trafik.

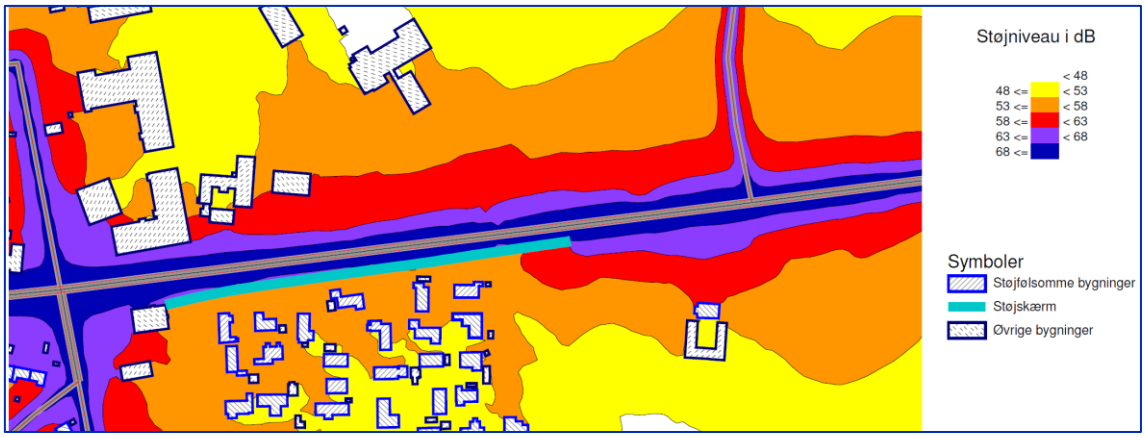
Hvis der ikke foreligger detaljerede oplysninger om trafikken, kan Nord2000, Håndbog, Beregning af vejstøj i Danmark, rapport 434/2013, Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen anvendes til estimering af trafikkens døgnfordeling mv.

4.1.3 Støjkort

Figur 4-2 og Figur 4-3 er eksempler på støjkort, der viser forholdene i et område med og uden en støjskærm.



Figur 4-2. Et støjkort giver overblik over støjforholdene i et område. Støjen beregnes normalt 1,5 meter over terræn med farvesignaturer i spring på 5 dB. I områder med orange farve er støjniveauet fx mellem 53 og 58 dB. I skillelinjen mellem orange og rød, er støjen 58 dB.



Figur 4-3. Dette støjkort viser forholdene i samme område som på Figur 4-2, men nu er det forudsat, at der er opført en støjskærm langs den øst-vestgående vej. Ved at sammenligne de to kort, kan man få et overblik over virkningen af en støjskærm på dette sted. For den enkelte beboer er det muligt at se, hvad der sker på og ved egen bolig. Det høje støjniveau bag skærmens østligste del illustrerer, hvorfor støjskærme skal føres et stykke forbi det boligområde, der skal beskyttes mod støj.

4.2 Støjbelastede boliger og støjbelastningstal (SBT)

En beregningsmodel kan også anvendes til beregning af støjniveauet på bygningernes facader. Ved at kombinere disse oplysninger med Bygnings- og Boligregisterets oplysninger om bygningernes anvendelse (BBR), kan man udarbejde en liste over alle boliger og andre bygninger i området med information om deres individuelle støjbelastning. Virkningen af en støjskærm kan derfor også opgøres som en ændring i antallet af boliger og andre støjfølsomme bygninger, der udsættes for støj. Det er almindelig praksis at arbejde med tre kategorier af boliger:

- Støj under L_{den} 58 dB — Ikke støjbelastet
- Støj mellem L_{den} 58 dB og L_{den} 68 dB — Støjbelastet
- Støj over L_{den} 68 dB — Stærkt støjbelastet.

Det vil ofte være et ønske, at en indsats for nedbringelse af støj især tager sigte på at begrænse støjen ved stærkt støjbelastede boliger.

Genefaktoren (G) for en bolig er et tal, der er et udtryk for støjgenen ved et bestemt støjniveau. Fx er genefaktoren for en bolig, der udsættes for L_{den} 76 dB, lig med 1,0. Ved L_{den} 60 dB er genefaktoren lig med 0,1. Det betyder, at genefaktoren for én bolig, der udsættes for 76 dB, er den samme som for 10 boliger, der udsættes for 60 dB.

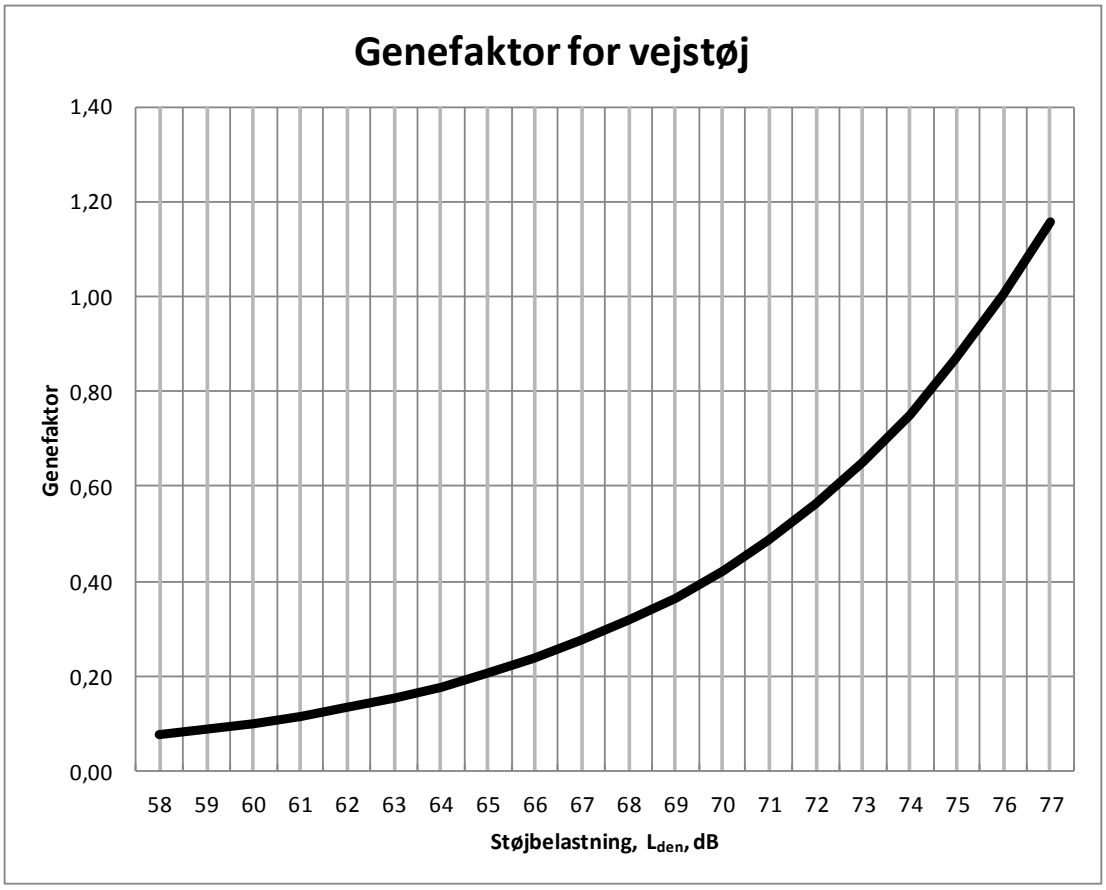
Genefaktoren for en bolig beregnes efter formlen:

$$G = 0{,}01 \times 4{,}22^{(L_{den}-44)/10}$$

L_{den} er støjniveauet ved boligen.

(Kilde: "Nyt støjbelastningstal til vurdering af vejtrafikstøj", Notat, Miljøstyrelsen, 5. februar 2010).

Summen af alle genefaktorer for alle boliger i et område kaldes støjbelastningstallet, der i ét enkelt tal er udtryk for den samlede støjgene i området.



Figur 4-4. Kurve over genefaktoren, der er et statistisk udtryk for den andel af befolkningen, der ved et bestemt støjniveau føler sig stærkt generet af støjen. I et område fastlægges støjbelastningen af hver enkelt bolig og den tilhørende genefaktor. Selvom der også under 58 dB er en genevirkning, er det almindeligt, at SBT kun beregnes for boliger, der udsættes for støj over den vejledende grænseværdi på 58 dB. Der er dog ingen regler, der forhindrer, at man i et givet projekt vælger at medtage genefaktorer for støj under 58 dB og dermed også tillægger disse støjgener betydning. Summen af alle genefaktorer i området kaldes Støjbelastningstallet, SBT, som dermed er et udtryk for den samlede støjgene i et område.

4.3 Prioritering

Hvis støjskærme er en del af en statslig eller kommunal handlingsplan, kan der være brug for at prioritere, hvordan de afsatte midler til støjskærme og eventuelle andre virkemidler skal bruges for at begrænse vejstøjen bedst muligt.

For strækninger, hvor en støjskærm er berettiget og i praksis mulig at gennemføre, kan indsatsen yderligere prioriteres ved at fremme de mest omkostningseffektive projekter først. Det kan fx være efter en beregning af den samlede reduktion af SBT pr. investeret krone (Δ SBT/investeret kr. eller Δ SBT/km/investeret kr.). En analyse af denne art kræver dog som minimum overslagspris og beregning af den støjreducerende virkning af de enkelte støjskærmprojekter.

Modellen kan evt. forenkles til kun at fokusere på de projekter, der har størst virkning på SBT eller til et krav om en vis virkning i dB, fx mindst 8 dB reduktion af støjen ved boliger i første husrække.

Den transportøkonomiske enhedspris for vejstøj (2012: kr. 22.301,- pr. SBT pr. år)[1] kan anvendes til beregning af den samfundsøkonomiske betydning for projekter til nedbringelse af vejstøj.

Enhedsprisen er udtryk for de samfundsøkonomiske omkostninger som følge af vejstøjens genevirkning og helbredseffekter. Et skærmprojekt, der reducerer SBT for et område fra 20 til 0 (fx 100 boliger fra 65 dB til under den vejledende grænseværdi) vil således reducere vejstøjens samfundsøkonomiske omkostninger med ca. 450.000 kr.om året (kr. 22.301 x 20 = kr. 446.020).

Detaljeringsgraden og beregningsgrundlaget (især trafikdata) bør være bedre end ved en strategisk kortlægning, når der skal udføres analyser til prioritering af forskellige støjskærmprojekter.

4.3.1 Strategisk kortlægning

EU-direktivet om ekstern støj betyder, at kommunerne hvert 5. år skal gennemføre en strategisk støjkortlægning af kommunens byområder. Kommunerne i Hovedstadsområdet, Aarhus, Aalborg og Odense, men også en række andre kommuner udarbejder en støjhandlingsplan. Vejdirektoratet har gennemført støjkortlægning af alle områder langs statens veje, og Banedanmark af alle områder langs de større jernbaner. De seneste resultater af alle disse kortlægninger kan ses på Miljøstyrelsens hjemmeside eller hos den enkelte myndighed.

4.3.2 Udpegning af indsatsområder

De overordnede støjkortlægninger kan anvendes til at udpege de områder, hvor mange boliger er udsat for et højt støjniveau, og behovet for en indsats mod støjen derfor er størst. Et højt støjbelastningstal for et boligområde eller for boligerne langs en vejstrækning, fx opgjort som SBT/km, kan være et objektivt kriterium. Det kan også være et kriterium, at støjen i et boligområde er steget som følge af trafikomlægninger, hastighedsændringer, mindre vejomlægninger eller andre forandringer. Henvendelser fra beboere kan også have betydning.

Mulige kriterier for udpegning af indsatsområder kan fx være:

- Boligområder med de mest støjbelastede boliger prioriteres først
- Boligområder med stærkt støjbelastede boliger (over 68 dB) prioriteres først
- Boligområder med højest SBT prioriteres først
- Boligområder med højest SBT/kilometer vej langs boligområdet prioriteres først
- Boligområder med højest SBT/Ha prioriteres først.

Høj SBT/km eller høj SBT/ha er udtryk for høj tæthed af støjbelastede boliger. Metoden vil ofte medføre, at støjbelastede etageboligområder får høj prioritet.

Eventuelt kan de nævnte kriterier kombineres, fx ved at prioritere områder, der både har højt SBT og omfatter boliger udsat for et særligt højt støjniveau.

Kriterier af denne type bør anvendes til udpegning af områder, hvor en indsats mod vejstøj er berettiget. Men i mange tilfælde betyder terrænforhold, pladsforhold eller facadeforhold som fx udkørsler fra boligerne, at støjskærme ikke kan anvendes. I stedet kan støjen begrænses med andre virkemidler, fx støjreducerende vejbelægning, hastighedsregulering eller støjisolering af boliger. Ofte er det relevant at arbejde med kombinationer af forskellige virkemidler. Det gælder fx etageboligområder, hvor en støjskærm kan have god virkning for boligerne i de nederste etager og for bebyggelsens opholdsarealer, men ikke har virkning for boliger på højere etager. Her kan i stedet anvendes støjisolering af boligernes facader.

[1] Transportøkonomiske enhedspriser til brug for samfundsøkonomiske analyser, version 1.3, juli 2010, Transportministeriet.

4.3.3 Enkeltliggende boliger

Der findes også et stort antal enkeltliggende boliger, som er støjbelastede. Det er normalt ikke samfundsøkonomisk rentabelt at anvende offentligt finansierede støjskærme til begrænsning af støjen ved disse boliger, hverken i forbindelse med nye vejanlæg eller ved begrænsning af støj fra eksisterende veje. I stedet vil tilskud til støjisolering af boligen være et hensigtsmæssigt virkemiddel.

Figur 4-5. I mange tilfælde er det ikke praktisk muligt at etablere støjskærme, selvom en indsats for begrænsning af støjen kan være berettiget.

4.3.4 Andre områdetyper

En indsats mod vejstøj vil ofte fokusere på boliger, men Miljøstyrelsen betragter, som tidligere nævnt, alle institutioner med overnatning som plejehjem, hospitaler, døgninstitutioner o.l. samt daginstitutioner, skoler og andre undervisningsbygninger som støjfølsomme på linje med boliger. Det er derfor berettiget at lade disse områdetyper indgå i en prioritering af indsatsen mod vejstøj.

Miljøstyrelsen anser desuden kolonihaver, udendørs opholdsarealer og parker som støjfølsomme. Det samme gælder rekreative områder i det åbne land, sommerhusområder og campingpladser, hvor den vejledende grænseværdi er lavere end grænseværdien for boliger. Hoteller, kontorer mv. betragter styrelsen også som støjfølsomme, men dog med en højere vejledende grænseværdi. I afsnit 3.2.1 er nærmere redegjort for de vejledende grænseværdier.

5 FORELØBIG PROJEKTERING

På baggrund af informationer fra besigtigelse og registrering udarbejdes en foreløbig projektering, som beskrevet i det følgende, samt et eller flere forslag til konkret linjeføring.

Viden om strækningen, der er indhentet ved den indledende besigtigelse og registrering (se afsnit 3.5.1), indarbejdes i støjberegningsmodellen sammen med en eller flere mulige linjeføringer. Der bør udføres beregning af støjkort og beregning af støj ved facaden af de enkelte støjfølsomme bygninger. Beregningerne kan udføres med og uden støjskærm. Der bør anvendes et gridnet på ikke over 10 x 10 meter. Ved beregning af støj på bygningsfacader bør altid anvendes punkter, der placeres ved facaden af de enkelte boliger og i boligfacadens faktiske højde.

5.1 Projekteringsniveau

Opdateret kortgrundlag og eksakte oplysninger om koter og terrænforhold bør anvendes. Som regel er der behov for nye opmålinger på stedet. Trafikdata bør kontrolleres og evt. tilpasses efter konkret trafiktælling på strækningen. Den faktiske vejbelægning (eller en planlagt ny) bør indgå i beregningerne.

5.2 Materialevalg

Hvis der er støjfølsomme naboer på den anden side af vejen, bør det overvejes at udforme støjskærmen, så støj, der reflekteres fra skærmen, ikke betyder mærkbart øget støjniveau hos disse naboer. Det kan fx ske ved, at støjskærmens overflade er helt eller delvist lydabsorberende.

Hvis der er risiko for generende skyggekast eller andre hensyn, kan der anvendes transparente materialer, evt. kun på dele af skærmen (en del af strækningen eller en del af højden, fx den øverste meter). Transparente materialer er dog ikke lydabsorberende og kan i visse tilfælde give generende lysrefleksioner. Begge dele kan dog afhjælpes fx ved at give skærmen eller dele af den en hældning i forhold til lodret. Den nødvendige hældning bør fastlægges ved en konkret fagakustisk vurdering, men ca. 10° vil som regel være tilstrækkeligt.

Overvej om der er forhold i det lokale visuelle miljø, som allerede nu taler for valg af bestemte materialer (træ, stål, beton, aluminium, transparent, grønt/organisk mv.).

5.3 Passager, buslommer, holdepladser mv.

Stigennemføringer, buslommer og andre forhold, der kan have stor betydning for skærmens forløb og behovet for plads, bør allerede nu indgå i den foreløbige projektering.

Det vil ofte være et ønske hos naboerne, at eksisterende stigennemføringer bevares, men åbninger i skærmen kan også åbne for knallerter og uvedkommende færdsel med negative konsekvenser for tryghedsoplevelsen i området.

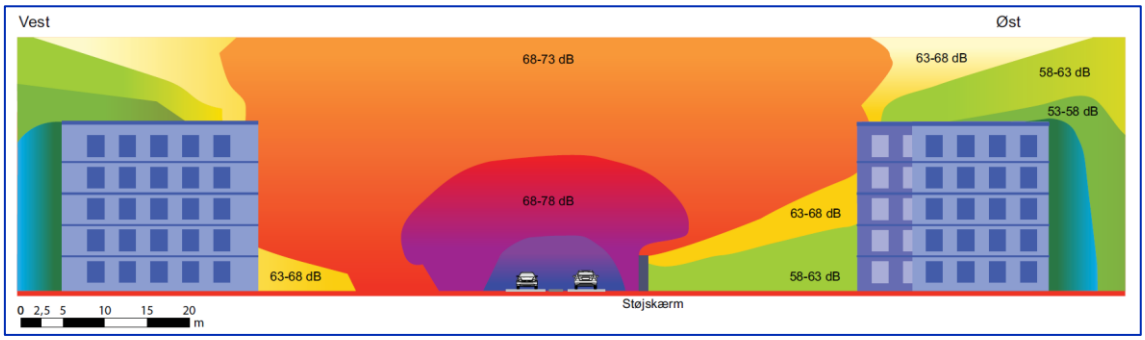
5.4 Støjberegninger

Som grundlag for den videre planlægningsproces og dialogen med naboer og andre interessenter kan der gennemføres støjberegninger af en eller flere mulige løsninger. Der kan fx være tale om:

- Forskellige skærmhøjder
- Forskellige udstrækninger langs vejen
- Forskellig afstand til vejen eller boligområdet.

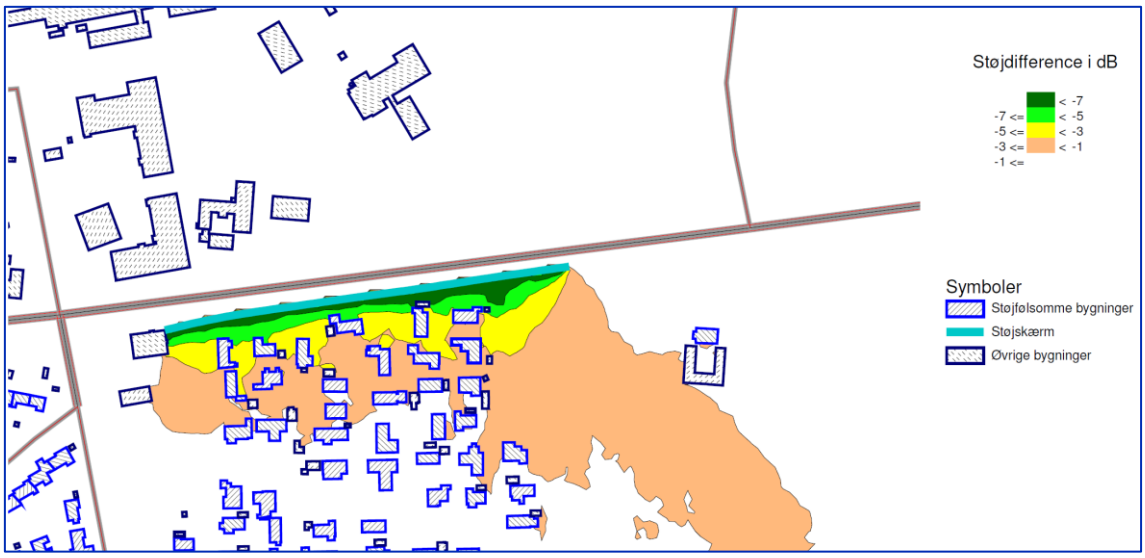
Beregningerne bør udføres med den bedste udnyttelse af datagrundlaget om terrænforhold, trafikgrundlag og bygninger i området. Det kan normalt ikke betale sig at forenkle de egentlige støjberegninger, da høj eller lav præcision i beregningerne er et spørgsmål om forholdsvis få ressourcer til opdatering af en eksisterende beregningsmodel samt computertid. Det kræver til gengæld en del ressourcer at gennemføre detaljeret opmåling af terrænforhold i området. Derfor udføres opmåling normalt ikke i forbindelse med den indledende planlægning af støjskærme, men findes sådanne oplysninger, bør de udnyttes i støjberegningerne.

Støjberegninger bør på dette stade som minimum omfatte støjkort, der viser støjens udbredelse i området med og uden de skærmløsninger, der overvejes. Hvis naboområdet omfatter etageboliger, kan der udføres beregninger i forskellige højder, evt. som snit (se Figur 5-1). Disse kort er velegnede til den indledende dialog med de berørte naboer.



Figur 5-1. Støjudbredelsen i et eksempel med en 3 meter høj skærm og bygninger, der er 20 meter høje. Til højre er der støjskærm langs vejen. Det fremgår, at skærmens virkning er størst ved terræn og aftager op ad bygningens facade. Kilde: Introduktion. Støj fra vejtrafik – Vejdirektoratets arbejde med støj, rapport 370, december 2010.

Overblikket over den støjmæssige virkning af forskellige løsninger kan øges ved at fremstille såkaldte differenskort, se Figur 5-2.



Figur 5-2. Et differenskort viser forskellen mellem to situationer, fx mellem eksisterende forhold og forholdene med en støjskærm (her forskellen mellem Figur 4-2 og Figur 4-3). Farvesignaturerne viser, hvor meget støjen dæmpes. Differenskort er velegnede arbejdsredskaber, men ofte vanskelige at formidle.

En beregning af støjforholdene på boligniveau kan også udføres på dette tidspunkt og understøtte støjkortene ved optælling af antal støjbelastede boliger og beregning af støjbelastningstal for de forskellige løsninger.

6 INFORMATION OG DIALOG

Det overordnede formål med at etablere en støjskærm ved et boligområde er at begrænse trafikstøj for nuværende og fremtidige naboer. Naboer til en støjbelastet vej vil derfor som udgangspunkt være glade for, at skærmen etableres. En støjskærm forandrer imidlertid det nærmeste fysiske miljø og kræver en periode med anlægsarbejde. Det kan skabe utryghed og øger behovet for en klar og entydig informationsindsats fra vejmyndighedens side.

Naboer til en kommende støjskærm har ofte en række spørgsmål: Hvor skal skærmen stå? Tager den al støjen? Hvordan ser den ud? Tager den udsigten? Hvem vedligeholder skærmen og arealerne på begge sider? Hvorfor etableres den her? Hvem står bag? Hvad sker der under anlægsarbejdet? Hvor lang tid tager det? Det er vigtigt både at komme med entydige svar og at få nuanceret sin viden om de lokale forhold ved at lytte til og spørge naboerne. Det er en viden, som i sidste ende kan være med til skabe bedre planlægning, bedre projekter og større tilfredshed med det endelige projekt.

6.1 Hvornår skal vi give den første information?

Den lokale debat om støjskærmens virkning og formål går ofte i gang, længe inden projektholdet er sat. Allerede når der politisk sættes penge af til støjskærmen, eller når de første tekniske opmålinger går i gang, vil der være omtale i lokale medier.

Når projektet starter, skal man derfor være opmærksom på, hvilken omtale, der har været af projektet, og overveje, hvilke forventninger, der allerede er skabt hos naboerne. For at undgå misforståelser, er det en god idé at informere tidligt i processen og forklare rammerne for projektet. Her skal man belyse, hvem der arbejder med projektet, hvor vi er i processen, hvad vi ved på nuværende tidspunkt, eller hvad vi først kan sige noget om senere i forløbet.

En webside med opdateret, troværdig information kan være et godt grundlag for en proaktiv informationsindsats, som kan kombineres med notitser i lokalpressen og breve til de berørte naboer. Her kan man eventuelt vedlægge pjecer. Ved at synliggøre sig som planlægger af skærmen og fortælle, hvor man er henne i planlægningen, etablerer man sig som en troværdig kilde, som pressen og andre lokale interessenter kan gå til. Dermed kan man hurtigt få manet myter i jorden og spare mange ressourcer i det lange løb.

6.1.1 Hvem skal der kommunikeres med?

De direkte berørte naboer er en central målgruppe for informationen. Naboer i 2. og 3. række vil ofte også være interesserede i at få viden om projektet. Det er derfor vigtigt tidligt at afdække, hvor langt man vil gå ud, når man udsender materialer, inviterer til informationsmøder mv. Kig på et kort, spørg folk med lokal viden og sørg for at tjekke, at adresselister er opdaterede, så ikke bare ejere, men også lejere får informationen. Vær opmærksom på, at brugere af området også kan være vigtige målgrupper, hvis der fx ligger en institution eller virksomhed i området.

Der kan også være beboere på den modsatte side af vejen, som kan have spørgsmål om påvirkning af udsigt, lysrefleksioner eller lyd, der reflekteres fra den kommende støjskærm.

Figur 6-1. Fotovisualiseringer er velegnede redskaber til at formidle, hvordan skærmen kommer til at se ud. Det er nærliggende, at vise skærmen fra vejsiden, men for beboerne er nabosiden som regel langt mere interessant. I dette projekt er det tilstræbt at få skærmen indarbejdet i landskabet med den eksisterende beplantning. Kilde: Ny fjordforbindelse ved Frederikssund, VVM-redegørelse, Landskabsmæssig vurdering og arkitektonisk koncept, rapport 352, 2010.

6.1.2 Hvad skal informationen og dialogen handle om?

Et "Spørgsmål og svar skema" (på engelsk FAQ) er et nemt og anvendeligt værktøj, der forbereder projektorganisationen til at forholde sig proaktivt til informations- og dialogprocessen. Arbejdet med en god og dækkende FAQ kan tage udgangspunkt i følgende:

- Sæt jer sammen med nøglepersoner, der kender problem- og interessentfeltet, helst fra forskellige vinkler
- Kig på projektet og andre sammenlignelige projekter. Hvilke spørgsmål vil komme? Hvad vil folk være mest interesserede i? Sørg for at give gode og dækkende svar
- Vær grundig og kritisk. Diskuter de enkelte spørgsmål og svar og tænk over, hvilke andre spørgsmål de kan lede til
- Giv en indledning med et formål, der tager udgangspunkt i det specifikke projekt
- Kvalificer den, og send den rundt i hele projektorganisationen.

FAQ'en kan bruges på projektets hjemmeside, ved informationsmøder, som baggrund for pressearbejde mv. og bør opdateres, som projektet skrider frem.

Temaer, der som regel vil være brug for at have svar på, er bl.a.:

- Støjskærmens dimensioner (højde, udstrækning)
- Støjreducerende virkning
- Udseende – ikke mindst på siden mod naboerne
- Skyggekast og dermed gennemsigtighed/transparens
- Placering, især i forhold til naboernes egne skel
- Fjernelse af eksisterende beplantning og evt. genetablering
- Betingelser for evt. vejareal, der ligger mellem skærm og skel (vedligeholdelse, brugsret)
- Regler for brug af støjskærmens side mod naboskel
- Regler for vejmyndighedens adgang til støjskærmes naboside
- Stigennemføringer (kan lette færdsel, men er også åben for uvedkommende, knallerter mv. og kan påvirke tryghedsoplevelsen i området)
- Naboer på den modsatte side af vejen har typisk interesse for udseende samt reflekteret støj og lys.

6.1.3 Konkretiser med illustration og lyd

Den bedste måde at forklare de kommende forandringer i det fysiske miljø er at underbygge de tekniske forklaringer med eksempler, der tager udgangspunkt i de nuværende forhold. Her er skitser eller fotovisualiseringer, der viser, hvordan støjskærmen vil se ud fra nabosiden og vejsiden, gode redskaber. Man kan også foretage en simpel højdemarkering på naboens grund, fx en streg på en lygtepæl, som viser, hvor høj skærmen vil blive. Man skal huske på, at naboerne vil være mere interesserede i støjskærmens udseende på nabosiden end på vejsiden.

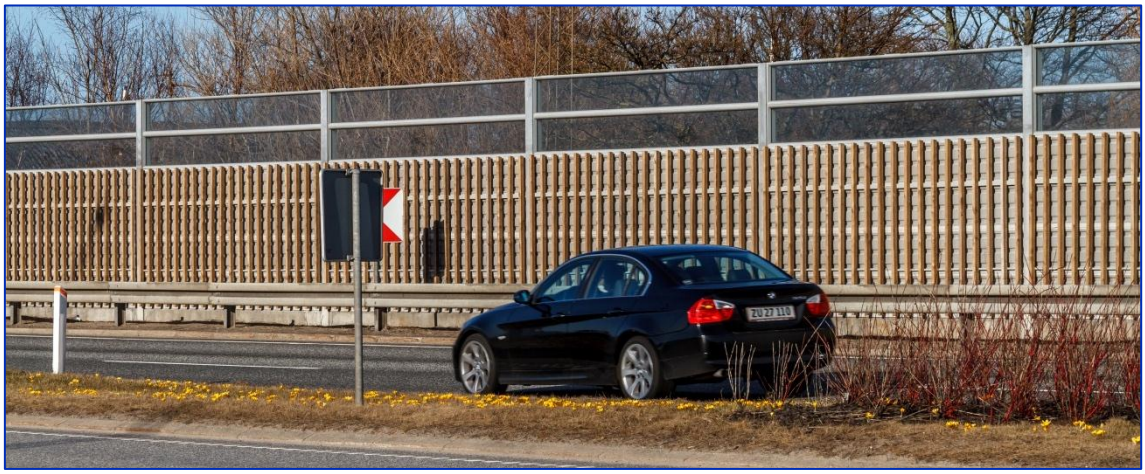
Der er i en række projekter opnået gode erfaringer med brug af lytteeksempler, som illustrerer støjen med og uden en støjskærm. Eksemplerne kan med fordel være baseret på lydoptagelser i lokalområdet, der efterfølgende bearbejdes. Lytteeksempler er en god måde at formidle, hvordan en støjskærm dæmper støjen, og hvordan man fortsat vil kunne høre køretøjerne på vejen, blot ikke så kraftigt som før. Støjen vil også opfattes anderledes, fordi nogle lyde og frekvenser dæmpes mere end andre (se afsnit 3.7).

Støj opleves forskelligt, og der er mange forskellige opfattelser af, hvor generende vejstøj er. Ved et støjniveau på fx L_{den} 68 dB vil ca. 20 % af befolkningen opleve, at støjen er stærkt generende, nogle vil være mindre generede, og nogle måske slet ikke generede. Man kan derfor i mange tilfælde forvente, at naboerne til et støjskærmprojekt vil have forskellige holdninger til, hvor vigtigt det er, at projektet gennemføres.

Støjen er imidlertid ikke kun et spørgsmål om gener. Den har også helbredseffekter, og viden om disse aspekter bør også indgå i den information, der stilles til rådighed for naboerne.

6.1.4 Dialogen ved møder

For at skabe tryghed omkring projektet vil det ofte være nødvendigt at arbejde med en kombination af møder, skriftlige henvendelser og besøg på de enkelte ejendomme. Fra starten vil der være brug for klare og præcise svar på beboernes spørgsmål. Der bør her lægges stor vægt på at formidle teknisk viden om støjskærmens virkning og i den forbindelse sikre, at beboernes forventninger er afstemt med den støjreduktion, der vil blive opnået. Støjskærmens virkning er fx ikke ens i første og anden husrække.



Figur 6-2. I dette projekt var det fra starten ikke planlagt at anvende transparente elementer i den øverste meter på hele skærmforløbet. Efter beboerønsker, der blev fremsat ved et informationsmøde, og en kombination af dialog og økonomiske muligheder i projektet, blev de transparente elementer imidlertid indarbejdet i den endelige løsning. Elementerne giver øget lysadgang til skærmens naboside (Europavej, Frederikshavn).

Et åbent informationsmøde for alle naboer er en god mødeform, hvor projektets rammer kan fremlægges, og naboernes forskellige interesser og bekymringer kan komme frem og blive hørt. Mindre grupper, fx bestyrelsen i en grundejerforening, kan lettere informeres ved direkte henvendelse.

Ønsker fra naboerne bør registreres allerede ved de første møder, så det så hurtigt som muligt kan afklares, om det er muligt at indarbejde dem i projektet. Samtidig kan der ske en afdækning af viden om lokale forhold, der kan have indflydelse på projektets udformning og forløb.

6.1.5 Hvad kan man få indflydelse på?

Når man indkalder til et informationsmøde, vil der fra naboernes side være mange forskellige holdninger og bekymringer, og der vil ofte være en forventning om indflydelse på projektet. For at sikre en god dialog, er det derfor vigtigt at informere om, hvad der allerede ligger fast i projektet, og hvor der er muligheder for kompromis om støjskærmens placering eller udformning.

Det er vigtigt, at vejmyndigheden er bevidst om sit ansvar for at opnå en god samlet løsning, der både har den forudsatte støjdæmpende virkning og opfylder de visuelle og æstetiske krav. Det gælder for hele den berørte strækning og både for nuværende og for fremtidige beboere. Af støjmæssige og æstetiske hensyn vil en ubrudt støjskærm, der ikke har for store variationer i højden fx være at foretrække. Vejmyndigheden skal også varetage den overordnede samfundsmæssige interesse i lavere støjbelastning af boligområder, herunder også hensynet til fremtidige beboere.

De spørgsmål, der stilles af naboerne under informationsmøder, vil typisk ligge både inden for og uden for projektets rammer. Det skaber troværdighed at kunne svare på det, der interesserer folk, så kom dem så vidt muligt i møde ved at forberede dialogen (jf. afsnit 6.1.2) og evt. inddrage andre fagområder som fx driftsafdelingen.

6.1.6 Information under anlægsarbejdet

Anlægsfasen er den periode, hvor der sker de største forandringer i naboernes fysiske miljø. Der er derfor behov for løbende, detaljeret information om tidspunkter for start og afslutning af de enkelte faser i byggeriet, forsinkelser og gener (støj, jordkørsler og lign.). Muligheden for at give entydig information er afhængig af en god intern kommunikation mellem planlæggere, entreprenør og driftsafdeling. Informationen kan sendes ud gennem nyhedsbreve, notitser i lokalaviser og på projektets hjemmeside. Afvej hvornår informationen skal gå ud i de enkelte medier, hvilke målgrupper, der skal prioriteres i de enkelte faser af projektet, og hvordan man i sit valg af medie bedst når ud. Generelt er det vigtigt at informere i god tid og eventuelt flere gange om det samme emne. Tænk især over behovet for information hos dem, der er direkte berørt af anlægsarbejdet.

6.1.7 Når støjskærmen står færdig

Den endelige støjskærm er ofte resultatet af en lang proces, der har medført store ændringer i naboernes fysiske miljø. Ud over et langvarigt anlægsarbejde har der været udført et omfattende informations- og dialogarbejde med en række forskellige målgrupper. Derfor er det en god idé at slutte projektet med en klar afmelding, fx en pressemeddelelse og/eller et brev til naboerne. Vær opmærksom på ikke at opstille succeskriterier for projektet, som ikke stemmer overens med, hvordan naboerne har oplevet det. Forhold jer til om det overordnede mål er opfyldt og tak naboerne for deres tålmodighed.

7 EKSISTERENDE FORHOLD

I den indledende planlægningsfase af projektet bør der gennemføres en besigtigelse og sket en registrering af en række forhold. Den følgende gennemgang kan betragtes som en tjekliste.

Det anbefales, at alle registreringer i felten understøttes af billeddokumentation.

7.1 Matrikulære forhold og ejerforhold (inkl. modsatte side af vejen)

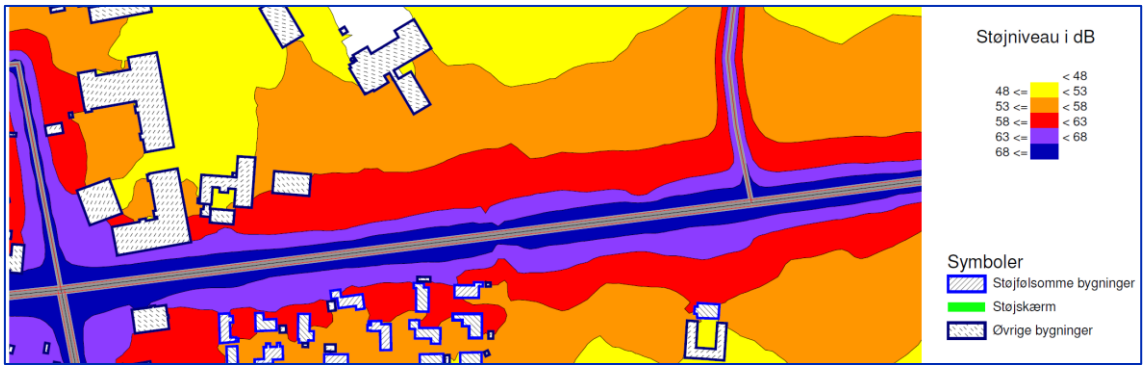
Den præcise placering af skel mellem vejareal og naboejendomme skal afklares og indtegnes på opdaterede kortgrundlag, og der skal være en aktuel liste over ejere af alle nabomatrikler. Oplysninger om matrikelskel har betydning for omfanget af eventuelle naboaftaler, ekspropriationer eller deklarationer.

Adresselister over ejere og beboere (inkl. eventuelle virksomheder og institutioner) skal omfatte det område skærmen skal beskytte plus området på den anden side af vejen. Oplysningerne skal anvendes til nabohenvendelser, hvor også genboer på den modsatte side af vejen bør informeres.

Hvis områderne på den modsatte side af vejen er støjfølsomme, bør det undersøges om støjskærmen bør være lydabsorberende på siden mod vejen (se afsnit 13.4.1).

For større områder med mange bygninger kan det være relevant at fremskaffe BBR-oplysninger, der anvendes til at fastlægge bygningernes anvendelse og deres støjfølsomhed (fx er boliger mere støjfølsomme end erhvervsbebyggelse, mens sommerhuse er mere støjfølsomme end boliger). BBR-oplysningerne kan også sammen med registreringer i felten anvendes til at fastlægge højder for bygningerne i de berørte naboområder.

Det bør også undersøges, om der er andre igangværende eller planlagte aktiviteter i samme område.



Figur 7-1. De berørte naboer er ikke kun de ejendomme, der støder op til vejarealet, men alle ejendomme i hele det støjbelastede område, samt ejendomme på den anden side af vejen.

7.2 Facadeforhold

Hvis der er behov for at afbryde støjskærmen pga. en udkørsel eller en vejtilslutning, kan det være nødvendigt at støjskærmen forsynes med vinger, der sikrer, at hjørneejendommene også får gavn af støjskærmen.

Figur 7-2. Hvis der er behov for at afbryde støjskærmen for at opretholde en udkørsel eller en vejtilslutning, kan støjskærmen forsynes med vinger. På denne lokalitet er der tale om en ældre træskærm, men tilsvarende løsninger kan naturligvis udføres med alle skærmmaterialer. (Østre Ringvej, Næstved).

7.3 Terrænforhold og beplantning

De aktuelle terrænforhold på skærmstrækningen bør kontrolleres og opdateres ved besigtigelse i felten. Det vil formentlig være nødvendigt at gennemføre en detaljeret opmåling, som bør omfatte nye kotepunkter i den nærmeste del af det område, der skal beskyttes af støjskærmen. Viden om de præcise koteforhold har betydning for korrekt beregning af støjskærmens virkning og for korrekt dimensionering, placering og afsætning af støjskærmen. På større afstand er de præcise koter mindre afgørende for støjberegninger, og eksisterende koteoplysninger vil som regel være tilstrækkelige.

Figur 7-3. Sikre oplysninger om terrænforhold, beplantning og som her, en støttemur, er grundlag for præcis dimensionering, placering og afsætning af støjskærmen (Industrivej, Næstved).

Den detaljerede registrering af terrænforholdene skal også sikre, at skrænters og grøfters forløb og placering er kendt i detaljer.

Eksisterende hegn og beplantning skal også registreres, fordi det kan blive nødvendigt, at de fjernes helt eller delvist.

Endelig skal der ske en registrering af eksisterende bygværker, fordi de kan have direkte indflydelse på støjskærmens udformning. Eventuelt kan det vise sig nødvendigt at ombygge eller flytte

bygværker. I visse tilfælde kan det være relevant at fastgøre en støjskærm til et eksisterende bygværk, fx en bro. Det er derfor også relevant at registrere bygværkernes generelle tilstand.

7.4 Skyggekast og lysrefleksioner (blænding)

Det bør vurderes nærmere om skyggekast kan skabe ulemper for naboer og trafikanter, og hvis det er tilfældet, kan transparente løsninger overvejes. I så fald skal man også vurdere, om lysreflekterende overflader kan medføre andre gener. Refleksioner fra billygter og solen kan være et problem ved store ubrudte glasflader og ved skærme placeret i kurver.

Figur 7-4. Skyggekast kan begrænses ved brug af transparente elementer. I dette eksempel får katten glæde af aftensolen, fordi støjskærmens øverste meter er transparent (Europavej E45, Frederikshavn).

7.5 Særlig risiko for graffiti og hærværk

Hvis det er let at færdes uset ved skærmen, kan der være øget risiko for hærværk og graffiti. Det kan derfor være en god idé at vælge en skærmløsning baseret på materialer, der forebygger graffiti. Emnet graffiti er omtalt i detaljer i afsnit 12.14.1.

7.6 Jordbundsforhold

Eksisterende viden om jordbundsforhold på strækningen bør fremskaffes på et tidligt tidspunkt. I borearkivet hos Geologisk Datacenter (www.geus.dk) kan man hente oplysninger fra registrerede geotekniske boringer. Afhængig af oplysningernes kvalitet skal der tages stilling til behov og tidspunkt for yderligere undersøgelser af jordbundsforholdene til brug for dimensionering af støjskærmens fundamenter (se afsnit 17.1.1 om forundersøgelser i forbindelse med projektering).

Jord inden for vejens areal er pr. definition altid lettere forurenet og skal derfor ved bortskaffelse håndteres iht. gældende lovgivning. Klassificering af jord, som er beliggende uden for vejens areal, kan ske ved henvendelse til kommunens miljømyndighed. Oplysninger om forudgående kendskab til et områdes forureningsgrad findes på Danmarks Miljøportal (www.miljøportal.dk).

Hvis støjskærmen skal kombineres med beplantning, bør der ske en vurdering af jordbundens egnethed. Det bør også vurderes, om der er behov for tiltag, fx forbehandling eller udskiftning af jorden. Fx vil en grøn støjskærm i et ofte barsk miljø kræve gode vækstbetingelser og typisk kræve vanding i de første 1 - 2 vækst år.

7.7 Ledninger i jorden og i luften

Ledninger i jorden (og eventuelt i luften) kan have stor betydning for den endelige placering af støjskærmen. Inden opstart af projekteringen skal den projekterende derfor altid indhente ledningsoplysninger hos Ledningsejerregistret, LER (www.ler.dk). Oplysninger om ledninger hos LER vedrører kun ledninger i jorden. Følgende ledningsejere skal jf. LER ikke indberette ledninger i jorden:

> *"Ejendomsejere, som ejer deres egne stikledninger, skal ikke indberette stikledningerne til LER. Det samme gælder ejere af ledninger, som alene ligger på private ejendomme. Ejere af rørlagte vandløb, drænledninger eller andre ledninger, som sørger for afvanding af en vej, skal heller ikke indberette til LER. Det samme gælder ejere af jordvarmeledninger. Desuden er mindre tele- og antennenet til privat brug fritaget for indberetningspligten."*

Det bør også undersøges, om der kan være andre hindringer i jorden, fx fundamenter fra tidligere skilte, belysning, bygværker el.lign.

Figur 7-5. En omhyggelig registrering af de eksisterende forhold bør ske på et tidligt tidspunkt for at forebygge behov for senere omprojektering. Her skal en eventuel skærm fx tilpasses gangbroen, skiltningen, vejbelysningen, udkørslen fra højre, et stort træ, vigepladsen og stierne, der slår et sving.

7.8 Vejudstyr og inventar

Eksisterende vejudstyr skal registreres, fordi det kan påvirke støjskærmens placering, eller der kan blive behov for, at det skal flyttes. Registreringen vil typisk omfatte:

- Autoværn
- Skilte
- Skilteportaler
- Busskure og buslommer
- Holdepladser
- Hegn.

Det bør i samarbejde med vejmyndigheden overvejes, om det kan være en fordel at udskifte eksisterende vejudstyr i forbindelse med etablering af støjskærmen. Eksempelvis vil opsætning af et autoværn foran støjskærmen betyde, at større skilte af hensyn til trafiksikkerheden naturligt placeres bag autoværnet.

7.9 Vejafvanding og dræn

Under projektering af støjskærme er det vigtigt at få det fulde kendskab til vejens afvandingsforhold. Ved opsætning langs en eksisterende vej kan en støjskærm påvirke et ellers velfungerende afvandingssystem, fordi skærmen kan blive en barriere for afvandingen.

Er kørebanen afgrænset af en kantsten, vil vejafvandingen ofte være placeret i vejarealet, og derfor normalt ikke i konflikt med en støjskærm.

Hvis vejen afvander til trug, vil der i rabatten være både dræn og nedløbsbrønde. Nedløbsbrønden bør være placeret mellem vejens asfaltkant og støjskærmen. Afhængig af de eksisterende forhold kan der således blive brug for omlægning af afvandingssystemet.

7.10 Eksisterende belægninger

Karakteren af de eksisterende belægninger (fortov, stier, cykelsti, vejbane) bør registreres, da der kan blive behov for omlægning eller udskiftning.

7.11 Passager

Ofte har en bebyggelse en række mere eller mindre regulære adgangsmuligheder til vejen, som kan blive afbrudt af en støjskærm. De vil ofte have stor værdi for beboerne.

Figur 7-6. Der bør ske en registrering af officielle og uofficielle stier, som eventuelt skal føre gennem støjskærmen via en pladskrævende lydsluse (Ring 4, København).

Hvis eksisterende stiforbindelser skal bevares, kan der være brug for etablering af passager gennem pladskrævende sluser, der skal udformes, så de ikke begrænser støjskærmens virkning. Det er derfor vigtigt, at alle adgangsveje, også de uofficielle, registreres for at få en afklaring af behovet for fremtidige passager gennem skærmen. Mange stier og passager kan kun registreres på stedet.

7.12 Tværsnit og vejgeometri

En vejs tværsnit er fastlagt med afsæt i en planlagt og dimensionerende hastighed, samt i hvilket omfang der skal være cyklister og fodgængere langs vejen. Det eksisterende tværsnit har betydning for placering af støjskærmen, fordi skærmen ofte vil påvirke omgivelserne.

En trafikant tilstræber at have en vis afstand til faste genstande ved siden af kørebanen, fortovet eller cykelstien. En støjskærm bør placeres, så den ikke påvirker trafikanternes tryghed på grund af snæver passage eller manglende udsyn. En transparent skærm kan reducere gener af denne type. I forbindelse med vejanlæg arbejder man desuden med begrebet fritrumsprofil, der beskriver det nødvendige pladsbehov i vejens tværprofil. Se også håndbogen ”Tværprofiler i åbent land”, hvor begrebet fritrumsprofil er beskrevet nærmere.

Figur 7-7. En støjskærm bør placeres, så den ikke påvirker trafikanternes tryghed på grund af snæver passage eller manglende udsyn. Her er der kort afstand mellem skærmen til højde og nabohegnet til venstre. Passagen bliver yderligere indsnævret af beplantningen (Industrivej, Næstved).

Ofte har ældre cykelstier eller busperroner en bredde, der er mindre end de minimumsbredder, som i dag anvendes ved nyanlæg. Opsætning af en støjskærm kan derfor forringe kapaciteten og opfattelsen af det eksisterende frirumsprofil. I disse tilfælde bør det nøje overvejes, om der skal være en ekstra bred rabat foran støjskærmen, eller om de eksisterende belægningsbredder skal øges.

7.13 Oversigtsforhold og trafiksikkerhed

Når man nærmer sig et vejkryds eller et skarpt sving, er det vigtigt at kunne erkende krydset eller vejens forløb i en sådan afstand, at man kan nå at indstille sig på eventuelle ændringer i kørselsforløbet.

En støjskærm kan ved en korrekt placering hjælpe trafikanten med at erkende vejens ændringer.

Figur 7-8. Hvis støjskærme placeres ved vejkryds, skal det sikres, at oversigtsforholdene er i orden. Se også afsnit 11.2 (Ring 4, København).

Hvis en støjskærm placeres uhensigtsmæssigt, kan den forringe oversigtsforholdende i fx vejkryds eller skarpe kurver. Det er derfor vigtigt, at den projekterende forholder sig kritisk til disse forhold.

Er det ikke muligt at placere en støjskærm uden at påvirke oversigtsforholdende negativt, bør hastigheden reduceres.

Regler for oversigtsforhold i vejkryds er beskrevet yderligere i håndbogen ”Planlægning af vejkryds i åbent land”, kapitel 10 (se også afsnit 11.2 i denne håndbog).

8 ÆSTETIK, UDFORMNING OG TRACÉ

8.1 Overordnede æstetiske betragtninger

Støjskærme kan variere i geometri og struktur, men fælles for dem er, at de rent visuelt fremtræder markant i landskabet.

Skærmene er tydelige elementer i vejbilledet, og deres synlighed i landskabet stiller betydelige krav til udformningen. De kan både fremhæve vejens linjeføring og understrege vejens rumlige forløb.

Skærmene skal passe ind i de bymæssige og landskabelige sammenhænge ved vejanlæggene. Derfor skal støjskærme kunne fremtræde med forskelligt udtryk og overflader og være fleksible i forhold til forskellige vejstrækninger, deres rumlige forløb og vejens omgivelser.

Støjskærme opsættes typisk i større forløb. Det er vigtigt, at de opleves som et positivt arkitektonisk bidrag, set både fra vejsiden og fra nabosiden. Støjskærmen har to facader – en til vejsiden og en til nabosiden – der har hver sit udtryk. Skærmen opleves fra vejsiden i fart, og på nabosiden bliver skærmen ofte til en del af haven eller af boligernes friarealer. Begge udtryk skal skærmen kunne håndtere.

Figur 8-1. En støjskærm kan være et markant element i landskabet. God planlægning af skærmens indpasning i det visuelle miljø er derfor vigtig, hvis den skal blive et positivt arkitektonisk bidrag. Nogle år efter dette billede blev taget, har skærmens træbeklædning fået en mørkere farve og beplantning har reduceret skærmens visuelle dominans (Østre Ringvej, Næstved).

Det er derfor vigtigt i valget af skærmtype at forholde sig til det specifikke sted og den kontekst, som støjskærmen skal placeres i. Der skal lægges vægt på detaljer, indpasning og placering i landskabet. Trafikanterne ser skærmen som et element i et dynamisk miljø og kan have gavn af et sammenhængende, roligt og velovervejet forløb. Det kan både være identitetsskabende for vejstrækningen og signalere trafiksikkerhed og tryghed.

Intet bygværk bør etableres uden, at man tager arkitektonisk stilling til højde, omfang og materialevalg. Bygningen og dens facader fortæller deres egen historie om ejeren, brugen og samspillet med omgivelserne. På samme måde kan en støjskærms design og arkitektur ved omhyggelig planlægning og projektering bidrage til en sammenhængende helhed – og dermed

fortælle en historie om omtanke og kvalitet i de elementer, vi opstiller i det offentlige rum. Det er derfor vigtigt ikke kun at fokusere på støjskærmes statiske og funktionelle forhold, men også inddrage arkitektoniske og visuelle overvejelser i projekteringen.

Figur 8-2. En støjskærm har to forsider, en naboside og en vejside. Vejsidens opleves i fart, mens skærmen på nabosiden ofte bliver en del af boligens friarealer. Det stiller forskellige krav til skærmens visuelle udtryk (Motorring 3, København).

8.2 Valg af skærmtype

En lang række faktorer har betydning for valget af skærmtype, men for de æstetiske hensyn er det især terræn og omgivelserne, der har betydning.

Redskaber, der kan være nyttige i afklaring af de æstetiske forhold:

- By- og landskabsanalyse
- Strækningsanalyse
- Strækningssnit
- Strækningsopstalter
- Visualiseringer.

8.2.2 Omgivelserne

Støjskærmens egentlige formål er at dæmpe støjen fra trafikken på vejen. For at opnå den nødvendige dæmpning af støjen, kan det være nødvendigt at anvende skærme med en højde på op til 4 meter eller mere. De har dermed væsentlig indflydelse på omgivelserne ved deres visuelle dominans, og de kan være en barriere, ikke bare for støj, men også for lys, udsigt og landskabelige og bymæssige strukturer.

For at præcisere støjskærmens indflydelse kan der eventuelt gennemføres en landskabs- eller byskabsanalyse. Den kan fortælle om områdets særlige forhold og værdier, og den er med til at

sikre valg af den rette skærmløsning. Hensigten er at opnå høj kvalitet i sammenhængen mellem støjskærmen og omgivelserne.

En landskabsanalyse vil typisk omfatte en kortlægning af de landskabelige forhold, der er karakteristiske for området, bl.a.:

- Naturgrundlag (fx terrænformer og vandløb)
- Bevoksning (fx skov, krat, levende hegn, diger, allé træer, vejtræer, solitære træer)
- Landbrug (dyrkningsformer)
- Bebyggelsesstrukturer (fx erhvervsområder, parcelhusområder, byfronter, områder med fritidshuse, landsby, gårde, fabrikker)
- Kulturhistoriske elementer (fx dyrket landskab, fortidsminder, kirker og kirkegårde).

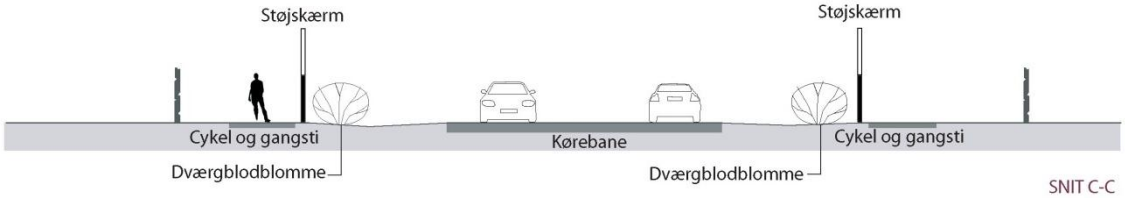
Desuden indgår der en vurdering af landskabets karaktergivende egenskaber, fx stor eller lille skala, åben eller lukket rumlighed, enkelt eller komplekst, dominerende eller svag struktur samt visuelt uroligt eller roligt.

Kortlægningen identificerer de landskabselementer, der er karakteristiske for netop dette landskab, og som adskiller det fra de omliggende landskaber. Når støjskærmen skal indpasses, vil klarhed over disse elementer bidrage til valget af den rette tekniske og visuelle løsning. Landskabsanalysen kan fx påvirke valg af materialer, farver, matte eller reflekterende overflader, dekoration og variationer i skærmens visuelle udtryk.

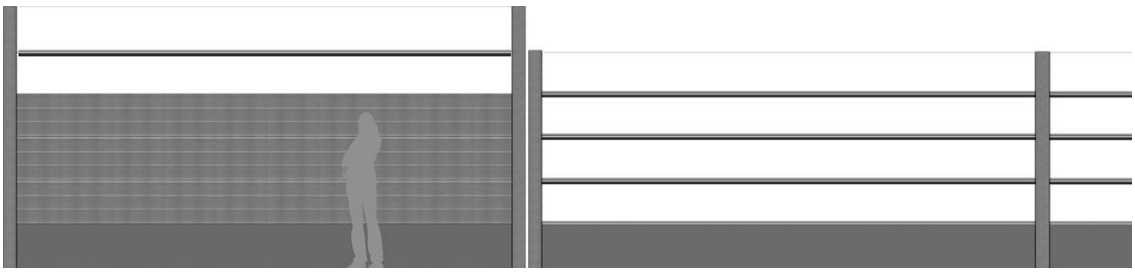
Information om landskabsanalyser kan findes i ”Vejledning om landskabet i kommuneplanlægningen”, Miljøministeriet 2007.

Figur 8-3. Denne støjskærm er opbygget af aluminiumkassetter se Figur 13-2. Herpå er der monteret trælister for at opnå sammenhæng mellem støjskærmen og omgivelserne, se Figur 12-3.

Figur 8-4. Langstrakte skærmforløb kan brydes visuelt ved indbygning af afvigelser i skærmens udformning. Det kan fx ske ved at indbygge transparente elementer ved bropassager i venstre side af vejen (Motorring 3, København).



Figur 8-5. Snit kan anvendes til at illustrerer støjskærmens placering og relation til andre elementer langs vejen.



Figur 8-6. En opstalt bør også vise skærmen fra nabosiden. Her illustreres en støjskærm med tætte og transparente elementer. Ofte anvendes transparente elementer til at markere en bropassage.

For at klarlægge skærmens virkninger på omgivelserne kan der udføres en række snit, som beskriver de mest karakteristiske steder langs skærmen og dens forhold til disse steder.

Der kan også udarbejdes opstalter, som viser skærmen set fra nabosiden. Det giver et indtryk af skærmens dominans i forhold til naboens ejendom. Ved særligt følsomme områder kan det være nyttigt at udføre perspektiviske visualiseringer for at klarlægge alle sammenhænge og give de berørte beboere en god idé om, hvad de kan forvente.

8.2.3 Byen

De fleste støjskærme placeres i bynære områder, hvor sammenhængen til de omkringliggende bystrukturer og bebyggelser skal behandles i projekteringen. Ethvert bygværk forholder sig arkitektonisk til omgivelserne. En analyse af omgivelsernes rum og brug kan synliggøre støjskærmens dominans og dens rummelige og visuelle påvirkning. Forhold som lys og skygge, urbane sammenhænge og udsyn kan kortlægges og nødvendigheden af transparente skærme kan

afdækkes. Andre forhold som materialer kan også være med til at nedtone skærmens dominans og øge samspillet med omgivelsernes bebyggelser og beplantning.

Figur 8-7. Visualisering af støjskærm i bymiljø (Ring 4, København).

8.2.4 Landskabet

Undertiden etableres støjskærme i landskabelige sammenhænge. Det kan fx ske, hvor en større vej eller en motorvej føres på dæmning over et dalstrøg med tilknyttede boligområder eller ved rekreative områder, ferie- og fritidsbebyggelse eller landsbyer.

Boligområderne ligger i den sammenhæng ofte i naturskønne omgivelser, hvor vejanlægget er et dominerende og fremmed element. En støjskærm vil øge vejens visuelle dominans i forhold til landskabet, og valg af skærmtype er derfor yderst vigtig.

Støjskærme i det åbne land kan derfor i særlig grad kræve nøje overvejelse om materialevalg, farver og brug af beplantning som en del af det visuelle udtryk. Man vil ofte opleve, at en beplantet, grøn løsning passer bedst i et åbent landskab. En landskabsanalyse kan være et nyttigt redskab i den proces (se afsnit 8.2.2).

Figur 8-8. Støjskærm tilpasset et urbant miljø (Lyngbyvej, København).

Figur 8-9. Visualisering af en støjskærm i et åbent landskab. Illustrationer af denne type anvendes ofte i forbindelse med VVM-undersøgelser, hvor der er behov for at vise, hvordan et fremtidigt projekt vil se ud (Fjordforbindelsen, Frederikssund).

8.3 Terræn

Støjskærme dækker ofte et længere vejforløb. I visse projekter for større veje og motorveje er det kilometervis. Skærmen vil uundgåeligt skulle tilpasse sig et vejforløb, som bevæger sig horisontalt og vertikalt. De fleste skærme er tekniske produkter med serieproducerbar geometri, der ikke uden videre lader sig tilpasse terrænspring, vejkurver og længdeprofil.

En del støjskærmsprodukter er baseret på vinkelret geometri med lodrette søjler og vandrette skærmelementer. Denne konstruktion optager lettest variationer i vejens længedeprofil eller terræn ved en aftrapning. Visuelt kan det betyde et usammenhængende forløb, hvis linjen for støjskærmens overkant brydes i markante spring. Derved sektioneres skærmen, og det skaber visuelle problemer i forhold til vejens organiske forløb. Smalle moduler kan dog bidrage til en afbalanceret aftrapning.

Figur 8-10. De lodrette søjler og vandrette elementer optager lettest terrænvariationer med en aftrapning. Det visuelle udtryk påvirkes af trinenes højde og hyppighed. Ofte vil regelmæssige og mindre trin give det bedste visuelle udtryk (Rute 26).

Et alternativ er at lade skærmens overkant følge vejens længdeprofil for dermed visuelt at fastholde støjskærmen som en del af vejens udstyr. Ikke alle skærme kan tilpasses sådanne forløb. Der kan derfor være nødvendigt at lade støjskærmens søjler stå vinkelret på vejens længdeprofil, selv om det kan få skærmen til at fremstår uskøn i forhold til det overordnede vejanlæg.

8.4 Skala

En vigtig parameter er skærmenes størrelse, dvs. højde og udbredelse set i sammenhæng med omgivelserne. I åbent landskab kan en fire meter høj støjskærm være et relativt lille element i forhold til istidslandskabets tunneldale eller skovbrynet langs større skovområder. Derimod kan den selv samme skærm i bymæssig bebyggelse være et voldsomt objekt. I tætte bebyggelser, hvor støjskærmen placeres i villahaver og langs stier, kan det derfor være nødvendigt at nedbryde støjskærmen visuelt i nogle sektioner – både horisontalt og vertikalt. Dermed kan den bringes i harmoni med naboarealernes skala.

8.5 Tilslutning og forhold til andre bygværker

I støjskærmsprojekteringen er det ofte nødvendigt at forholde sig til nødvendige brud på forløbet. Det sker typisk, hvor skærmen føres over eller under broer, og hvor der på motorvejsanlæg føres ramper til og fra vejen.

8.5.1 Under bro

Hvor skærmens forløb skal passere et brovederlag, må skærmen ofte afbrydes. Dels fordi der ikke er plads under broen, og dels fordi der ikke er brug for støjskærmen under broen, hvor vederlaget normalt skærmer tilstrækkeligt. Det mest naturlige er derfor at føre skærmen så tæt på vederlaget som muligt og her afslutte skærmen. Afslutningen må formes efter skærmtype og omgivelser. Nogle broløsninger er etableret med fløjvægge langs en underført vej. I disse tilfælde kan skærmen afsluttes op til en dæmning eller i dæmningen. Når støjskærmen afsluttes mod en bro eller et andet bygværk, bør man overveje, om der er et sted, hvor der skal sikres adgang til skærmens naboside for fremtidigt vedligehold.

8.5.2 Over bro

Hvor skærmen skal føres hen over en bro, kræver det ofte et meget detaljeret projekt for at sikre ikke kun de rette tekniske løsninger, men også de rette æstetiske.

Figur 8-11. Det anbefales at arbejde med transparente elementer på broer af hensyn til bygværkets lethed, både set fra vejen og fra den underliggende vej (Europavej E45, Frederikshavn).

Det er ofte nødvendigt med et spring i støjskærmen, fordi den flyttes fra sin linjeføring til fastgørelse på broens kantbjælke. Det sker ofte ved at afbryde skærmen for at forsætte den til en linje, som er tilpasset broens kantbjælke. Enkelte skærme kan optage forskydningen i selve forløbet sådan, at skærmen får et organisk bugtet forløb. Det er i disse situationer nødvendigt, at der arbejdes bevidst med et organisk forløb, da det ellers visuelt kan fremstå som en fejl.

Hvis skærmen etableres samtidigt med en opførelse af en ny bro eller en brorenovering, kan forskydningen optages ved at udbygge kantbjælken.

8.5.3 Støjskærme på store landskabsbroer

Indimellem er der brug for at opsætte støjskærme på store landskabsbroer. For eksempel er der på Vejlefjordsbroen opsat en skærm, som dels skal fungere som en vindskærm mod vinden fra vest og dels som en egentlig støjskærm. På landskabsbroen over Funder Ådal er der opsat en støjskærm, som skal begrænse støjen i den fredede ådal. Fælles for disse skærme er, at de ikke er højere end 2 meter, og for ikke at lukke broen inde, er skærmene altid transparente. Dermed opnås det, at trafikanten får en fornemmelse af at bevæge sig på en bro, og set udefra, lukker skærmen ikke broen inde. Det har stor betydning for det visuelle udtryk, at skærme på broer ikke bliver for dominerende i forhold til bygværket.

Figur 8-12. På landskabsbroen over Funder Ådal er der opsat støjskærme, som skal begrænse støjen i den fredede ådal.

8.5.4 Vejudstyr

Støjskærmen skal ofte kunne optage skiltning, projektører til skiltning, portaler og inspektionsdøre mv.

Disse situationer skal indtænkes i valg af skærm og skærmens placering.

Figur 8-13. På M3 er master o.l. tilpasset støjskærmens geometri. I dette miljø er beplantning ikke hensigtsmæssig på vejsiden. Til gengæld kan det være meget relevant på nabosiden, se Figur 8-2 (Motorring 3, København).

8.5.5 Portaler

I forhold til støjskærmen kan portalernes ben placeres mod vej, i skærmen eller mod nabo.

Placeres de på vejsiden, skal de stå i den fornødne afstand til vejen. Dette kan samtidig være den afstand, hvor skærmen er placeret. Det vil medføre en afbrydelse af skærmen eller en forsætning, hvilket alt i alt vil fremstå rodet og uovervejet. Det ville være mere oplagt at flytte benet ud på nabosiden sådan, at skærmen kan passere uhindret under portaler, og et roligt forløb kan opretholdes. Det er dog en løsning, der i praksis ikke anvendes, fordi det kan kræve ekspropriation af arealer til masteplaceringerne. Det har også den ulempe, at servicering skal ske fra nabosiden, og at driften af portaler besværliggøres.

Ved en meget omhyggelig projektering kan portalbenet indarbejdes i rækken af støjskærmssøjler. Med et integreret design vil vejens udstyr i så fald fremstå sammentænkt som en helhed.

8.6 Materialer og struktur

Afhængig af skærmens kontekst, kan der vælges forskelligt materiale til at fremhæve eller nedtone dens visuelle dominans. I landskabelige omgivelser vil en beplantet skærm kunne indgå som en del af det grønne miljø, mens der i et industrikvarter i højere grad kan placeres industrielle produkter.

Transparente materialer kan afhjælpe skyggevirkninger og reducere støjskærmens visuelle dominans. Materialer og strukturer er på den måde en parameter, som kan være med til at tilpasse skærmene til omgivelserne.

8.7 Beplantning

Beplantning kan være et væsentligt redskab til at skabe en samlet løsning, der visuelt tilpasser sig omgivelserne og bidrager med visuel variation. Den kan fastholde et attraktivt helhedsindtryk og udtrykke årstidernes skift. Slyngplanter, buske og træer kan dæmpe den dominerende virkning af en støjskærm. Beplantning ved støjskærmens fod eller i forhøjede plantebede kan få skærmen til at virke lavere.

Figur 8-14. Denne træskærm er en simpel konstruktion, der her fungerer i kombination med en kraftig beplantning. God afstand til vejen beskytter mod vejsalt. Ved beslutning om beplantning skal man være opmærksom på, at visse materialer kan blive så opvarmede af direkte sollys, at det hæmmer eller forhindrer planternes vækst. Opvarmningen er afhængig af farve, materiale og retning i forhold til solen (Østre Ringvej, Næstved).

Der er imidlertid en række forhold, som man skal være opmærksom, når beplantning skal indgå i et skærmprojekt:

- Beplantning medfører særlige vedligeholdelsesbehov, der kræver god plads
- Forhold som saltbelastning og vindpåvirkning fra trafikken skal vurderes. Måske kan saltning langs en nyplantet støjskærm undlades? Beplantning mellem støjskærm og kørebane kræver saltværn, medmindre afstanden mellem støjskærm og kørebane er stor
- Lysforhold har stor betydning. Planter på nordsiden af en støjskærm bør kunne tåle skygge, mens lys og varme kan forringe vækstbetingelserne på sydsiden
- Langs nabosiden er vækstbetingelserne ofte betydeligt bedre end langs vejsiden, men der skal være adgang og plads til vedligehold
- Beplantning af træskærme bør undgås, idet dette skal nedskæres, hvis træskærmen skal behandles med fx træolie. Træskærme opbygget af hele træstammer, der ikke er skåret (fx pileflet som Figur 9-6), kræver dog normalt ikke vedligeholdelse og kan derfor anvendes i en løsning med beplantning
- Hvis træer og buske står tæt på støjskærmen, kan grene, der slår mod skærmens overflade, give slid og misfarvning
- Af hensyn til vedligehold af støjskærmen og arealerne omkring, er det hensigtsmæssigt, hvis vejmyndigheden kan kontrollere, hvilken beplantning der etableres også ved skærmens naboside.
- Vægtforøgelse fra beplantning på kassetteelementerne samt forøget vindlast.

Figur 8-15. Beplantning kan bidrage til en samlet løsning, der tilpasser sig det lokale miljø. Løsninger med beplantning er velegnede til veje i bymiljø, hvis der er god plads. Langs motorveje er beplantning på vejsiden ikke hensigtsmæssig, fordi drift og vedligehold er kompliceret på denne vejtype. Visuelt er beplantning som regel heller ikke velegnet til motorveje (Ring 4, København).

9 PLADSFORHOLD

Detaljerede registreringer af omgivelser og fysiske rammer for en støjskærm er grundlaget for en detaljeret afklaring af pladsforhold og andet, der har betydning for, hvor støjskærmen kan placeres.

9.1 Placering uden for vejarealet

Hvis støjskærmen etableres uden for vejarealet, kan der ses bort fra nogle af de overvejelser, der er beskrevet i de efterfølgende afsnit.

Det anbefales dog at følge anvisningerne om:

- Ledninger i jorden og i luften
- Afvandingsforhold, hvis skærmen skal stå på eller ved befæstede arealer eller i en lavning
- Stigennemføringer.

9.2 Ledninger i jorden og i luften

Ledninger i jorden kan have stor betydning for den endelige placering af støjskærmen. Der bør skelnes mellem eksisterende ledninger og nye ledninger. Nye ledninger er planlagte ledninger, der med fordel kan etableres samtidig med skærmprojektet.

Ved planlægning af støjskærme langs med et nyt vejtracé bør forhold som afvanding, belysning og forsyning til elektroniske skilte overvejes. Overvej desuden, hvilke forsyningsselskaber og ledningsejere der kan have interesse i at etablere nye ledninger og kabler langs med vejen.

Inden projekteringen påbegyndes, skal den projekterende derfor altid indhente ledningsoplysninger hos Ledningsejerregistret, LER (www.ler.dk).

Ledninger i et vejareal ligger efter gæsteprincippet, iht. vejlovens § 106.

Uddrag af Vejloven:
§ 106. Arbejder på ledninger i eller over kommuneveje, herunder nødvendig flytning af ledninger m.v. i forbindelse med vejens regulering eller omlægning, bekostes af vedkommende ledningsejer, medmindre andet er særligt bestemt ved overenskomst eller kendelse afsagt af en ekspropriationskommission nedsat i henhold til lov om fremgangsmåden ved ekspropriation vedrørende fast ejendom eller afgørelse truffet af en kommunalbestyrelse efter vandforsyningslovens §§ 37 og 38, jf. § 40.

Stk. 2. Samme regler som nævnt i stk. 1 gælder med hensyn til arbejder på hovedlandeveje, medmindre andet følger af § 20.

Kilde: Bekendtgørelse af lov om offentlige veje, LBK nr. 1048 af 3. november 2011.

Gæsteprincippet for veje indebærer, at flytning af anlæg skal ske for ledningsejerens regning, hvis kravet om flytning er begrundet i vejformål. Begrebet vejformål er ikke entydigt, men retspraksis har ved flere afgørelser fortolket, at etablering af en støjskærm er en del af vejens udstyr og dermed tjener den et vejformål.

Det er derfor vigtigt at få klargjort, hvilke vilkår der gælder for de enkelte ledninger. Hvis ledningen ligger efter gæsteprincippet, vil flytning af ledningen som sagt blive et økonomisk anliggende for

den pågældende ledningsejer. Men de konkrete vilkår bør altid undersøges, herunder om der er eventuelle tinglyste servitutter mv.

Eksempler på ledninger er:

- Regn- og spildevand, der fx krydser vejen og dermed skærmens linjeføring
- Vejafvandingsledninger
- Vandledninger
- Elledninger (fx belysning og anden lavspænding eller højspænding)
- Gas og fjernvarme
- Telefon og fibernet
- Belysningskabler.

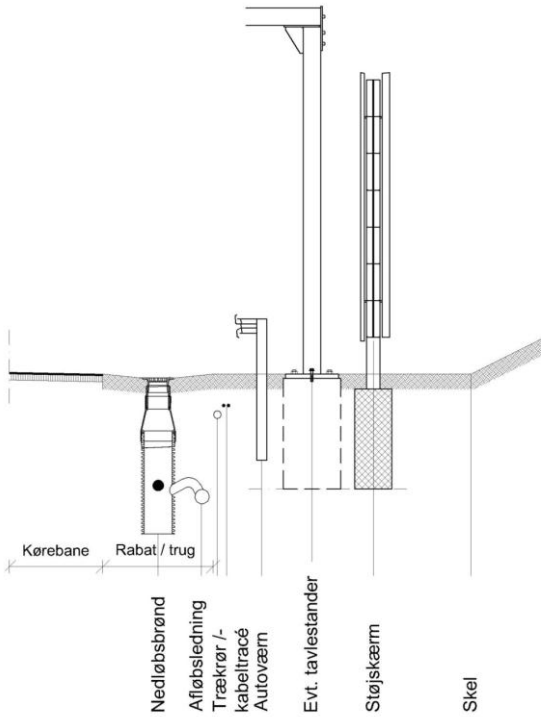
9.2.1 Eksisterende ledninger

Hvis det viser sig nødvendigt at flytte ledninger, bør ledningsejeren kontaktes på et tidligt tidspunkt. Man skal være opmærksom på, at de færreste forsyningsselskaber kan tåle, at deres ledninger afbrydes i længere tid og sjældent uden et tidligt varsel til brugerne. Omlægning af fx spildevandsledninger, regnvandsledninger og vandledninger samt gas og fjernvarme bør derfor ske i god tid inden støjskærmen skal etableres.

9.2.2 Projekterede ledninger

Det anbefales at agere som om, der skal etableres nye ledninger i forbindelse med opførelse af en støjskærm. Der kan fx være tale om, at en ledningsejer har planlagt en ny ledning, og i så fald bør den indgå i planlægningen af det nye tværprofil. Der bør tidligt i projektforløbet dannes et overblik over de ledninger og forsyninger, som eventuelt skal etableres eller ændres på strækningen.

Ved etablering af nye ledninger i jord skal disse overholde de indbyrdes respektafstande som fremgår af DS 475, ”Norm for etablering af ledningsanlæg i jord”. Man skal dog være opmærksom på, at de enkelte forsyningsselskaber og ledningsejere kan have andre og måske skærpede krav til indbyrdes afstande.



Figur 9-1. Illustration af de karakteristiske pladsforhold med vejudstyr, afvanding mv. langs en vej.

9.3 Autoværn

Autoværn skal opstilles foran en støjskærm, når den er placeret inden for vejens sikkerhedszone. Autoværnet skal placeres, så en eventuel deformation af autoværnet ved påkørsel ikke vil komme i kontakt med støjskærmen.

Definitionen af autoværnets arbejdsbredde og andet grundlag for dimensionering og opstilling af autoværn, er beskrevet nærmere i håndbogen "Autoværn og tilhørende udstyr".

9.4 Skilte

Man skal være opmærksom på, at afstande mellem autoværn og skilte skal overholde minimumsafstande i forhold til autoværnets arbejdsbredde. Inden for arbejdsbredden må der ikke stå faste genstande. Der skal derfor ved projekteringen af en støjskærm tages højde de problemer, der kan opstå med at få tilstrækkelig plads.

Figur 9-2. Det er ønskeligt, at der er god plads til at udføre vedligeholdelsesarbejde mellem støjskærm og autoværn (Europavej E45, Frederikshavn).

9.5 Afvanding

Også afvandingsforholdene kan give anledning til problemer. Kørebanearealet vil oftest afvande ud mod rabatten, hvor støjskærmen er placeret. Hvis kørebanen ikke er afgrænset af en kantsten, er der risiko for forholdsvis store vandmængder, som skal håndteres. Støjskærmen kan fremstå som en fysisk barriere, som overfladevand ikke kan passere gennem. Hvis støjskærmen placeres i et dybdepunkt, skal man derfor regne med, at der skal etableres afvanding. Det kan fx ske ved at lægge et dræn på nabosiden af støjskærmen.

Er der en grøft langs vejen, bør det overvejes i stedet at etablere et trug med dræn. Alternativt kan der etableres tværgående drænkasser under skærmen, hvor overfladevandet kan sive til den bagvedliggende grøft. Drænkassen kan fx udføres med singels, pakket ind i en fiberdug, så udvaskning af materialer undgås. Denne løsning kan dog være problematisk, fordi der kan opstå frost i drænkassen, som vil nedsætte drænfunktionen og evt. føre til opstuvning af vand foran støjskærmen.

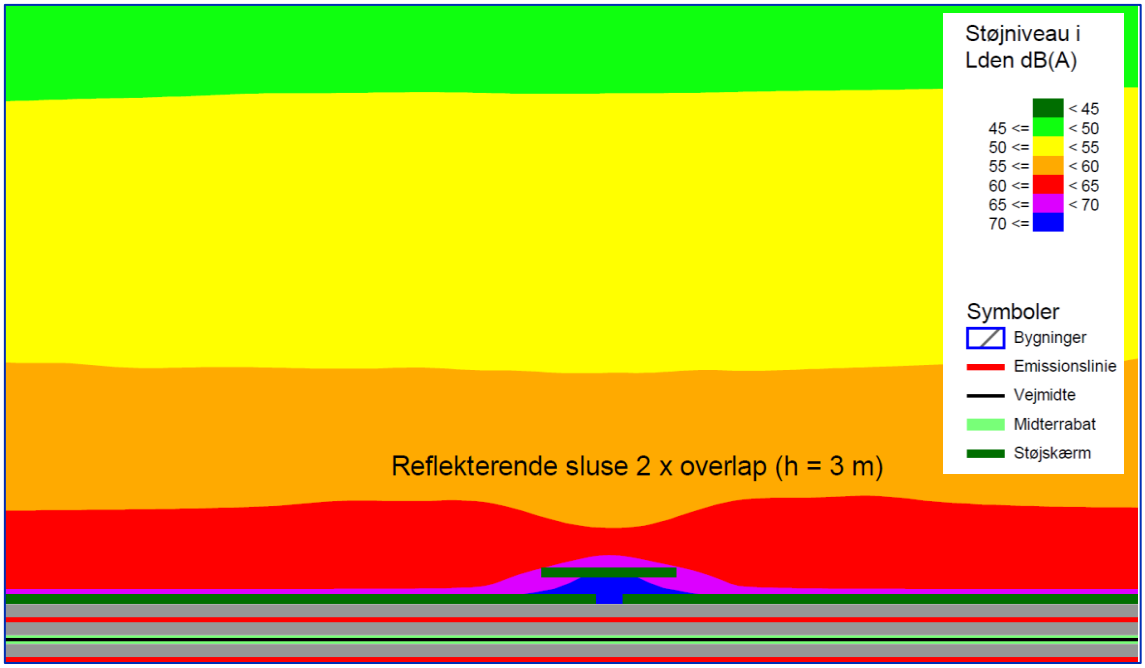
Krav til filtermaterialer og evne til at transportere vand fremgår af DS 436:1993 "Norm for dræning af bygværker m.v." Endvidere henvises til vejreglen ”Afvandingskonstruktioner”.

Man bør være opmærksom på, at dårlige adgangsforhold kan gøre det besværligt at udføre fx slåning, oprensning og regulering af en grøft, der er placeret på nabosiden af støjskærmen.

9.6 Stigennemføringer, holdepladser og buslommer

Etablering af en støjskærm kan medføre, at stigennemføringer, buslommer, holdepladser, vigepladser o.l. skal ombygges eller flyttes. Det bør derfor tidligt i projekteringen afklares om ændringer af denne type er aktuelle, og om de udløser behov for plads til nye placeringer eller ændringer i støjskærmens linjeføring (fx en kurve uden om en buslomme).

Figur 9-3. Eksempel på stigennemføring udført som en lydsluse. Se også Figur 11-4, hvor en stigennemføring er udført som en dør.



Figur 9-4. Eksempel på støjen omkring en stigennemføring med en overlappende parallel skærm ud for åbningen i den lange støjskærm. Selvom ingen skærmoverflader i dette eksempel er lydabsorberende, medfører slusen kun mærkbare ændringer i støjbilledet lige omkring stigennemføringen.

Overlappet i en stigennemføring er også pladskrævende. Behov for ekstra plads kan medføre, at der skal erhverves arealer fra naboejendomme. Se også afsnit 3.5.2.

Der kræver dialog med beboere, færdselspoliti, vejmyndighed og de myndigheder, der er ansvarlige for offentlig transport at afklare sådanne forhold.

Det vil ofte være et ønske hos naboerne, at eksisterende stigennemføringer bevares, men åbninger i skærmen kan også åbne for knallerter og uvedkommende med negative konsekvenser for trygheden i området.

Figur 9-5. Buslommer og holdepladser kan undertiden udløse behov for en særlig tilpasning af støjskærmens forløb. Under alle omstændigheder skal det sikres, at der er tilstrækkelig plads (Ring 4, København).

9.7 Afstand til skel

Det er hensigtsmæssigt, at hele skærmen, inkl. fundamentet, står på vejarealet. Der betyder, at skærmens centerlinje bør være mindst 40 cm fra skel. Desuden bør der afsættes plads til drift og vedligehold.

9.8 Plads til vedligehold af støjskærme

Det er vejmyndighedernes erfaring, at dårlige pladsforhold på begge sider af en støjskærm kan have væsentlig betydning for vilkårene, og dermed omkostningerne, for vedligeholdelse og reparation.

På siden mod naboer er det ønskeligt med et areal med en bredde på ca. 1,5 meter, hvor vejmyndigheden har fri adgang. Det kan være en fordel, at dette areal er tydeligt markeret, fx med et lille hegn placeret i skel. På den måde kan det forebygges, at der over tid opstår tvivl om ejerforhold og brugsret til arealet mellem skærm og skel.

Der er eksempler på, at støjskærme står så tæt på skel, eller i skel, at der ikke er et vejareal på skærmens naboside. Det betyder, at man ved adgang til skærmens naboside kan komme til at

færdes og arbejde i beboernes blomsterbede o.l. Reparationer af støjskærmen skal, så vidt det er muligt, kunne udføres fra vejsiden.

Hvis man i et konkret skærmprojekt vælger at give naboerne lov til at anvende et vejareal mellem skel og støjskærm, skal man derfor enten have klare aftaler om vilkår for adgang til vedligeholdelse eller beslutte, at skærmen ikke vedligeholdes fra nabosiden.

Man skal være opmærksom på, at de detaljerede betingelser for arealer på skærmens naboside har stor betydning for de berørte ejere og beboere.

Figur 9-6. Selv om det bør foretrækkes, at der på skærmens naboside er plads til vedligehold, kan der under de rette forudsætninger etableres løsninger under snævre pladsforhold. Forudsætningerne er bl.a. et godt samarbejde med naboerne samt overdragelse af evt. vedligehold til naboerne eller en vedligeholdelsesfri skærmløsning. (E45, Gug).

9.9 Plads til driftsaktiviteter

De typiske driftsaktiviteter på tilstødende arealer og elementer omfatter renhold, afvanding (brønde, rabatter, grøfter), beskæring og klipning af beplantning samt græsslåning. Driften kan også omfatte vintertjeneste, hvor snerydning kan medføre oplæg af sne langs vejen.

Ved projektering og placering af støjskærme bør man sikre adgang til udførelse af disse tilbagevendende driftsaktiviteter.

9.10 Vejarealet foran støjskærmen

Hvis en støjskærm står tæt på vejen, bør det foretrækkes, at der ikke er beplantning eller græskanter mellem vejen og skærmen. Begge dele vil nemlig kræve løbende vedligeholdelse, fx regelmæssig græsslåning, under vanskelige forhold. En fast belægning frem til skærmen med fald mod vejbelægningen er stort set vedligeholdelsesfri og samtidig et godt underlag for reparation og vedligeholdelse af selve støjskærmen. Ved brug af denne løsning skal man dog være opmærksom på, at der er en tilstrækkelig afledning af det vand, der ledes frem til vejbelægningen.

God plads til vedligeholdelse og evt. reparation af støjskærmen kræver, at der er 1 – 1,5 meter mellem autoværn og støjskærm (se eksemplet på Figur 9-2). Ved mindre plads, bør det overvejes at etablere en fast belægning mellem støjskærmen og autoværnet.

9.11 Beplantning

Træer og buske bør placeres i god afstand fra skærmen, så det er tilstrækkelig plads ved skærmen til vedligehold og reparationer.

Græsslåning, buskrydning, beskæring mv. bør kunne foretages uhindret helt op til støjskærmen. Det kan derfor være en fordel, at skærmen udføres med en nedre del (et skørt) i beton, sten eller andet robust materiale, der tåler påkørsel med slåmaskiner. Mange støjskærme udføres derfor med et skørt af beton eller undertiden varmforzinket stålplade.

Der bør kun være træer og buske foran en støjskærm på vejsiden, hvis skærmen står langt fra vejen, så der er mulighed for at skabe god plads til reparation og vedligehold.

Beplantning på eller tæt ved støjskærmen fremmer dannelse af algebelægninger, slider på overflader og kræver ofte mere vedligehold. Tæt beplantning kan også være årsag til opbygning af fugt, der virker nedbrydende på træ. Beplantning kan dog også virke som et beskyttende tagudhæng, der forlænger skærmeoverfladens levetid.

Figur 9-7. Selv om beplantning på, eller tæt på, støjskærmen kan have driftsmæssige ulemper, så kan det på skærmens naboside være et meget nyttigt redskab ved indpasning af skærmen i det lokale miljø. Her er anvendt en kombination af trælameller og en styret beplantning op ad et højt fundament og videre op på selve skærmen (Motorring 3, København).

Figur 9-8. Beplantningen tæt på skærmen har med tiden slidt på skærmens overflade og fjernet silketrykket. Bemærk desuden, at der er meget lidt plads mellem skærm og autoværn til at udføre vedligehold (Ring 4, København).

Støjskærme, hvor beplantningen er integreret i skærmen, fx pileflet med levende pil, skal vedligeholdes ofte. Det er her særlig vigtigt at have god plads til arbejdet, som også omfatter opsamling og bortkørsel af afklippet materiale.

10 NABOFORHOLD

Etablering af en støjskærm i skel eller tæt ved skel til private boliger er en markant ændring af det nære miljø omkring boligerne. En god og velovervejet dialog med de berørte beboere og ejere er derfor af stor betydning for et godt forløb omkring etablering af støjskærmen.

Information og dialog bør indledes på et tidligt tidspunkt, evt. allerede i forbindelse med forundersøgelser og planlægning af et støjskærmprojekt.

Hvis støjskærmen placeres tæt på beboelsesbygninger og vil medføre en mærkbar påvirkning af naboejendomme (fx visuelt eller skyggekast), bør der gennemføres en partshøring. Partshøringen skal sikre, at projektet får en udformning, som kan tilgodese både projektet og naboerne mest muligt.

Der er ingen faste regler for, hvornår en parthøring skal gennemføres. Derfor skal det konkret vurderes i hvert enkelt tilfælde, om en høring skal gennemføres, hvornår det skal ske, og hvilke ejendomme der skal indgå i høringen.

I projekteringsfaserne bør kontakten med naboerne opretholdes, og det bør overvejes, hvordan de løbende kan orienteres og inddrages. De forhold, der erfaringsmæssigt påkalder sig særlig interesse, er:

- Støjskærmens dimensioner (højde, udstrækning)
- Støjreducerende virkning
- Udseende – ikke mindst på siden mod naboerne
- Skyggekast og dermed gennemsigtighed/transparens
- Placering, især i forhold til naboernes egne skel
- Fjernelse af eksisterende beplantning og evt. genetablering
- Betingelser for evt. vejareal, der ligger mellem skærm og skel (vedligeholdelse, brugsret)
- Regler for brug af støjskærmens side mod naboskel
- Regler for vejmyndighedens adgang til støjskærmes naboside
- Stigennemføringer (kan lette færdsel, men også åben for uvedkommende, knallerter mv. og påvirke trygheden i området)
- Naboer på den modsatte side af vejen har typisk interesse for udseende samt reflekteret støj og lys.

Et velegnet redskab er informationsmøder, hvor projektet og eventuelle alternative løsninger gennemgås. Det er en god idé at illustrere projektet ved hjælp af overheads, modeller, plancher, lytteeksempler mv.

Man må være indstillet på, at ikke alle beboere vil være begejstrede for at få en støjskæm. Der vil typisk være flere meninger om fx materialevalg, udseende, gennemsigtighed, acceptabel højde, stigennemføringer mv. Af støjmæssige og æstetiske årsager bør der imidlertid foretrækkes en ubrudt støjskærm uden umotiverede materialespring eller store variationer i højden. Gennem en god dialog vil det ofte vise sig muligt at finde løsninger, der er acceptable for de fleste, herunder den myndighed, der skal finansiere støjskærmen og har ansvaret for, at skærmen har tilstrækkelig støjdæmpende virkning.

Der er naturligvis et særligt behov for information og dialog med ejerne af ejendomme, hvor der er brug for at indgå aftaler om arealerhvervelse, adgang til skærmen på nabosiden mv. De skal under alle omstændigheder kontaktes særskilt.

10.1 Direkte påvirkning af naboejendomme

En støjskærm er en del af vejens udstyr og kan etableres af vejbestyrelsen efter de regler, der gælder for veje.

Hvis støjskærmen placeres i skel eller tæt ved skel mod naboejendomme, bør der tinglyses deklarationer på de berørte matrikler. De skal sikre støjskærmen mod overlast, fx ved senere at blive brugt som en del af bebyggelsen på nabosiden, men også for at sikre adgang til vedligehold af støjskærmen på begge sider.

Eventuelle deklarationer skal tiltrædes af lodsejerne og tinglyses, inden støjskærmen opføres.

Hvis en støjskærm opsættes af en privat grundejer, skal hegnsloven respekteres, og skærmen skal som udgangspunkt stå på egen grund.

Uddrag af Hegnsloven:
§ 11. Hegn langs gade, vej, sti eller plads, som er åben for almindelig færdsel eller udlagt til brug for flere særskilt matrikulerede og i særligt eje værende ejendomme, skal rejses helt på egen grund og levende hegn plantes i en sådan afstand fra vejens areal, at bevoksningen til enhver tid kan holdes inden for skellinien. Hegnets højde fastsættes om fornødent af hegnsynet under hensyntagen til bestemmelserne i § 10, stk. 3, og § 6. Grundejeren kan ikke overfor det offentlige eller vejejeren stille krav om deltagelse i udgiften eller arbejdet ved hegnets rejsning.

Kilde: Bekendtgørelse af lov om hegn, LBK nr. 59 af 19. januar 2007.

Erhvervelse af arealer kan ske ved frivillig aftale eller ved ekspropriation. Lovgrundlaget for at foretage ekspropriation findes i ”Lov om offentlige Veje”, § 43. I lovbestemmelsens stk. 2 er der givet hjemmel til at foretage ekspropriationer til støjafskærmende foranstaltninger.

I almindelighed bør frivillige aftaler, der tinglyses, foretrækkes frem for ekspropriation, som er en langvarig, omkostningskrævende og ofte ubehagelig proces for de involverede.

Uddrag af Vejloven:
§ 43. Når almenvellet kræver det, kan vedkommende vejbestyrelse iværksætte ekspropriation til offentlige vej- og stianlæg. Det samme gælder til private vej- og stianlæg, når disse er nødvendiggjort af:
1) anlægsarbejder mv. på offentlig vej, jf. stk. 2 og § 69,
2) beslutning eller bestemmelse om oprettelse eller benyttelse af adgange til offentlig vej, jf. §§ 78 og 79, eller
3) beslutning om tilvejebringelse af vejadgang i forbindelse med nedlæggelse af offentlige og almene veje, jf. kapitel 9.
Stk. 2. Ekspropriationen kan ske til nyanlæg, udvidelse og ændring af bestående anlæg, til tilbehør og nødvendige supplerende foranstaltninger, herunder parkeringspladser, vigepladser, rastepladser, materielpladser, oplagspladser, støjafskærmende foranstaltninger, faunapassager, erstatningsbiotoper og lignende foranstaltninger til kompensation for et vejanlægs indgreb i naturtilstanden, beplantninger og lignende, til fremskaffelse af vejmaterialer og fyld og til udlægning af fyld. Ekspropriation kan endvidere ske af hensyn til udnyttelse, betjening, sikring, synlighed, beskyttelse og drift på hensigtsmæssig måde, herunder til sikring af oversigt over vejkryds eller vejsving, til nedlægning eller spærring af bestående overkørsler, overgange og vej- og stitilslutninger samt til retablering af de ved vejanlæg afbrudte forbindelser. Til

hovedlandevejsanlæg kan ekspropriation desuden ske til sådanne supplerende anlæg, hvis beliggenhed umiddelbart i forbindelse med vejen skønnes af særlig betydning for transporterne og rejselivet.

Kilde: Bekendtgørelse af lov om offentlige vej, LBK nr. 1048 af 3. november 2011.

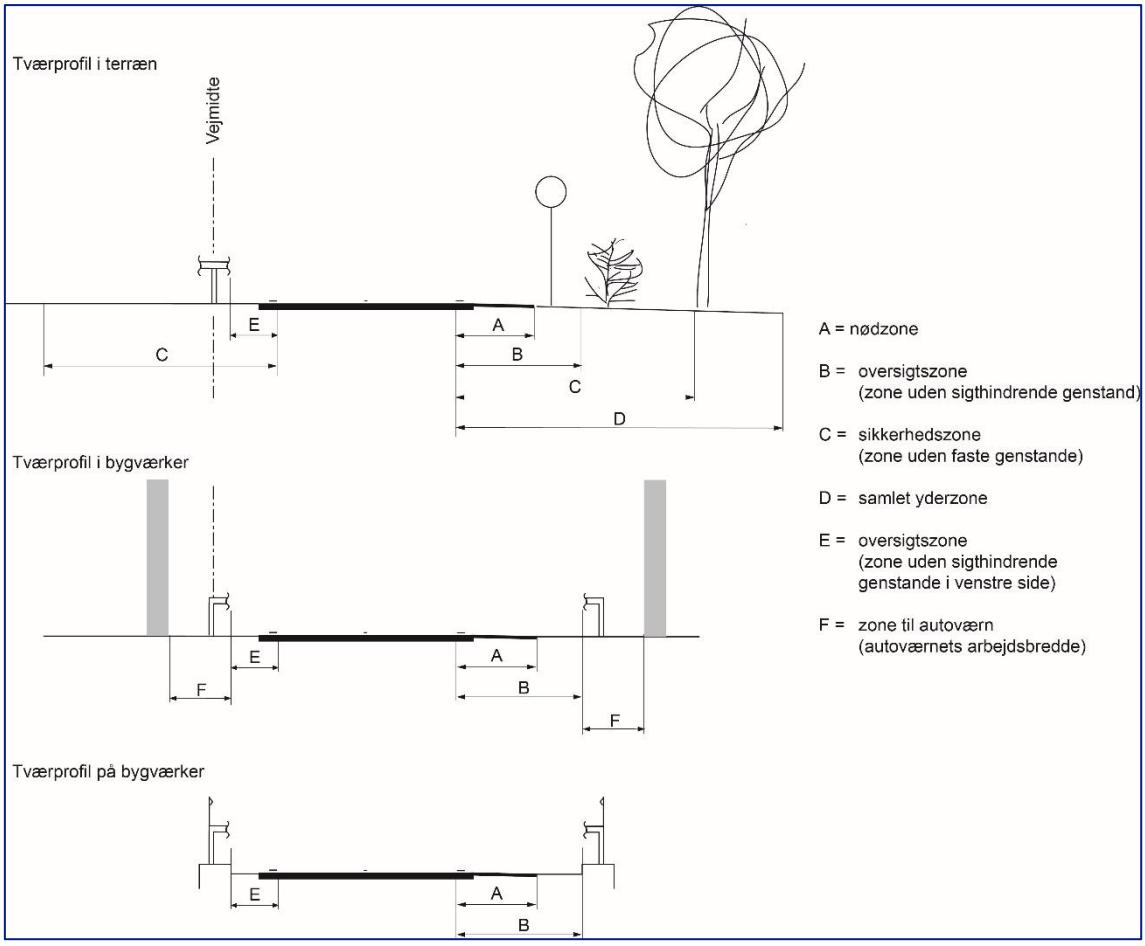
11 TRAFIKSIKKERHED

En støjskærm må ikke forringe trafiksikkerheden. Dette afsnit beskriver de trafiksikkerhedsmæssige forhold, som bør indgå, når der skal træffes beslutning om en støjskærms placering langs en vej.

11.1 Placering af støjskærm i tværprofilet

Støjskærmens placering i tværprofilet bestemmes af en række forhold som trafiksikkerhed, oversigtsforhold, støjdæmpende virkning og arkitektur.

I dette afsnit beskrives de overvejelser om trafiksikkerhed, som skal gøres tidligt i processen, når støjskærmen skal placeres. Figur 11-1 og Figur 11-2 giver en oversigt over de begreber, der anvendes i teksten.



Figur 11-1. Oversigt over begreber, der anvendes om vejens tværprofil (Kilde: Håndbogen "Tværprofiler i åbent land").

Yderzoner	Funktion
A. Nødzone	Plads til nedbrudte køretøjer
B. Oversigtszone	Zone uden sigthindrende genstande som fx beplantning
C. Sikkerhedszone	Areal fri for faste påkørselsfarlige genstande, udformet så et køretøj ikke vælter
D. Samlet yderzone	Samlet pladsbehov til vejens funktioner ud over fritrumsprofilerne
E. Oversigtszone i venstre side	Zone uden sigthindrende genstande som fx autoværn i venstre side (et autoværn er ikke nødvendigvis en sigthindrende genstand på en motorvej)
F. Zone til autoværn	Autoværnets arbejdsbredde

Figur 11-2. Definition af begreber, der anvendes om vejens tværprofil. (Kilde: Håndbogen "Tværprofiler i åbent land").

11.2 Oversigtsforhold

Krav til oversigt og eventuelle servitutter på strækningen skal respekteres. Det kan medføre væsentlige begrænsninger for støjskærmens placering og udformning.

Støjskærmen må ikke hindre trafikantens udsyn ved vejkryds, busholdepladser, fodgængerovergange, stikryds mv.

Man skal bl.a. være opmærksom på, at en skærm placeret i den indvendige side af en kurve kan have væsentlig påvirkning og hindring af trafikanternes udsyn.

Hvor der umiddelbart ikke kan opnås tilfredsstillende oversigtsforhold, kan en løsning være at tilkøbe jord, så skærmen kan trækkes tilbage og oversigtforholdene opretholdes. Alternativt kan vejmyndigheden i samarbejde med politiet tillade etablering af overhalingsforbud eller hastighedsbegrænsning på strækningen.

Gældende krav til oversigtsforhold findes bl.a. i håndbogen ”Planlægning af vejkryds i åbent land”.

11.3 Beskyttelse af støjskærm med autoværn

En støjskærm er en fast genstand og skal derfor beskyttes mod påkørsel med et autoværn i de tilfælde, hvor støjskærmen er placeret inden for vejens sikkerhedszone.

Autoværnet opsættes på traditionel vis, der sikrer tilstrækkelig eftergivelighed ved påkørsel. Det bør normalt ikke integreres i støjskærmen, fordi en påkørsel i så fald også kan medføre skader på skærmen. Der er dog udenlandske eksempler på, at autoværn kan integreres i en støjskærm, men det er ikke en løsning, der hidtil har været anvendt i Danmark. I afsnit 12.15 er omtalt en speciel type autoværn, som indeholder en mindre støjskærm.

For valg og placering af autoværn henvises i øvrigt til håndbogen "Autoværn og tilhørende udstyr”.

11.4 Vejudstyr

Ved placering af en støjskærm skal der tages hensyn til, at der kan være behov for at opsætte vejudstyr mellem skærmen og kørebanen. Det kan også overvejes at integrere fx et skilt i støjskærmen, så standeren ikke udgør en påkørselsrisiko.

Ved opsætning af en støjskærm langs med en eksisterende vej kan den ønskede placering af støjskærmen komme i konflikt med eksisterende vejskilte, lysmaster, autoværn og inventar ved busholdepladser mv.

En støjskærm bør kunne udformes, så den tilpasser sig det eksisterende vejudstyr. Vejskilte, belysning og autoværn mv. kan dog flyttes i et vist omfang.

11.5 Vigeplads

Areal til vigemanøvrer og henstilling af havarerede køretøjer bør være indregnet i vejens normale profil. Det kan derfor i nogle tilfælde være nødvendigt at sikre tilstrækkelig plads mellem kørebane og støjskærm, fx ved at etablere en forskydning i støjskærmen.

11.6 Skyggedannelse

En støjskærm placeret tæt på vejen kan give skyggedannelser på kørebanen. Trafiksikkerheden kan fx tilgodeses ved at udføre støjskærmen transparent.

11.7 Blænding

Skærmens overflade kan reflektere sollyset, lys fra køretøjer og vejbelysning, så trafikanter og naboer blændes. Materialer, farver og overfladestrukturer mv. må vælges, så dette så vidt muligt undgås (se afsnit 13.4.6).

Figur 11-3. Den skråtstillede glasskærm er fuldt transparent og reflekterer ikke støj til den modsatte side af vejen. Til gengæld viste det sig, at den ved bestemte solhøjder gav anledning til blænding af trafikanterne. Derfor etablerede man efterfølgende en stedsegrøn beplantning foran skærmen (Køgevej, Næstved).

11.8 Sne

Støjskærme giver læ og kan medføre drivedannelser på vejbanen både i læ- og vindsiden. Det kan medføre behov for øget opmærksomhed ved planlægning af snerydning.

11.9 Flugtveje/ adgangsveje

Ved lange, ubrudte skærmstrækninger kan der etableres flugtveje, så man i forbindelse med ulykker hurtigt kan komme fra ulykkesstedet. DS/EN 1794-2:2003, Annex D indeholder anvisninger om udførelse af flugtveje, der også kan tjene som adgangsveje til vedligehold af støjskærmens naboside.

Flugtveje bør synliggøres, så de er lette at finde fx med skilte eller ved at anvende materialer, form og farve, der adskiller sig fra resten af støjskærmen.

Standarden har ingen anbefalinger om en passende afstand mellem nødudgange. Antal og placering bør derfor aftales i hvert enkelt projekt i samarbejde med den lokale brandmyndighed. Det vil dog være hensigtsmæssigt at etablere nødudgange for hver 500 meter på motorveje, hvor tværprofilet er lukket med støjskærme, der har en længde på mere end 2 km. På øvrige veje kan nødudgange etableres efter samme princip.

Hvis dørene alene skal anvendes som adgangsveje til vedligehold af støjskærmens bagside, vil en afstand på 500-1.000 meter mellem dørene være passende.

For adgang til vedligehold på bygværker skal der monteres dør ved alle broer. For motorveje skal det være på begge sider af motorvejen, mens det for 2-sporede veje er tilstrækkeligt med dør i den ene side af vejen.

Figur 11-4. Flugtveje kan være nødvendige ved lange, ubrudte skærmstrækninger. Denne dør er dog ikke en flugtvej, men en ulåst stigennemføring. Der bør normalt tilstræbes løsninger, som har en bedre tæthed end dette eksempel, hvor revner og sprækker kan reducere støjskærmens virkning.

11.10 Orientering

Lange og høje støjskærme kan fjerne udsyn til lokale kendetegn og landemærker, som trafikanterne normalt orienterer sig efter.

Effekten kan modvirkes ved brug af transparente støjskærme eller ved at ændre skærmens design på udvalgte delstrækninger. Endelig kan støjskærmen i sig selv, eller dele af den, udføres som landemærker. Det er løsninger, der under alle omstændigheder kræver en designmæssige bearbejdning.

11.11 Trafiksikkerhedsrevision

Et støjskærmsprojekt bør altid gennemgå en trafiksikkerhedsrevision, som er en systematisk og uafhængig trafiksikkerhedsgranskning. Den bør gennemføres af en trafiksikkerhedsrevisor, som ikke har forudgående kendskab til projektet.

Formålet er at gøre projektet så trafiksikkert som muligt, inden det anlægges og tages i brug.

En trafiksikkerhedsrevision kan gennemføres i fem trin, afhængigt af det stade planlægningen og projekteringen befinder sig på:

- Trin 1 – Forprojekt
- Trin 2 – Skitseprojekt
- Trin 3 – Hovedprojekt
- Trin 4 – Ibrugtagning
- Trin 5 – Overvågning.

En trafiksikkerhedsrevision af et støjskærmsprojekt bør som minimum altid foretages på trin 2, mens man stadig har mulighed for at ændre på den overordnede geometri i projekteringsfasen, hvis det viser sig nødvendigt.

Principper for gennemførelse af en trafiksikkerhedsrevision fremgår af håndbogen ”Trafiksikkerhedsrevision og -inspektion”.

12 MATERIALEVALG OG OVERFLADER

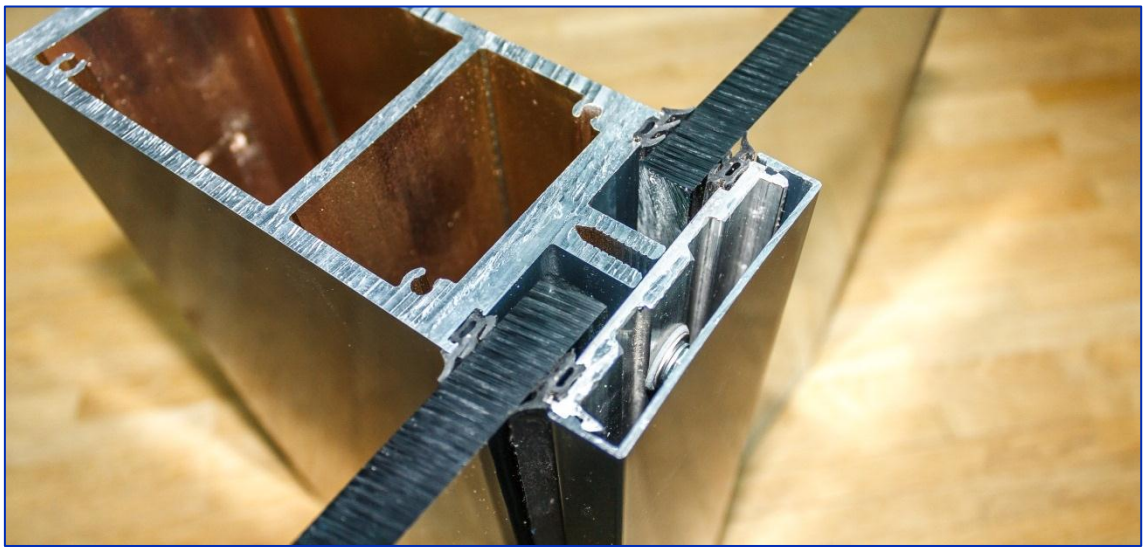
12.1 Akustiske krav

Den vigtigste akustiske egenskab ved en støjskærm er fladevægten. Den skal være så stor, at kun en ubetydelig del af lyden kan transmitteres gennem skærmen.

I praksis betyder det, at støjskærmen skal have en vægt på 15 - 20 kg/m^2 for støjskærme op til 3 - 4 meters højde. Hvis støjskærmen skal udføres højere end omtrent 4 meter, bør vægten være over 25 kg/m^2. Ved CE-mærkning af støjskærme beskrives støjskærmens lydisolation iht. EN 14388:2006, der henviser til EN 1793-2:1997 (se afsnit 13.4.2).

Blandt almindeligt forekommende materialer kan nævnes:

- En 10 mm glasplade vejer 25 kg/m^2
- En 15 mm akrylplade vejer 18 – 25 kg/m^2 afhængig af den specifikke type akryl (polymethylmethacrylat, PMMA)
- En 25 mm bræddebeklædning af træ vejer 12 – 16 kg/m^2 afhængig af træsort og fugtindhold.



Figur 12-1. Snit gennem skærmelement, hvor lyddæmpning er baseret på en enkelt akrylplade. Pladen er her 13 mm tyk. Dette princip er anvendt i støjskærmen vist på Figur 8-8 og Figur 12-11.

I teorien kan refleksionen fra en støjskærm give anledning til et svagt forøget støjniveau på den modsatte side af vejen, men i praksis vil afstanden fra støjkilde til støjskærm, og støjskærmens begrænsede udstrækning (højde og længde) medføre, at forøgelsen sjældent overstiger 1 dB. Risikoen for en forøgelse er størst, når støjskærmen står tæt på vejen. Der bør i de konkrete projekter undersøges ved støjberegninger eller en konkret vurdering, om en reflekterende støjskærm kan medføre et øget støjniveau hos naboer på vejens modsatte side.

Ved at skråtstille skærmen med en vinkel fremover eller bagover i forhold til vejen eller ved at krumme støjskærmen, kan man modvirke, at støjen øges på den modsatte side af vejen. Den nødvendige hældning bør fastlægges ved en konkret akustik vurdering, men ca. 10° vil som regel være tilstrækkeligt. Det mest almindelig er dog at anvende lydabsorberende materialer som beskrevet i det følgende.

Figur 12-2. Støjskærmen langs motorvej E20 ved Nyborg reflekterer i nogen grad støjen. Skærmen er imidlertid svagt skråtstillet, så støjen kastes opad og ikke over på den anden side af vejen. Dermed forebygges øgede gener hos beboere på den modsatte side af vejen. Skærmen på Figur 11-3 har samme funktion. Støjskærmene på Motorring 3 har en hældning den modsatte vej (se Figur 8-4). Også denne løsning forebygger, at reflekteret støj kastes over mod boliger på den anden side af vejen. (E20, Nyborg).

12.1.1 Lydabsorberende støjskærme

Lydabsorberende støjskærme udføres med en overflade, der i lydmæssig henseende er 'åben', så lydbølgerne bliver absorberet i støjskærmen. I praksis betyder det, at man udfører skærmen med fx en perforeret overflade uden på et blødt kernemateriale, ofte mineraluld. Ved flere projekter har man anvendt aluminiumkassetter med et fyld af mineraluld (se Figur 13-2). Ofte dækker man mineraluldsoverfladen med en 'åben', vævet dug for at beskytte den mod nedbrydning.

På en træskærm kan siden mod vejen udformes som et spaltepanel af brædder, der er opsat med en spalte ind mod et mineraluldsfyldt hulrum.

Figur 12-3. Den perforerede aluminiumplade sidder foran en mineraluldskerne. Dermed bliver støjskærmen lydabsorberende (se også Figur 13-2). Ca. 30 % af overfladearealet eller mere bør være mineraluld med en jævnt fordelt perforering eller anden form for åbning til mineralulden. Trælamellerne forebygger graffiti og bidrager til indpasning af støjskærmen i landskabet.

Det absorberende materiale vil ofte være ganske let. Hårde mineraluldsbatts vejer fx omkring 100 kg/m^3 (en 100 mm tyk plade vejer dermed ca. 10 kg/m^2), og der vil derfor blive tale om ganske tykke støjskærme, hvis ikke man tilføjer andre og tungere materialer. Opbygger man en absorberende støjskærm af 2 mm aluminiumplader med 30 % perforering og en kerne af 100 mm mineraluld, vil den samlede vægt blive 15 – 18 kg/m^2. Vægten kan øges med en tung plade, fx en cementbaseret fiberplade, der kan placeres i skærmen eller udgøre skærmens side mod nabo.

Det er ikke muligt at udføre en absorberende støjskærm fuldt transparent, da der ikke er fundet transparente materialer med lydabsorberende egenskaber. Som tidligere nævnt, kan skærmen I stedet skråtstilles.

Hvis en støjskærm skal virke lydabsorberende, er det normalt nødvendigt, at mindst 30 % af overfladen er 'åben' i lydmæssig henseende. Disse områder skal være jævnt fordelt over den del af støjskærmen, der skal være lydabsorberende (se også Figur 12-3). En typisk løsning er en perforeret stål- eller aluminiumplade. Det kan være hensigtsmæssigt, at kun en del af støjskærmens overflade er lydabsorberende (fx den nederste halvdel).

For at opnå en tilstrækkelig lydabsorption skal mineraluldselementet normalt have en tykkelse på minimum 100 mm.

En støjskærm med lydabsorption i kategori A2 eller A3 iht. EN 1793-1:1997 vil normalt være tilstrækkelig, men bør i hvert enkelt projekt fastlægges på baggrund af en akustisk vurdering (se afsnit 13.4.1).

Det er normalt kun på vejsiden, at støjskærmen eventuelt skal være lydabsorberende. Men i situationer, hvor der er støjkilder på begge sider af skærmen, kan det være relevant, at den er lydabsorberende på begge sider. Det samme kan være tilfældet, når en sti føres gennem skærmen via en lydsluse.

Hvis der er behov for en lydabsorberende støjskærm, anbefales det, at der foretages en konkret lydteknisk vurdering af krav til det lydabsorberende areal og den lydabsorberende evne. Behovet for en absorberende støjskærm bør i det hele taget undersøges og overvejes nøje, fordi det giver bindinger på materialevalg og udformning.

12.1.2 Åbninger i støjskærme

En støjskærm bør være helt tæt i hele levetiden. Selv mindre åbninger kan mærkbart reducere skærmens lydisolation, og dermed nedsætte dens støjdæmpende egenskaber. Under visse omstændigheder kan mindre sprækker, fx i forbindelse med samlingsdetaljer, dog være acceptable. Det vil være en konkret akustisk vurdering i de enkelte skærmprojekter at afgøre, om en sprække i en skærmkonstruktion vil have betydning. Hvis støjskærmen er dimensioneret til en høj støjdæmpning, så kan selv ganske små sprækker være kritiske. Det betyder også, at sprækker typisk vil være mere kritiske i forhold til den opnåede støjdæmpning tæt på skærmen end på større afstand.

I situationer, hvor sprækker kan være nødvendige, bør sprækkernes bredde ikke være større end 1-2 cm og deres areal bør ikke overstige ca. 1 % af skærmens areal.

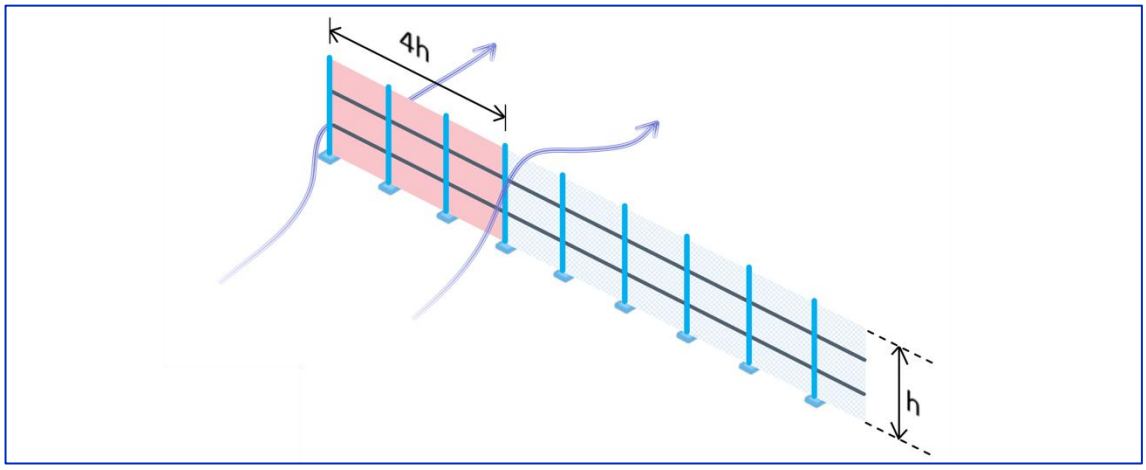
Figur 12-4. Selv mindre åbninger, her en ret stor åbning mellem betonskørt og terræn, kan mærkbart reducere skærmens lydisolation, og dermed nedsætte den støjdæmpende virkning (Europavej E45, Frederikshavn).

En sprække ved terræn kan især reducere støjskærmens virkning, hvis terrænet omkring skærmen er akustisk hårdt, fx asfalt.

Betydningen af sprækker kan begrænses eller helt fjernes, hvis de skærmkomponenter, der danner sprækken, overlapper hinanden.

12.2 Reduktion af endeomstrømningseffekt

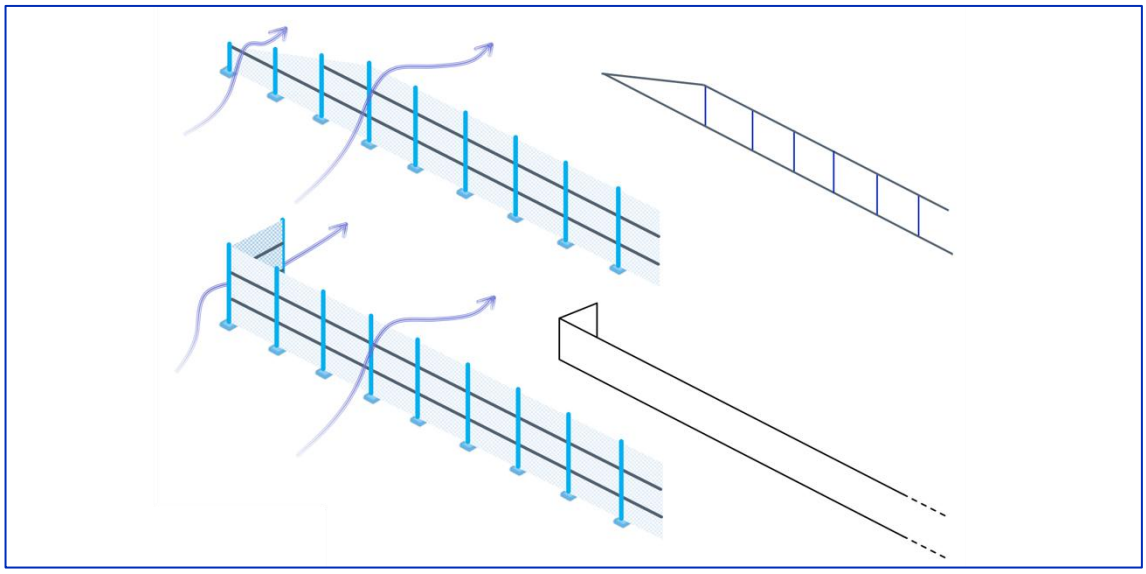
For vindlastpåvirkning på støjskærme betyder endeomstrømningseffekten, at der ved enderne opstår en betydende øget vindlastpåvirkning. Det optræder på en strækning svarende til 4 × h i hver ende af støjskærmen.



Figur 12-5. Udstrækning af zone påvirket af endeomstrømning.

Effekten kan reduceres ved at udføre støjskærmen aftrappet eller skrånende mod enden, så man undgår, at de yderste støjskærmsfag skal udføres stærkere eller stivere end de øvrige dele af støjskærmen.

Alternativt kan man afslutte støjskærmen med en vinkel, hvilket også reducerer forøgelsen af vindlastpåvirkningen på støjskærmens ender.



Figur 12-6. Endeudformninger der reducerer endeomstrømningseffekten. Ved valg af den øverste løsning, bør det vurderes om den reducerede skærmhøjde har konsekvenser for støjskærmens virkning hos de yderste naboer på skærmstrækningen. Den nederste løsning kan øge skærmens støjdæmpende virkning i området nær skærmens afslutning. Begge løsninger kan have visuelle konsekvenser, der bør vurderes nærmere.

Beregning af vindlast under hensyntagende til endeomstrømningseffekten er beskrevet i afsnit 16.2.1.

12.3 Fastholdelse af løsrevne dele

Fastholdelse af løsrevne dele har særlig relevans for støjskærme, der er placeret, hvor en løsreven del vil kunne falde ned på en lavere beliggende vej. Ved en række projekter med akrylplader som udfyldningselementer er dette modvirket ved, at pladerne er wirefastgjort til rammekonstruktionen eller til andre udfyldningselementer. Se også afsnit 13.4.5 om dokumentation af en støjskærms evne til fastholdelse af løsrevne dele.

Figur 12-7. Akrylpladerne er her sikret med ekstra wirefastholdelse.

12.4 Transparens

Den visuelle påvirkning af omgivelserne kan reduceres væsentligt ved at udføre hele eller dele af støjskærmen med transparente materialer. Lysrefleksioner og den løbende tilsmudsning og ridsning vil medføre, at støjskærmen ikke vil fremstå usynlig. Transparente materialer forøger imidlertid den visuelle kontakt på tværs af støjskærmen og kan reducere skyggeeffekter.

12.5 Påflyvning

Risikoen for påflyvning af fugle kan reduceres ved at begrænse afstanden mellem ikke transparente elementer.

Da støjskærme langs den udvidede Motorring 3 blev planlagt, fandt Vejdirektoratet, at den optimale dimension for de transparente felter er ca. 70 cm. Denne dimension vil ofte være visuelt hensigtsmæssig, og den lodrette opdeling på 70 cm betyder, at fugle kan opfatte fladen, så de sjældent flyver ind i den.

Man må dog gøre sig klart, at næsten uanset hvor lille afstand man benytter, vil der altid kunne forekomme påflyvning.

Alternativet kan være lasergraverede eller børstede mønstre på de transparente flader. Silketryk er en løsning, der ofte viser sig at have begrænset holdbarhed, fordi trykket slides af vind og vejr.

Figur 12-8. Der er risiko for, at fugle kan flyve ind i transparente støjskærme. Ved en afstand på ca. 70 cm mellem de bærende søjler kan risikoen dog reduceres betydeligt. Den viste skærm er opbygget af akrylplader mellem lodrette søjler. Se også detalje på Figur 12-1. (Lyngbyvej, København).

12.6 Hensyn til drift og vedligehold

Som udgangspunkt bør man vælge materialer og overflader, der kan holde til den almindelige vejrligsnedbrydning (regn, udstødningsgasser, olie, vejsalt, sne og sollys) og ikke har behov for reparation i støjskærmens planlagte levetid.

Skærmen skal endvidere kunne modstå stenslag. En overflade, som ikke indbyder til hærværk, vil ofte være ønskelig.

Skærmens overflader skal gerne kunne tåle rengøring, fx i form af højtryksspuling eller tilsvarende.

Der bør kun anvendes materialer, som opfylder disse betingelser. Det kan være hensigtsmæssigt at anvende forskellige facadematerialer mod henholdsvis vejside og naboside.

Især jorddækkede konstruktioner skal udformes, så de er fuldstændig vedligeholdsfrie i hele støjskærmens levetid. Stål og betonpæle med indstøbte ankre for støjskærmsstolper skal derfor udføres med tilstrækkeligt dæklag, med korrosionsbeskyttelse eller i materialer, der sikrer bygningsdelene mod nedbrydning.

Reparation af støjskærme fx efter påkørsel, bør være let og billig at udføre. En støjskærm bør derfor være enkelt opbygget af let udskiftelige elementer, der skal være monteret, så kun få elementer beskadiges ved påkørsel. Så vidt muligt bør man foretrække løsninger, hvor elementerne kan udskiftes fra vejsiden uden behov for adgang til nabosiden.

12.6.1 Rengøring

Det er ikke almindelig praksis hos danske vejmyndigheder at foretage regelmæssig rengøring af støjskærme. En støjskærm bør derfor så vidt muligt være selvrensende.

Glatte overflader inviterer i højere grad til graffiti end overflader med struktur, men til gengæld er glatte overflader lettere at rense og rengøre. Det er ønskeligt, at en støjskærm kan tåle højtryksrensning, men i mange tilfælde vil der ske indtrængning af vand i samlinger og materialer. Støjskærmens drift- og vedligeholdelsesmanual bør indeholde anvisninger om rengøring og eventuel brug af højtryksrensning.

Beton-, metal- og plastoverflader kan gives en overfladebehandling med antigraffitimidler. Det gør rengøring i forbindelse med overmaling eller fjernelse af almindeligt snavs væsentligt lettere. Behandlingen nedbrydes ved rengøring og skal derfor gentages.

Omfang af overfladebehandlinger og muligheden for at gentage dem, bør indgå ved beslutning om støjskærmens udformning.

12.6.2 Reparation og udskiftning

Vedligehold i form af reparation eller udskiftning af dele af støjskærmen skal være let og billig at udføre. Støjskærmen bør derfor bestå af få og let demonterbare enkeltdele, der hurtigt og billigt kan fremskaffes på ny. Det er vigtigt, at vægten og udstrækningen af sårbare enkeltdele holdes nede, så udskiftning kan foretages af 1 - 2 mand uden løftehjælpemidler.

Det vil kun være praktisk muligt at opretholde et lager af ”reservedele” for skærmstrækninger, der er så lange, at der samlet set vil være et løbende behov for udskiftning af beskadigede elementer på grund af fx påkørsler.

12.7 Materialer

Støjskærme kan udføres af en lang række materialer. Her beskrives de materialer, der har vundet indpas og normalt anvendes. Men der er også eksempler på støjskærme, der er udført som teglstensvægge, i varmforzinkede stålplader og i genbrugsplast. Ved vurdering af andre materialers egnethed, kan fordele, ulemper og erfaringer med almindeligt anvendte materialer være nyttige.

Vejdirektoratet har udgivet flere samlinger med eksempler på konkrete støjskærme, der er opført i Danmark siden begyndelsen af 1990’erne (se litteraturlisten bagest i denne håndbog).

12.7.1 Plast

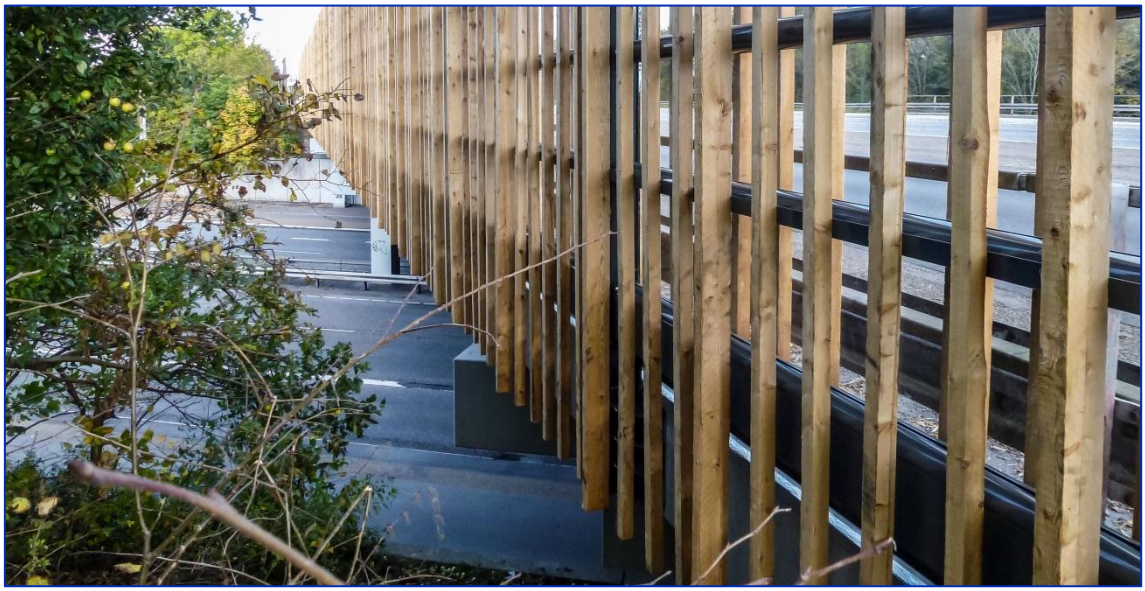
På grund af de problemer med vandalisme, som mange glasstøjskærme er blevet udsat for, benyttes ofte flere slagfaste plastmaterialer som polycarbonat og akryl (polymethylmethacrylat - PMMA) i stedet.

Akryl kan udføres stort set farveløst, men ofte har man valgt at anvende indfarvede akrylplader, hvor man søger at efterligne den svagt grønlige farve, som er karakteristisk for almindeligt floatglas. (Float er navnet på den proces, man siden 1950'erne har anvendt ved produktion af planglas). Hvis man vælger en meget usædvanlige indfarvning, skal man være opmærksom på, at det kan være svært at få produceret erstatningsplader i tilfælde af behov for udskiftning.

Akryl har meget god resistens mod den farveforandring, der kan være resultatet af solens UV-stråler. Som mål for, hvor meget akryl skifter farve på grund af ældning, anvender man ofte et

såkaldt ”yellowness” indeks. Hvis man indfarver akrylen, er det svært at definere dette indeks, og det giver i så fald ingen mening.

Akryl har et væsentligt mindre elasticitetsmodul end glas. Akrylplader, der bukkes eller fastholdes med klemmer, kan derfor afgive forstyrrende lysreflekser, fordi akryl ikke står lige så ”stramt” og præcist som glas.



Figur 12-9. Ofte udføres støjskærme af forskellige materialer, der kombineres til en samlet løsning. Denne skærm er opbygget af aluminium og mineraluld (akustiske elementer), akryl og aluminium (transparente elementer) og træ (lodrette lameller). Som regel indgår også beton til fundament og skørt mod terræn. Man skal være opmærksom, at samlinger mellem forskellige materialer kan være komplicerede at udføre, så de får tilstrækkelig lang levetid. Det kan fx være nødvendigt at forebygge galvanisk korrosion (se afsnit 12.9).

Figur 12-10. Støjskærm med akrylplader øverst. Pladerne har opnået stivhed i den øvre kant ved hjælp af et ombuk. Man kan dog konstatere, at akrylpladerne er for lange i forhold til stivheden, og at de derfor er noget uregelmæssige. De kommer nemt til at ”hænge” lidt.

Derfor og for at undgå ”indramning” af plastmaterialet, kan der anvendes transparente støjskærme, hvor ca. 70 cm brede udfyldningsplader af akryl fastholdes af lodrette

aluminiumprofiler (se Figur 12-11). Dette støjskærmsystem har den fordel, at det er enkelt at opsætte, let tilpasser sig landskabet i forhold til vejens længdeprofil og ikke virker så visuelt dominerende. Skærmsystemet kan integreres med andre bygværker, fx spunsvægge, betonstøttemure og kantbjælker på broer.

Figur 12-11. Her er anvendt udfyldningsplader af akryl fastholdt langs de lodrette rande af aluminiumprofiler. Systemet er også vist på Figur 12-1 og Figur 12-8. (Lyngbyvej, København).

Akrylplader udføres både støbt og ekstruderet. Ekstruderingsprocessen kan give anledning til en let bølget overflade, der kan have uønskede visuelle egenskaber. Man må i det enkelte projekt afgøre om det er acceptabelt. Ekstruderede akrylplader er billigere end støbte.

Støbte akrylplader udføres generelt i en dimension på 3,1 m × 2,0 m. Udfyldningselementers dimensioner bør derfor tilpasses, så akrylpladerne udnyttes bedst muligt.

Det har vist sig, at opklæbede eller silketrykte dekorationer har dårlig holdbarhed på akryl. Hvis man ønsker en dekoration på akryl, bør der i stedet bruges lasergraverede eller børstede mønstre.

Polycarbonat er et ekstruderet produkt, som efterfølgende valses. Det er et produkt, som stort set ikke anvendes. Det skyldes, at pladerne bliver misfarvede af UV-påvirkning. De skal desuden påføres en ridsefast coatning. De optiske egenskaber er heller ikke tilfredsstillende på grund af valsespor fra fremstillingsprocessen.

Generelt er det ønskeligt, at transparente plader i en støjskærm ligner glas så meget som muligt, både hvad angår farve og fravær af støbeskel og ekstruderingsstriber. I modsat fald vil skærmen fremtræde sjusket og ufærdig.

12.7.2 Glas

Erfaring har vist, at glasplader ofte kan være udsatte for vandalisme. Det er grunden til, at glas anvendes mindre i støjskærme. Men er støjskærmen placeret i et område, hvor der er ringe risiko for vandalisme, er glas et velegnet materiale. Det er vejrbestandigt og nemt at rengøre for snavs og graffiti. Det kan desuden let genanvendes til fremstilling af nyt glas, når støjskærmen skal fjernes. Glas er desuden til en vis gradmodstandsdygtigt overfor ridser, og vandalisme i form af ridsede 'tags' kan bortpoleres, hvis ikke ridserne er for dybe.

Figur 12-12. Eksempel på støjskærm udført med glas.

Af hensyn til personsikkerhed skal glasplader i støjskærme enten være hærdet glas, der knuses i små ikke skarpe stykker, eller lamineret glas, hvor et plastlaminat holder sammen på det knuste glas. Det har vist sig, at lamineringen kan ødelægges langs kanterne, når glasset udsættes for vejr og vind.

Glas har den store fordel i forhold til akrylplader, at de på grund af deres større stivhed kan udføres som udkragede, hvor de kun fastholdes langs den nedre rand. De kan dermed fremstå uden nogen overkant eller ramme og virke lette i sin konstruktion. Hvis akrylplader skal udføres udkragede uden yderligere støttekonstruktioner, skal de have en betydelig tykkelse, hvilket øger prisen.

Glasplader produceres i en standardstørrelse på 6,0 m × 3,2 m, der skæres ned til mindre størrelser.

12.8 Træ

Støjskærme af træ kræver ganske vist en del vedligeholdelse, men den er forholdsvis enkel og ukompliceret. Reparationer er normalt ret lette at udføre, og overfladen er ikke helt så udsat for graffiti som andre overflader.

Der er gode erfaringer med løsninger, hvor træet anvendes som en lamelbeklædning (se Figur 12-9) i kombination med aluminiumkassetter.

Ved udformning af støjskærme i træ skal der være særligt fokus på at undgå biologisk nedbrydning af træværket. Der bør derfor anvendes træ af høj kvalitet og med et lille fugtindhold. Desuden bør støjskærmen udformes, så vand ledes væk, og støjskærmen hurtigt tørrer ud igen (såkaldt konstruktiv træbeskyttelse).

Hvis træbeklædningen skal være tæt for at virke lydisolerende, skal man sikre sig, at udtørringsrevner, knasthuller, sprækker mv. ikke betyder forringet akustisk ydeevne.

Det er ikke hensigtsmæssigt at anvende traditionelt trykimprægneret træ, da træet ved bortskaffelse bliver anset for giftigt affald.

Figur 12-13. Ca. 20 år gammel skærm udført med træbeklædning (Industrivej, Næstved).

Figur 12-14. Denne skærm anvender pileflet som beklædning og har en kerne af mineraluld., Skærmen er ens på begge sider og lydabsorberende (Gørløse Omfartsvej).

For at opnå en levetid for træet, som svarer til støjskærmens levetid, vil det være nødvendigt at anvende træ af følgende typer:

- Træsorter med naturlig lang holdbarhed
- Træ der er modificeret ved fx:
    - Kemisk modificering
    - Termisk modificering (varmebehandling)
    - Imprægneringsmodificering
    - Overflademodificering.

Alternativt kan man vælge miljøvenlig overfladebeskyttelse i form af træ- eller linolie. Man skal dog være opmærksom på, at det vil give betydelige meromkostninger, hvis overfladebeskyttelsen skal gentages med jævne intervaller for at forblive effektiv. Hvis der anvendes beplantning på eller tæt ved støjskærmen, kan det ligeledes være svært at få fri adgang til at vedligeholde overfladebeskyttelsen.

For at undgå fugtophobning og for at reducere påvirkningen fra det nedbrydende biologiske miljø i jorden bør afstanden fra den færdige terrænoverflade til de nederste træelementer være mindst 200 mm.

12.9 Aluminium

Der er i Danmark en del erfaringer med støjskærme af aluminium. På grund af den lave egenvægt, som dog fortsat er så høj, at støjskærmen har tilstrækkelig lydisolation (jf. afsnit 13.4.2), er montage og udskiftning ofte simpel og uden behov for tunge løft, især hvis elementerne har begrænsede dimensioner.

Vejdirektoratet har på baggrund af gode erfaringer udvalgt en lys og en mørk farve, som man kan bruge ved projektering af aluminiumstøjskærme. Den mørke farve (RAL 7043, trafikgrå B) bruges ofte mod naboarealerne, da den passer godt ind i landskabet. Den lyse farve (RAL 9006, aluminiumhvid) er med succes brugt til Motorring 3. Det er en farve, der giver fint lys til hele vejanlægget mellem de to støjskærme. Den lyse farve signalerer samtidig bymæssighed. Den kan derfor ikke anbefales til det åbne landskab.

Modstand mod korrosion på grund af vejsalt kan opnås ved at vælge aluminiumlegeringer, som udvikler oxydhinder, der er tilstrækkeligt bestandige (legeringer i Holdbarhedsklasse ”A”).

Galvanisk korrosion på grund af kontakt med metaller af højere ædelhed kan modvirkes ved at adskille metallerne ved hjælp af fx plastmellemlæg. Mellemlæg skal i så fald udformes, så de ikke bliver slidt i stykker eller falder af.

Hvis mængden af det højædle metal er lille i forhold til mængden af det lavædle metal (fx når man anvender rustfri skruer i store aluminiumprofiler), forekommer der erfaringsmæssigt ikke galvanisk korrosion mellem materialerne.

Overfladen på aluminium kan farves ved fx polyesterpulverlakering eller anodisering. Sidstnævnte er en elektrolytisk proces, hvor en farvet belægning indbygges i aluminiumoverfladen, og den har derfor større modstandsevne mod mekanisk slid end pulverlakering. Sædvanligvis udføres lakering og anodisering før bearbejdning af aluminiumemnerne. Det betyder, at man skal kræve bearbejdningen udført før overfladebehandlingen, hvis bore- og skæreflader skal fremstå i samme farve som de øvrige overflader.

Udformes støjskærmen som et kassettesystem fyldt med mineraluld, bør elementernes længde holdes på maks. 5 meter af hensyn til transport og håndtering.

Støjskærme af aluminium kan få en overfladebehandling, der gør det let at afrense graffiti.

Figur 12-15. På Motorring 3 er anvendt en lys farve (RAL 9006, aluminiumhvid) til støjskærmene. Vejdirektoratet anvender ofte denne farve i byområder, mens en mørkere farve anbefales til støjskærme i åbent land (se fx Figur 7-6).

12.10 Beton

Der er i Danmark ikke udført mange skærme helt i beton, men ofte anvendes et skørt af beton til andre skærmtyper. Skørtet har typisk en højde på ca. 75 cm og danner en robust og holdbar overgang til terræn. Over skørtet kan man montere skærme af forskellige typer.

Beton er robust mod vejrlig, slag og stød. Overfladerne indbyder dog ofte til graffiti, selv om det sjældent forekommer på betonskørterne. Overfladebehandling med voks eller tilsvarende beskyttelse kan være nødvendig som forebyggelse. Spraymalet graffiti ses på både glatte og ujævne betonoverflader. Ujævne overflader er derimod svære at tegne på med fx tuschpenne.

Støjskærme i armeret beton bliver ofte ganske tykke på grund af de krav, det aggressive vejmiljø stiller til armeringens dæklag. Vægt og dimensioner er derfor ofte betydelige, hvilket på den ene side giver støjskærme med god lydisolering (i realiteten overdimensioneret), men på den anden side medfører tunge løft i forbindelse med montage og udskiftning af præfabrikerede betonelementer.

Betonelementerne bør beskyttes konstruktivt mod nedbrydning fra det aggressive vejmiljø. Det betyder, at kanter skal afrundes eller affases, og at vand skal ledes effektivt væk fra alle overflader.

Hvis man vil anvende beton, skal man være opmærksom på, at den kan fremtræde som med en kedelig, grå overflade. For at modvirke dette, kan betonoverfladen bearbejdes. Det kan fx være ved indfarvning, udsmykning, overfladestruktur eller beplantning. Man skal dog være opmærksom på, at farver, strukturer og beplantning bør indpasses i forhold til de omgivelser, hvor skærmen skal stå.

Ønsker man at anvende indfarvet beton, vil det som regel være påkrævet at få udført et forlæg i form af en prøvestøbning, så man kan vurdere betonens endelige farve. Ved udførelsen skal der desuden tages højde for, at efterreparationer også skal udføres med farvet beton. Det kan vise sig svært at opnå præcis den samme nuance, hvis en støjskærmsstrækning i farvet beton senere skal udvides eller, hvis der viser sig behov for udskiftning på grund af skader.

Man kan opnå lydabsorberende egenskaber ved at anvende porebeton.

Fiberarmeret beton (fx plast-, jern- eller glasfibre) kan anvendes til at undgå dæklagenes styring af betongeometrien. Det er dog begrænset erfaring i brugen af denne fremgangsmåde.

Højtryksspuling er som oftest tilstrækkeligt til at fjerne almindeligt snavs fra betonoverflader.

12.11 Lydabsorberende materialer

Mineraluld indgår i stort set alle lydabsorberende støjskærme. Der anvendes normalt hårde mineraluldsbatts, såkaldte terrænbatts eller støbebatts, som er modstandsdygtige over for vejrpåvirkning og ikke suger vand. Det er erfaringen, at de hårde batts hverken drysser eller taber totter. Der er heller ikke konstateret problemer med, at fugle kan frigøre materiale. Det er muligt, at mus kan opholde sig i materialet, men det giver så vidt vides ikke anledning til problemer.

Figur 12-16. Mineraluld anvendes ofte i støjskærme. I denne 20 år gamle støjskærm er mineralulden intakt.

12.12 Patinering

Ved valg af materialer bør man overveje, hvordan de patineres med tiden. Når overfladerne ældes, kan de skifte karakter og farve med betydning for skærmens udseende. Nogle overflader kan ældes på en måde, der få dem til at se slidte eller snavsede ud.

Figur 12-17. Træ vil ofte få en kraftig patinering med tiden. I dette tilfælde betyder patineringen ikke noget for brædderne, som kan holde mange år endnu. Men stolperne, som er af træ, har for kort levetid og gør det nødvendigt at udskifte denne støjskæm helt.

Figur 12-18. Patinering. Nogle materialer kan over tid ændre farve og karakter.

12.13 Hensyn til udførelsen

Støjskærme bør udformes, så de i videst muligt omfang er baseret på gentagelse af de samme dele. Det letter arbejdet med udskiftning, hvis der sker skader som følge af fx påkørsel.

Uanset, hvordan et støjskærmsystem udformes, vil der ofte opstå behov for, at det skal sammenbygges, kombineres med andre bygværker eller på anden vis tilpasses de lokale forhold. Det gælder fx broer, støttemure, spunsvægge, skilte, portaler, træer eller bygværker i jord. Et støjskærmssystem bør derfor også være fleksibelt og let at justere.

Udformningen af et støjskærmssystem bør også sikre, at de løbende justeringer, der skal til for at optage udførelsestolerancer, er en naturlig del af udformningen. I de fleste støjskærme vil udførelsestolerancen være størst ved etableringen af fundamenterne (fx borede eller rammede pæle), mindre ved støjskærmens nederste lukning mod terræn (fx et betonskørt) og mindst ved

selv skærmen (fx glasplader monteret i et profilsystem). Et støjskærmssystem bør udføres, så de trinvis skærpede krav til udførelsesnøjagtigheden løbende kan opfyldes.

Medmindre støjskærmen er baseret på et princip om at være så robust (fx betonvægge eller jordfyldte forme), at der må forventes meget lidt reparation, bør man opbygge støjskærmssystemer af lette enkeltdele, så montage eller udskiftning kan foretages uden kranhjælp.

12.14 Vandalisme og vedligehold

Støjskærme vil i varierende grad være udsat for vandalisme ved at de bliver overmalet, afbrændt eller slået i stykker. Graden af hærværk afhænger blandt andet af støjskærmenes udformning, placering mv. Som udgangspunkt bør støjskærme derfor udformes, så de er modstandsdygtige mod stød og slag, svære at adskille uden værktøj og lette at renholde, reparere og udskifte.

12.14.1 Graffiti

Hensigten med graffiti er, at den skal ses. Støjskærme med strukturerede eller ujævne overflader, fx liste-, bræddebeklædning eller pileflet, er mindre attraktive som overflader til graffiti. Beplantning på eller foran skærmen har samme effekt, men vil også begrænse adgangen til skærmen. Belysning, der gør det muligt at se en person, kan have en forebyggende effekt.

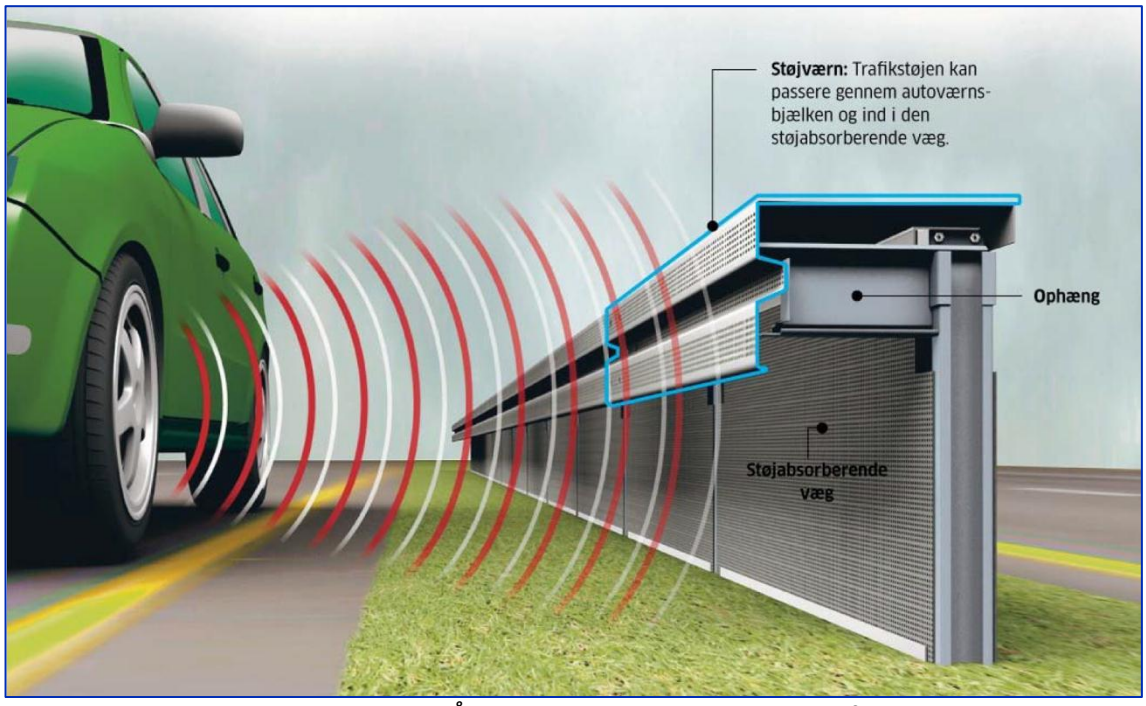
Figur 12-19. Hensigten med graffiti er at den kan ses. Nogle støjskærme er derfor mere udsatte end andre (Køge Bugt Motorvejen).

Der findes imprægneringsprodukter, som forhindrer, at maling trænger ind i overfladen. De indeholder såkaldte "slipmidler", fx voks eller silikone. Graffiti, plakater og almindeligt snavs er dermed lettere at fjerne. Det kan normalt fjernes medrensning med hedt vand uden at efterlade voldsomme misfarvninger. Imprægneringsproduktet sprøjtes på overfladerne og findes også til materialer, der skal kunne ånde, fx træ. Når graffitien er fjernet, skal produktet påføres igen. Et diffussionåbent vokslag har en levetid på cirka 5 år. BYG-ERFA har udarbejdet et erfaringsblad, som indeholder forslag og metoder, der eventuelt kan bruges (BYG-ERFA, Graffiti på bygningsfacader - fjernelse og forebyggelse, Erfaringsblad (21) 00 10 17).

Graffiti på støjskærme kan fjernes med malingsfjernere, afvaskning, spuling, overmaling mv.

12.15 Autoværn som støjskærm

Målinger og beregninger tyder på, at det støjdæmpende autoværn kan reducere vejstøjen med 1 - 4 dB afhængig af modtagerpositionens placering. Når autoværnet på trods af en højde på under 1 meter alligevel har en støjdæmpende virkning, skyldes det placeringen tæt på vejbanen, og dermed tæt på støjkilden. Langs større veje med mere end to spor er det derfor nødvendigt også at placere støjdæmpende autoværn i midterrabatten, for at opnå en mærkbar støjdæmpning. En kombination af et støjdæmpende autoværn i midterrabatten og en traditionel høj støjskærm i vejsiden kan formentlig være en interessant løsning, der betyder en større reduktion af støjen end en traditionel støjskærm alene.



Figur 12-20. Støjdæmpende autoværn. Åbningerne mellem stolperne er udfyldt med et akustisk element, der er lydabsorberende. Autoværnets afvisningsbjælke er perforeret for at forhindre refleksion af støjen tilbage mod køretøjerne og mod områder på den anden side af vejen. Kilde: Miljøministeriet Miljøstyrelsen. Støjdæmpende Autoværn, Kan støjen dæmpes med autoværn, Miljøprojekt 1625, 2014.

13 CE-MÆRKNING

Der findes harmoniserede standarder for flere af de produkter, der anvendes til opbygning af støjskærme. Særlig relevant er standarden DS/EN 14388:2006, Vejudstyr – støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – specifikationer. Denne standard dækker både akustikelementer og bærende elementer (søjler). DS/EN 14388:2006 gælder både for elementer, der sælges separat, og for komplette støjskærmssystemer.

NB! Vær opmærksom på at den engelske version hedder EN 14388:2005, men indholdet er identisk med DS/EN 14388:2006.

Der findes også harmoniserede standarder for flere af de øvrige produkter, som anvendes til bygning af støjskærme. Det omfatter f.eks.

- DS/EN 1090-1 for bærende elementer af stål,
- DS/EN 14915 for bræddebeklædninger,
- DS/EN 14991 for præfabrikerede betonelementer.

EU's byggevareforordning fastlægger harmoniserede betingelser for markedsføring af byggevarer.

Byggevareforordningen stiller ikke specifikke krav til byggevarer, men fastlægger, at fabrikanten skal anvende standarder til deklaration af bygevarens ydeevne, når en byggevare er omfattet af en harmoniseret standard. Byggevareforordningen kræver også, at fabrikanten skal udarbejde en såkaldt *ydeevnedeklaration* og CE-mærke byggevaren. Endvidere kræver forordningen, at EU's medlemslande skal anvende de harmoniserede standarder, når de fastlægger krav til byggevarer. Derfor skal man i støjskærmsprojekter i offentligt regi specificere krav til produkterne på grundlag af de harmoniserede standarder.

13.1.1 Hovedformålet med forordningen

Hovedformålet med forordningen er at sikre, at det indre marked for byggevarer fungerer ved hjælp af harmoniserede tekniske specifikationer til at udtrykke byggevarers ydeevne. Som et af midlerne til at opnå dette, er det fastlagt, at byggevarer skal CE-mærkes. Sammen med CE-mærkningen skal fabrikanten bl.a. angive, hvilken ydeevne byggevaren besidder med hensyn til de ”væsentlige egenskaber”, der er fastlagt for pågældende produktområde.

Det betyder, at man som offentlig myndighed, normalt skal formulere sine krav til støjskærmes ydeevne på grundlag af de metoder, der er angivet i den harmoniserede standard.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at den beskrivelse, man kan lave på grundlag af de harmoniserede standarder, aldrig kan være fuldt dækkende. Den harmoniserede standard indeholder kun de såkaldte ”væsentlige egenskaber”, der er relateret til de ”grundlæggende krav til bygværker”, der er defineret i Byggevareforordningens Bilag I. Disse ”grundlæggende krav til bygværker” omfatter f.eks. ikke arkitektoniske krav, krav i relation til arbejdets udførelse eller krav i relation til drift og vedligehold.

Egenskaber som støjskærmens højde og udseende er heller ikke omfattet. Det vil derfor altid være nødvendigt at fastlægge yderligere krav end det, der kan beskrives med en ydeevnedeklaration. De yderligere krav kan fx handle om farve, transparens, overflader, opbygning, overordnet geometri mv. Man skal dog være opmærksom på, at jo flere krav, man som køber stiller til en støjskærm, jo færre fabrikanter vil kunne levere et standardprodukt, der opfylder kravene. Udbuddet af byggevarer, der opfylder det samlede sæt krav, vil blive reduceret, jo flere krav man stiller.

Standarden DS/EN 14388:2006 ”Vejudstyr - Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – Specifikationer” er den harmoniserede produktstandard. Den angiver, hvilke egenskaber der kan deklareres ydeevne for ved støjskærme. Standarden henviser til en række andre standarder, der beskriver, hvordan ydeevnen skal fastlægges ved prøvning og/eller beregning.

Standarden DS/EN 14388:2006 giver også mulighed for CE-mærkning af komplette støjskærmssystemer (bærende elementer, udfyldningselementer, beklædninger mv.).

Præfabrikerede fundamenter, herunder betonpæle og stålsøjler, som leveres færdige til byggepladsen, skal ligeledes være CE-mærkede.

På det europæiske marked findes en række komplette støjskærmsløsninger, der er CE-mærkede.

På det europæiske marked findes en række udfyldningselementer (kassetter) eller akustiske elementer til støjskærme, der har CE-mærkning. Ønsker man at gøre brug af disse i en støjskærm, skal de monteres i henhold til fabrikantens instruktioner, hvis den deklarerede ydeevne skal opnås. Et skærmelements lydisolation vil i praksis være stærkt afhængig af montagemetoden. Hvis der fx er utætheder mellem elementer og bærende konstruktion, vil lydisolationen blive forringet.

Der ikke er krav om, at en fabrikant skal deklarere ydeevnen for alle væsentlige egenskaber. Det er principielt nok, at fabrikanten kan deklarere én væsentlig egenskab for at kunne opnå en CE-mærkning af sin støjskærm eller sit støjskærmelement. Hvis en støjskærm fx skal opstilles et sted, hvor der ikke forekommer dynamisk last fra snerydning, kan fabrikanten undlade at teste eller beregne dette i forbindelse med CE-mærkningen og angive NPD (No Performance Determined) i ydeevnedeklarationen.

13.2 Procedurer og fremgangsmåder for CE-mærkning

Pligten til at udarbejde ydeevnedeklaration og CE-mærke byggevarer påhviler fabrikanten alene. Det er derfor også fabrikanten, der har ansvar for at følge de procedurer, der gælder i den forbindelse. Som bygherre, projekterende og som udførende har man som udgangspunkt ikke behov for at kende til disse procedurer. Dog kan det være relevant, især for udførende og tilsynsførende at have et vist kendskab til bagvedliggende procedurer, så den dokumentation, som fabrikanten leverer, kan vurderes.

Med udgangspunkt i den foretagne CE-mærkningen af et produkt kan fabrikanten udarbejde en tilhørende ydeevnedeklaration. For støjskærme skal ydeevnedeklarationen indeholde de deklarerede værdier for de egenskaber, der er angivet i DS/EN 14388:2006. Fabrikanten skal følge bestemte procedurer for at dokumentere, at byggevaren er i overensstemmelse med den deklarerede ydeevne. Det afhænger af den konkrete byggevare, hvilke procedurer der skal anvendes. For støjskærme skal fabrikanten anvende den procedure, der i Byggevareforordningens bilag V er benævnt som ”System 3”.

System 3 i Byggevareforordningen indebærer, at fabrikanten skal have en intern produktionsstyring en såkaldt FPC, (Factory Production Control), der skal sikre, at den løbende produktion vedbliver at have den deklarerede ydeevne.

System 3indebærer også, at der skal foretages en førstegangsprøvning af støjskærmen (eller støjskærmeelementerne) af et notificeret laboratorium, der fastlægger støjskærmens ydeevner ved en prøvning, dvs. en måling, eller i de tilfælde, hvor den harmoniserede standard tillader det, en beregning.

Uddrag af Byggevareforordningen, bilag V, punkt 1.4:
System 3 —:
a) Fabrikanten gennemfører fabrikkens egen produktionskontrol
b) Det notificerede laboratorium vurderer ydeevnen på grundlag af prøvning (baseret på stikprøveudtagning foretaget af fabrikanten), beregning, tabelværdier eller deskriptiv dokumentation for byggevaren.

Kilde: System 3. Førstegangsprøvning foretaget af et notificeret organ, jævnfør Byggevareforordningen, Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EU) Nr. 305/2011 af 9. marts 2011 om fastlæggelse af harmoniserede betingelser for markedsføring af byggevarer og om ophævelse af Rådets direktiv 89/106/EØF.

Hvis der i projektmaterialet er stillet krav til ydeevnen for en egenskab, der indgår i en harmoniseret standard, kan opfyldelse af kravet som udgangspunkt kun demonstreres med en ydeevnedeklaration. Har fabrikanten angivet "NPD" for denne egenskab, vil produktet som udgangspunkt ikke være konditionsmæssigt.

13.2.1 Udstedelse af ydeevnedeklaration

Det er fabrikanten, som udsteder ydeevnedeklarationen, når prøvningen eller beregning er gennemført og produktionsstyringen (FPC) fungerer. Fabrikanten angiver i ydeevnedeklarationen bl.a., hvilken standard, der gælder for støjskærmen, samt hvilket notificeret organ der har vurderet ydeevnen. Ydeevnedeklarationen skal indeholde de deklarerede ydeevner. Der er ikke nogen instans, der godkender ydeevnedeklarationen; hverken det notificerede organ eller nogen myndighed. Der er således ikke andre end fabrikanten selv til at sikre (og tage ansvaret for), at ydeevnedeklarationen er korrekt.

13.2.2 Udførelse af CE-mærkning

Det er fabrikanten, der sætter CE-mærket på støjskærmselementer og/eller systemer. Mærkningen kan placeres på selve elementet eller på en label fastgjort til det. Ligesom med ydeevnedeklarationen er der ikke nogen instanser, der godkender CE-mærkningen. Fabrikanten påsætter mærkningen på eget ansvar.

13.3 Fremgangsmåde ved forskellige typer projekter

13.3.1 Støjskærme defineret alene ved ydeevnekravene i CE-mærkningen

Ønsker man i et projekt at anvende et støjskærmssystem, der udelukkende defineres ved ydeevnekravene i CE-mærkningen, skal man ved tilbudsindhentningen blot sikre sig, at de tilbudte skærmes deklarerede ydeevner svarer til de krav, som det aktuelle projekt stiller til støjskærmen.

Man skal være opmærksom på, at denne fremgangsmåde ved indkøb medfører begrænsede muligheder for at definere støjskærmens udseende. Dog vil de fleste CE-mærkede støjskærme kunne imødekomme tillægskrav om fx overfladefarve.

Man skal desuden være forberedt på, at de tilbudte støjskærme som regel ikke vil omfatte fundamenter og skørter, og man vil derfor være nødt til at pålægge de bydende ansvaret for, at disse dele bliver projekteret.

I det første tilfælde vil beskrivelsen af grundlaget for udformning af fundamenter og skørter (fx geotekniske forudsætninger og beskrivelse af ledninger/bygværker under terræn) udgøre en vigtig del af udbudsmaterialet. I det andet tilfælde vil en nøjagtig beskrivelse af den projekterings- og udførelsesmæssige grænseflade mellem støjskærm og fundamenter/skørt være påkrævet. Der kan

i den forbindelse blive taget beslutninger om fx stolpeafstande, der indebærer, at visse rammer for den CE-mærkede skærm fx elementlængder bliver fastlåst.

13.4 Fastlæggelse af det aktuelle projekts krav til ydeevner

Når man som bygherre skal beslutte, hvilke ydeevnekrav man ønsker at specificere, må man afklare, hvilke funktionskrav der i det aktuelle projekt ønskes til støjskærmen. Det er dernæst den bydendes opgave at tilbyde en støjskærm, der kan opfylde disse funktionskrav.

Har man særlige detaljerede krav til fx støjskærmens udseende eller til materialevalg, der ikke fremgår af CE-mærkningen, må disse krav anføres på anden vis.

Af Figur 13-1 fremgår de ydeevner, som en støjskærm kan deklareres for i henhold til DS/EN 14388:2006. Man skal være opmærksom på, at deklarationen for visse ydeevner gerne må være ”ingen ydeevne fastlagt” (No Performance Determined også forkortet NPD). I tillæg til disse krav, beskriver DS/EN 1794-2:2003 ”Vejudstyr – Støjskærme – Ikke-akustiske egenskaber – Del 2: Almen sikkerhed og miljømæssige krav” en række yderligere krav, som man kan stille til støjskærme.

I teksten efter Figur 13-1 gennemgås og kommenteres kravene i DS/EN 14388:2006 og DS/EN 14388/AC:2008. Sidstnævnte er en rettelse til tabel ZA.3 i DS/EN 14388:2006.

Væsentlige egenskaber (engelsk betegnelse iht. DS/EN 14388:2006)	væsentlige egenskaber (dansk betegnelse)	Testmetode	Deklareret værdi	Relevans for danske forhold
Akustiske egenskaber (acoustical characteristics)				
Sound absorption DL_α	Lydabsorption (kun relevant for lydabsorberende akustiske elemen-ter)	DS/EN 1793-1:1997	dB (for den eller de sider af elementet, der er lydabsorberende)	Relevant Se afsnit 13.4.1
Sound insulation DL_R	Lydisolation (ikke relevant for akustiske elementer, der anvendes til beklædning på fx tunnelramper)	DS/EN 1793-2:1997	dB	Relevant Se afsnit 13.4.2

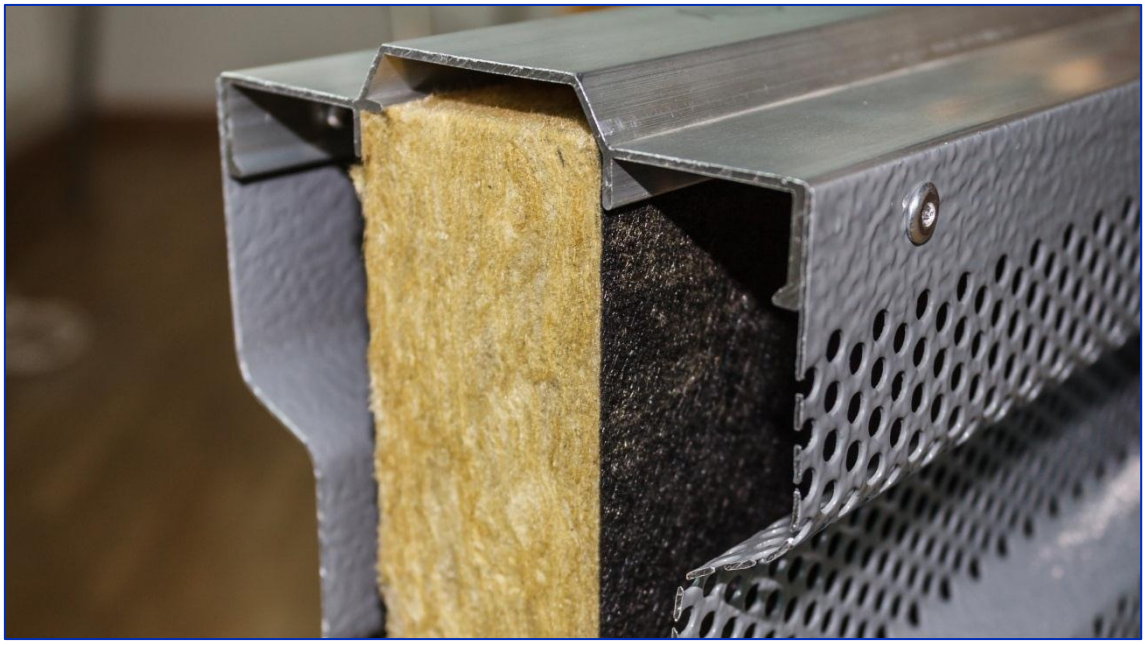
Væsentlige egenskaber (engelsk betegnelse iht. DS/EN 14388:2006)	væsentlige egenskaber (dansk betegnelse)	Testmetode	Deklareret værdi	Relevans for danske forhold
Belastninger (resistance to loads)				
Dry weight, Wet weight or Reduced wet weight	Egenvægt af et akustisk element i tør, våd eller reduceret våd tilstand	DS/EN 1794-1:2003 Annex B	kN pr. element i tør, våd eller reduceret våd tilstand (beregnede eller målte værdier)	Relevant Se afsnit 16.2.2
The element shall support its own wet weight or reduced wet weight (as appropriate) and the appropriate wet weight of the elements which may be permitted to rest upon it	Maksimal lodret last, som et akustisk element kan modstå	DS/EN 1794-1:2003 Annex B	kN/m langs det akustiske element (beregnet eller målt værdi)	Relevant Se afsnit 16.2.2
Wind and static load	Maksimal horisontal samt vertikal last, som et bærende element kan modstå	DS/EN 1794-1:2003 Annex A og B	kN/m^2 som horisontal last og kN/m som vertikal last (beregnede eller målte værdier)	Relevant, når bærende konstruktion er indgår i den CE-mærkede leverance Se afsnit 16.2.1
Dynamic load from snow clearance	Snerydningslast	DS/EN 1794-1:2003 Annex E		Normalt er der i Danmark ikke stillet krav (se dog afsnit 16.2.5)

Væsentlige egenskaber (engelsk betegnelse iht. DS/EN 14388:2006)	væsentlige egenskaber (dansk betegnelse)	Testmetode	Deklareret værdi	Relevans for danske forhold
Andre forhold				
Danger of falling debris	Fare for nedfaldne dele	DS/EN 1794-2:2003 Annex B	Klassificeringssystem for egentlige afprøvninger i fuld skala	Målte værdier iht. standardens testmetoder. Normalt er der i Danmark ikke stillet krav Se afsnit 13.4.5
Light reflection	Lysrefleksion	DS/EN 1794-2:2003 Annex E	Glanstrin – hvor stor en del af lyset, der reflekteres	Kan være relevant, hvis akustiske elementer indgår Se afsnit 13.4.6
Environmental protection	Afgivelse af skadelige stoffer	DS/EN 1794-2:2003, Annex C	Angivelse af eventuelle skadelige stoffer, der kan afgives til omgivelserne	Kan være relevant Se afsnit 13.4.7
Holdbarhed (durability)				
Acoustical characteristics	Akustiske egenskaber	DS/EN 14389-1.	Ændring i dB efter et antal år (dB/år eller tilsvarende)	Relevant Se afsnit 13.4.8
Non acoustical characteristics	Ikke-akustiske egenskaber	DS/EN 14389-2:2004	Levetid i år	Relevant Se afsnit 13.4.8

Figur 13-1. Ydeevner der kan deklareres for støjskærme (tabellen er baseret på tabel ZA.1 i DS/EN 14388:2006 "Vejudstyr – Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – Specifikationer"). Det er hensigten, at tabellen kan være en hjælp til at overskue, hvilke parametre der er relevante i et konkret projekt. Før en detaljeret projektering eller før udbud anbefales det dog at konsultere de enkelte standarder i deres gældende harmoniserede udgaver, herunder DS/EN 14388:2006, for at se om der skulle være ændringer.

13.4.1 Lydabsorption

Lydabsorberende støjskærme skal være testede for lydabsorption i overensstemmelse med DS/EN 1793-1:1997 ”Vejudstyr – Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – Prøvningsmetode til bestemmelse af den akustiske ydeevne – Del 1: Produktspecifikke lydabsorptionskarakteristika”. Målinger i henhold til denne standard udføres på et skærmelement i et akustisk målelaboratorium.



Figur 13-2. Snit af støjskærmselement udført som en aluminiumkassette med mineraluld og perforeret plade, der danner en lydabsorberende overflade. På siden med den ikke-perforerede plade (bagerst) er skærmen ikke lydabsorberende.

Den lydabsorberende ydeevne beskrives med et indeks, DL_α, der er en middelværdi for skærmens lydabsorberende evne i frekvensområdet 100 – 5.000 Hz. Middelværdien er vægtet i forhold til et standardiseret spektrum for trafikstøjs frekvensfordeling. I standarden har parameteren DL_α betegnelsen ”Single-number rating of sound absorption” og den måles i dB.

Hvis DL_α er 3 dB, reflekteres halvdelen af støjen, og ved 6 dB reflekteres en fjerdedel af støjen. Medmindre skærmen står helt tæt på vejen, er den reflekterede støj normalt svag i forhold til den støj, der udbredes direkte fra vejen til naboer på den modsatte side. Hvis den reflekterede støj yderligere reduceres til fx en fjerdedel ved absorption i støjskærmens overflade, er dens bidrag til den samlede støj på vejens modsatte side i praksis uden betydning.

Hvis der er støjfølsomme områder på den modsatte side af vejen, kan det være relevant, at en støjskærm er lydabsorberende på siden mod vejen. Det er dog sjældent nødvendigt, hvis området på den modsatte side af vejen også har en støjskærm. Hvis afstanden mellem nærmeste kørebane og en lydabsorberende støjskærm er lille (hvis skærmen fx står lige bag autoværnet), bør skærmen alt andet lige have en høj lydabsorption, mens øget afstand mellem kørebane og skærm reducerer behovet for lydabsorption. I de fleste tilfælde vil krav om, at støjskærmens ydeevne skal opfylde kategori A3 for lydabsorption (se Figur 13-3) være et passende valg ved lille afstand mellem kørebane og skærm, mens A2 vil være passende i øvrige situationer, hvor der er brug for en lydabsorberende skærm.

Det anbefales, at man i konkrete projekter gennemfører en akustisk vurdering for at afgøre, om en støjskærm overhovedet bør være lydabsorberende og for at fastlægge den lydabsorptionskategori,

støjskærmen skal opfylde. Denne vurdering kan også omfatte løsninger, hvor kun en del af støjskærmens overflade er lydabsorberende (fx de nederste 2 m af en 3 m høj skærm).

Kategori	Indeks for lydabsorption, DL_α [dB]
A0	Ikke undersøgt
A1	< 4
A2	4 – 7
A3	8 – 11
A4	> 11

Figur 13-3. Iht. DS/EN 1793-1:1997 skal en støjskærms lydabsorberende ydeevne deklareres i en af disse kategorier. A1 – A4 er relevante i situationer, hvor det er et ønske, at trafikstøjen ikke reflekteres mærkbart i skærmoverfladen. Værdien DL_α er et udtryk for, hvor stor en del af støjen, der reflekteres. Kategorierne A2 eller A3 vil i de fleste tilfælde være hensigtsmæssige.

13.4.2 Lydisolation

Støjskærme skal være testede for lydisolation i overensstemmelse med DS/EN 1793-2:1997 ”Vejudstyr – Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – Prøvningsmetode til bestemmelse af den akustiske ydeevne – Del 2: Produktspecifikke karakteristika for luftbåren lydisolation under forhold med diffuse lydfelter”. Målinger i henhold til denne standard udføres på et skærmelement af et akkrediteret akustisk målelaboratorium.

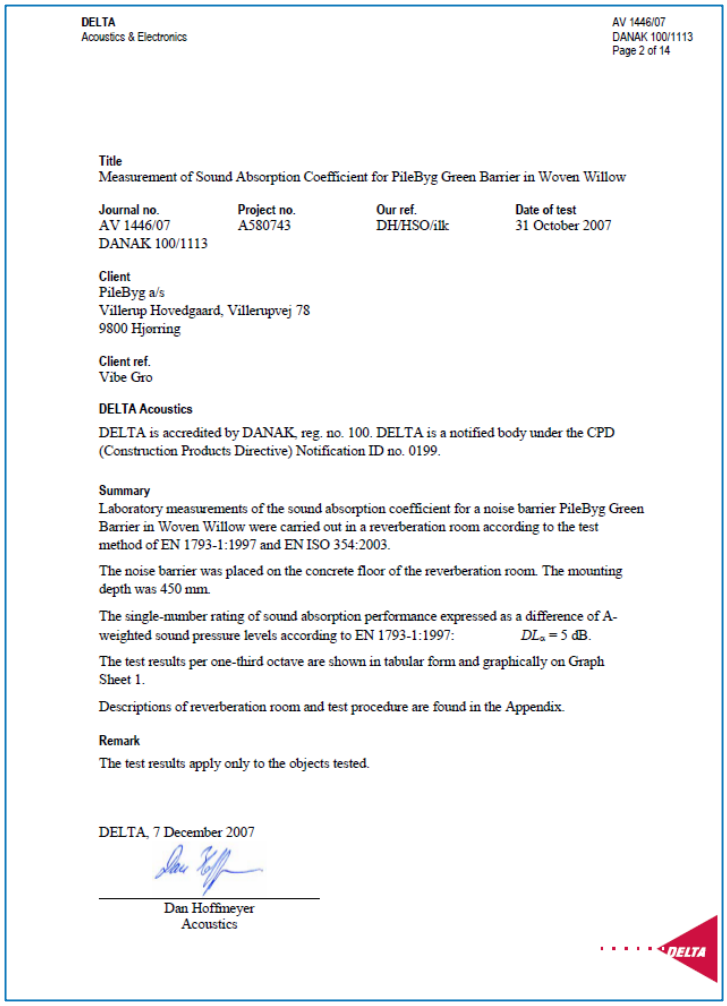
Den lydisolerende ydeevne beskrives med et indeks, DL_R, der er en middelværdi for skærmens lydisolerende evne i frekvensområdet 100 – 5.000 Hz. Middelværdien er vægtet i forhold til et standardiseret spektrum for trafikstøjs frekvensfordeling. I standarden har parameteren DL_R-betegnelsen ”Single-number rating of airborne sound insulation” og måles i dB.

Grundlæggende skal støjskærmens lydisolerende evne være så god, at den støj, der går gennem skærmen, er uden betydning i forhold til den støj, der går udenom skærmen. Det betyder i praksis, at en støjskærm med en fladevægt på 15 – 20 kg/m^2 som regel har tilstrækkelig lydisolation, hvis støjberegninger viser, at støjskærmen skal dæmpe støjen med op til ca. 10 dB (typisk skærmhøjde op til 3 – 4 meter). En støjskærm med en fladevægt på 15 – 20 kg/m^2 har en lydisolation svarende til kategori B3, DL_R = 25 – 34 dB, jf. Figur 13-5.

Ved større dæmpning end ca. 10 dB bør fladevægten øges til 25 kg/m^2 eller mere, svarende til kategori B4 i Figur 13-5. Se i øvrigt afsnit 9 om Materialevalg og overflader.

Støjskærmen skal være lydtæt og af et materiale, der under påvirkning af slid, vind og vejr, hverken slår sig, danner revner eller giver utætheder. Selv mindre utætheder kan medføre en betydelig reduktion af den støjdæmpende virkning.

For lette støjskærme skal det specielt sikres, at tætningen ned mod jorden forbliver intakt, også hvis jorden sætter sig som følge af fx mangelfuld komprimering.



DELTA
Acoustics & Electronics

AV 1446/07
DANAK 100/1113
Page 2 of 14

Title
Measurement of Sound Absorption Coefficient for PileByg Green Barrier in Woven Willow

Journal no.	Project no.	Our ref.	Date of test
AV 1446/07 DANAK 100/1113	A580743	DH/HSO/ilk	31 October 2007

Client
PileByg a/s
Villerup Hovedgaard, Villerupvej 78
9800 Hjørring

Client ref.
Vibe Gro

DELTA Acoustics

DELTA is accredited by DANAK, reg. no. 100. DELTA is a notified body under the CPD (Construction Products Directive) Notification ID no. 0199.

Summary

Laboratory measurements of the sound absorption coefficient for a noise barrier PileByg Green Barrier in Woven Willow were carried out in a reverberation room according to the test method of EN 1793-1:1997 and EN ISO 354:2003.

The noise barrier was placed on the concrete floor of the reverberation room. The mounting depth was 450 mm.

The single-number rating of sound absorption performance expressed as a difference of A-weighted sound pressure levels according to EN 1793-1:1997: $DL_a = 5$ dB.

The test results per one-third octave are shown in tabular form and graphically on Graph Sheet 1.

Descriptions of reverberation room and test procedure are found in the Appendix.

Remark

The test results apply only to the objects tested.

DELTA, 7 December 2007

Dan Hoffmeyer
Acoustics

Figur 13-4. Eksempel på forside af en teknisk prøvning. Dokumentation for en støjskærms akustiske egenskaber, dvs. lydisolation og lydabsorption, skal foreligge som en testrapport fra et prøvningslaboratorium. Når resultatet anvendes af fabrikanten som grundlag for CE-mærkning, skal prøvningen være udført af et notificeret laboratorium. Oplysninger om notificerede laboratorier findes på https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/. (venligst udlånt af PileByg a/s).

Kategori	Indeks for lydisolation, DL_R [dB]
B0	Ikke undersøgt
B1	< 15
B2	15 – 24
B3	> 24

Figur 13-5. Iht. DS/EN 1793-2:1997, skal en støjskærms lydisolerende ydeevne deklareres i en af disse kategorier. Kategorien B3 vil være hensigtsmæssige i det fleste tilfælde.

Figur 13-6. Støjskærmens lydisolerende evne skal sikre, at den støj, der går gennem skærmen, er uden betydning i forhold til den støj, der går udenom skærmen. Det betyder, at kravene til lydisolationen er overskuelige. Hvis skærmen vejer 15 – 20 kg/m^2, er det normalt tilstrækkeligt. Denne murede støjskærm er derfor langt tungere end nødvendigt. Den tynde akrylplade er også tilstrækkelig tung (Ring 4, København).

13.4.3 Andre lydforhold

Der fremkommer undertiden forslag om særlig udformning af støjskærmens overkant med det formål at øge skærmens støjdæmpende virkning. Til dokumentation af en sådan virkning foreligger den tekniske specifikation DS/CEN/TS 1793-4:2004, ”Vejudstyr - Afskærmning til dæmpning af trafikstøj - Prøvningsmetode til bestemmelse af den akustiske ydeevne - Del 4: Indre karakteristika - In situ-værdier af lyddiffraktion”. Denne standard er dog tilbagetrukket og ikke gældende længere.

13.4.4 Lastoptagelse

DS/EN 1794-1:2003 angiver krav til de belastninger, støjskærmen skal dimensioneres til at kunne modstå. Belastningerne er beskrevet i afsnit 0.

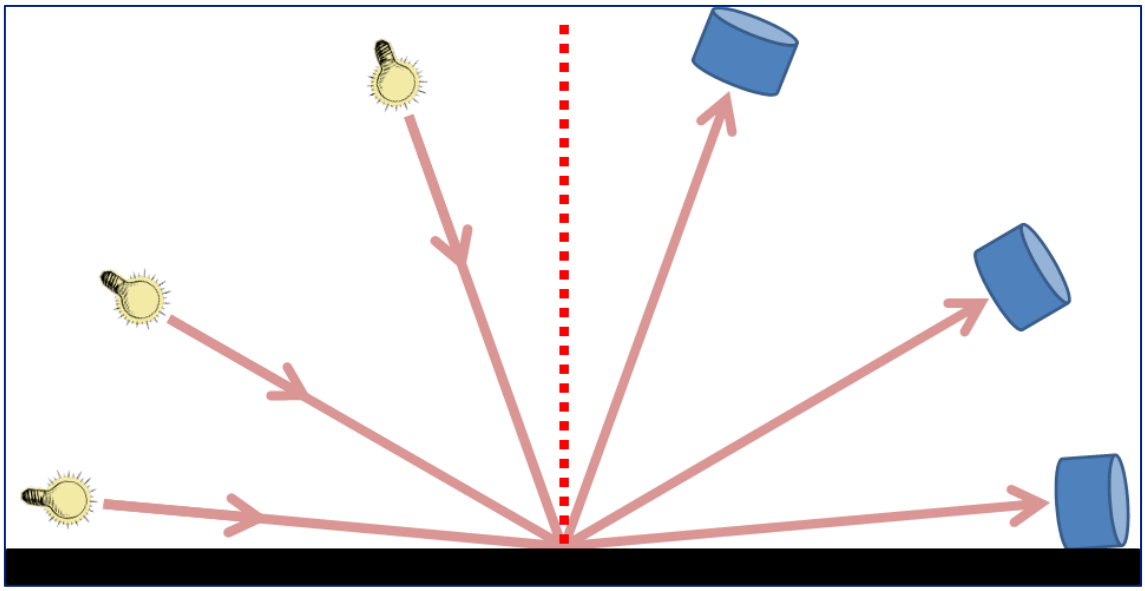
13.4.5 Fare for løsrevne dele

Støjskærme, som er placeret på broer o.l., hvor der ved påkørsel af skærmen er fare for, at hele skærmen eller løsrevne dele kan ramme mennesker under broen, bør beskyttes af autoværn. Der kan af samme sikkerhedsmæssige årsager være krav om, at enkeltdele som fx udfyldningsplader ikke må kunne rive sig løs. DS/EN 1794-2:2003 angiver, hvordan man skal teste en støjskærm mod løsrevne dele fra en ydre påvirkning, og der er også angivet 6 klasser for dette afhængigt af størrelsen af den ydre påvirkning.

13.4.6 Lysrefleksion

DS/EN 1794-2:2003 angiver, at lysrefleksion skal deklareres på basis af målemetode angivet i DS/EN ISO 2813 Malinger og lakker. Bestemmelse af spejlglans af film af ikke-metalliske malinger ved 20°, 60° og 85°.

Klassificeringen fastlægges ved belysning af en overflade med forskellige indfaldsvinkler. For hver indfaldsvinkel måler man, hvor meget lys fladen reflekterer – jo større lysrefleksion, des højere glanstrin. DS/EN 1794-2:2003 .



Figur 13-7. Måling af lysrefleksion ved forskellige indfaldsvinkler.

Refleksion af sollys eller lys fra billygter i støjskærmes overflader kan undertiden give anledning til problemer, hvis skærmene udføres med reflekterende overflader. Problemerne kan opstå ved placering af støjskærme i kurver med lille radius eller ved lange skærmforløb med ubrudte blanke overflader. Generne kan forebygges ved at bryde overfladen med fx lodrette lister, ved at tippe skærmen nogle få grader fra lodret eller ved at undgå blanke overflader i kurver med lille radius. Det er muligt at udføre tekniske beregninger, der i forbindelse med planlægning af nye støjskærme kan beskrive risikoen for generende refleksioner i skærmoverflader.

13.4.7 Miljømæssige krav

I forbindelse med CE-mærkningen af en støjskærm kan fabrikanten deklarere støjskærmens afgivelse af skadelige stoffer til omgivelserne iht. DS/EN 1794-2:2003, Annex C.

Relevante overvejelser for en bygherre er blandt andet hensyn til bæredygtighed og brug af energi- og klimavenlige produkter. Materialer, der er miljø- eller arbejdsmiljømæssigt problematiske, bør undgås. Fx kan traditionelt trykimprægneret fyrretræ erstattes med såkaldt modificeret træ eller med en anden træsort, der har en naturlig lang holdbarhed.

Det er en mulighed at gennemføre en detaljeret livscyklusanalyse af støjskærmens materialer. Det er imidlertid en omfattende proces og næppe realistisk for individuelle skærmprojekter.

I stedet bør man eventuelt gennemføre en forenklet vurdering, hvor støjskærmens materialer sammenlignes med andre gængse materialer. Den kan eventuelt indgå som en del af den samlede vurdering af tilbud på et konkret støjskærmprojekt. Vurderingen kan fx omfatte:

- Miljøforhold under produktion
- Indhold af genanvendte materiale
- Risiko for afgivelse af farlige stoffer til omgivelserne
- Indhold af genanvendelige materialer
- Behov for kemiske produkter ved opstilling og vedligeholdelse
- Graden af kompleksitet, der gør det vanskeligt at adskille skærmen i genbrugelige fraktioner ved nedtagning.

13.4.8 Langtidsydeevne og holdbarhed

Langtidsydeevnen af en støjskærms akustiske egenskaber fastlægges iht. DS/EN 14389-1. Der skal angives oplysninger om forventede ændringer i støjskærmens akustiske ydeevne efter 5, 10, 15 og 20 år (lydisolation og lydabsorption, jævnfør afsnit 13.4.1 og afsnit 13.4.2) under de påvirkningskategorier, der er beskrevet i det følgende.

DS/EN 14389-2:2004 skal anvendes som grundlag for specifikation af en støjskærms forventede holdbarhed (levetid) med hensyn til øvrige egenskaber end de akustiske. Standarden specificerer de påvirkninger og deres styrke, som en støjskærm typisk udsættes for. De beskrives som en række påvirkningsklasser, der er defineret i DS/EN 60721-3-4.

Hvis man finder det relevant, kan følgende påvirkningsklasser anvendes for støjskærme, der skal placeres langs danske veje (uanset afstanden til vejen). Det er dog ikke et klassesystem, som hidtil har vundet indpas i Danmark:

Klimatiske forhold	:	4K2 (bl.a. temperaturer fra ÷33 °C til 40 °C)
Specielle klimatiske forhold	:	4Z7 (vandsprøjt)
Biologiske forhold	:	4B1 (mug, svampe samt mus og andre gnavere)
Havsalt og vejsalt	:	4C3/4C2 (salttåge)
Hydrogensulfid	:	4C3 (DS/EN 60721 angiver koncentrationer)
Marine/kystnære områder (ozon)	:	4C4 (DS/EN 60721 angiver koncentrationer)
Nitrogenoxid, NO_2	:	4C4 (DS/EN 60721 angiver koncentrationer)
Kemiske stoffer i øvrigt	:	4C2 (DS/EN 60721 angiver koncentrationer)
Beskidt vand/støv	:	4S2 (DS/EN 60721 angiver koncentrationer)
Vibrationer fra trafik	:	4M4 (DS/EN 60721 angiver niveauer).

Det skal tilføjes, at påvirkningsklasserne angivet i DS/EN 60721 ikke korresponderer med de miljøklasser, der anvendes i de almindelige konstruktionsnormer. Det er således sædvane at vurdere korrosionsmodstandsevnen af malede og varmforzinkede stålkonstruktioner med udgangspunkt i korrosionsklasserne i DS/EN ISO 12944-2 ”Maling og lak – Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner med maling – Del 2: Klassificering af korrosionsklasser”. På tilsvarende vis vurderes kravet til dæklag på armeringsjern i armerede betonkonstruktioner med udgangspunkt i DS/EN 1992-1-1 ”Betonkonstruktioner – Del 1-1: Generelle regler samt regler for bygningskonstruktioner”.

DS/EN ISO 12944-2 må dog ikke anvendes i forbindelse med CE-mærkning af støjskærme.

Figur 13-8. Støjskærme står i et aggressivt miljø. For en CE-mærket støjskærm kan der deklareres en levetid baseret på en række forudsætninger om miljøpåvirkningen (Europavej E45, Frederikshavn).

Forventede levetider er angivet med den forudsætning, at støjskærmen bliver vedligeholdt, som angivet af fabrikanten.

13.4.9 Brandmodstandsevne

DS/EN 14388:2006 giver ikke mulighed for at deklarere en støjskærms brandmodstandsevne, men der kan foretages en test iht. DS/EN 1794-2:2003, Annex A.

I Danmark er det ikke sædvane at stille krav til brandegenskaber for støjskærme, men det kan for akustiske beklædninger på tunnelvægge være relevant at fastlægge, om beklædningen vil kunne bidrage til udvikling og spredning af en brand.

13.4.10 Flugtveje/ adgangsveje

DS/EN 14388:2006 angiver ikke krav om, at en støjskærms flugtvejsforhold skal deklareres, og det er sædvane i Danmark, at dette ikke henhører under støjskærmssystemet, men er en del af kravene til bygværkets samlede funktion. DS/EN 1794-2:2003, Annex D angiver dog en række størrelser og udformninger af flugtvejsåbninger, som det kan have værdi at tage udgangspunkt i ved planlægning af en støjskærm. Se også omtalen i afsnit 11.9.

13.4.11 Transparens

DS/EN 14388:2006 giver ikke mulighed for at deklarere en støjskærms transparens, men DS/EN 1794-2:2003 beskriver beregningsmetoder, der eventuelt kan anvendes.

Det har ikke været sædvane at anvende disse metoder i Danmark, men det kan ved projektering af støjskærme have værdi at tage udgangspunkt i begreberne statisk transparens (som opleves af folk bagved støjskærmen) og dynamisk transparens (som omhandler trafikanternes opfattelse af støjskærmen).

14 MYNDIGHEDER

Figur 14-1 er en oversigt over de myndigheder, der kan blive behov for at inddrage i et støjskærmprojekt. De relevante myndigheder bør som hovedregel inddrages tidligt i projekteringsfasen.

Myndighed	Rolle
Kommunens vejmyndighed	• Selv om støjskærmen skal stå uden for vejarealet, kan der være klausuler og andre forhold knyttet til vejen, som kan påvirke placering, højde og materialevalg • Afmærkningsplaner for udførelse af anlægsarbejdet skal godkendes af vejmyndigheden • Andre igangværende eller planlagte aktiviteter på samme område.
Kommunens byggemyndighed	• Private støjskærme kan komme i konflikt med hegnsloven. Derfor bør der altid tages kontakt til kommunens byggemyndighed • En støjskærm kræver normalt ikke byggetilladelse, men den skal være i overensstemmelse med hegnsloven og med lokalplanbestemmelser. Den kan desuden være omfattet af Byggeloven og skal i så fald overholde højde- og afstandsbegrænsningerne i bygningsreglementet • Andre igangværende eller planlagte aktiviteter på samme område.
Kommunens miljømyndighed	• Klassificering af jord, som er beliggende uden for vejens areal • Hvis jord skal flyttes (gælder for al jord over 1 m^3), skal flytningen anmeldes på forhånd • Omlægning eller rørlægning af selv små grøfter og vandløb kræver særlig tilladelse og kan påvirke projektets tidsplan • Gældende krav til støj og vibrationer, tidsrum mv. for anlægsarbejder.
Kommunens planmyndighed	• Støjskærme, der skal etableres i landzone, kan kræve zonelovstilladelse • Der kan være lokalplanbestemmelser, som sætter rammer for støjskærmes placering, højde, materialevalg mv. Lokalplanen kan også stille krav om den støjdæmpning, der skal opnås.
Vejdirektoratet	• Selvom støjskærmen skal stå uden for vejarealet, kan der være klausuler og andre forhold knyttet til vejen, som kan påvirke placering, højde og materialevalg • Afmærkningsplaner for udførelse af anlægsarbejdet skal godkendes af vejmyndigheden • Andre igangværende eller planlagte aktiviteter på samme område.
Færdselspoliti	• Godkendelse af ændringer af fremtidige skilte og afmærkning. Forhold vedrørende trafiksikkerhed, når skærmen er etableret • Godkendelse af afmærkningsplaner for udførelse af anlægsarbejdet.
Naturstyrelsen	• Der kan være et krav om, at støjskærme, som etableres langs eksisterende veje, skal VVM-screenes. Årsagen er, at en støjskærm fx kan medføre barriereeffekter for fauna. Der foreligger ingen klare retningslinjer om dette, så det kan være nødvendigt at konsultere Naturstyrelsen i hvert enkelt projekt.

Myndighed	Rolle
Kulturstyrelsen	• Museumsloven beskytter kulturlevn, og det er ikke lovligt at fjerne eller ødelægge væsentlige kulturlevn, uden der er foretaget en forudgående undersøgelse eller registrering udført af fagfolk. Man bør derfor henvende sig til det lokale Statsanerkendte kulturhistoriske museum med arkæologisk ansvarsområde for at få en udtalelse om mulige fortidsminder på arealet. Se i øvrigt www.kulturstyrelsen.dk.
Banedanmark, regionsbane eller lokalbane	• Hvis støjskærmen skal stå nær en banestrækning, kan der være særlige klausuler, som skal respekteres. Det kan også være hensigtsmæssigt, at vejmyndigheder og banemyndigheder koordinerer deres indsats mod støj i områder, hvor de begge har anlæg.
Ejere af ledninger i jorden og i luften	• Se afsnit **7.7**.

Figur 14-1. Oversigt over myndigheder, der kan være behov for at inddrage i et støjskærmprojekt.

15 RESULTATOPSAMLING OG RAPPORT

Det kan være hensigtsmæssigt at samle resultaterne af planlægningsprocessen i en rapport, der fx indeholder:

- Projektets målsætning
- Registreringer og forudsætninger
- Støjberegninger
- Eventuelle foretagne prioriteringer
- Gennemført informationsindsats
- Kommentarer og forslag fra naboer
- Overvejelser om støjskærmens dimensioner
- Økonomisk anlægsoverslag
- Anbefalet projekt og dets opfyldelse af målsætning og imødekommelse af andre hensyn.

Rapporten kan danne grundlag for en endelig beslutning om igangsætning af projekteringsfasen.

16 PROJEKTERING

Ud fra støjberegninger og analyser fra projektforslaget samt opstillede målsætninger om projektets reduktion af støj i omgivelserne.

I projekteringsfasen bør det løbende sikres, at disse forudsætninger, der er selve formålet med skærmprojektet, kan opfyldes med det endelige projekt. De valgte løsninger for skærmens placering, linjeføring, højde, udstrækning, akustiske egenskaber og tilpasning til omgivelserne (fx stigennemføringer) kan afprøves gennem supplerede detailberegninger med støjskærmprojektets støjberegningsmodel.

Uanset udformning og materialevalg består en støjskærmskonstruktion typisk af to typer elementer:

- Bærende elementer
- Akustiske elementer.

I DS/EN 1794-1:2003 defineres bærende elementer som dele, der udgør det bærende skelet i støjskærmen, og de akustiske elementer som de flader, der er designet til at begrænse støjens udbredelse.

Langt de fleste støjskærmskonstruktioner er opbygget af bærende søjler, hvorimellem de akustiske elementer spænder (se eksemplet i Figur 16-1).

Figur 16-1. Eksempel på opbygning af en støjskærm med bærende søjler og akustiske elementer, hvoraf nogle er transparente (Den Fynske Motorvej E20, Langeskov).

En støjskærm er på grund af sin ofte store højde og længde samt lille tykkelse meget udsat for horisontale påvirkninger. Uanset hvor støjskærmen er placeret, vil klimatiske påvirkninger, herunder specielt vind, medføre store belastninger på konstruktionen.

Ved dimensionering af de bærende og de akustiske elementer er afstanden imellem de bærende søjler afgørende. Valget af søjleafstand har følgende konsekvenser:

Lille søjleafstand	→	Små belastninger	→	Små dimensioner (Stort antal)
Stor søjleafstand	→	Store belastninger	→	Store dimensioner (Lille antal)

Ofte stiller de akustiske elementer krav til geometrien af de bærende elementer, og søjleafstanden skal derfor tilpasses ud fra disse krav. Der kan også være andre forhold, som stiller krav til søjleafstanden, fx æstetik, geometrisk tilpasning til broer og tilsvarende samt store horisontale eller vertikale radier på støjskærmens afsætningslinje (se også afsnit 12.5 om fugles påflyvning af støjskærme). Ofte anvendes en søjleafstand på 3 - 5 meter.

Da en støjskærm består af et stort antal ensartede komponenter, bør materialerne udnyttes optimalt. En tilsyneladende mindre betydningsfuld detalje kan på grund af et stort antal vise sig at være meget kostbar, hvis udformningen er uhensigtsmæssig, eller hvis der er fejl. For alle dele i konstruktionen bør der tages hensyn til:

- Funktion
- Styrke
- Holdbarhed
- Mulighed for præfabrikation
- Økonomi.

En støjskærm bør i størst muligt omfang være simpelt opbygget af let monterbare og udskiftelige elementer, der kan præfabrikeres på værksted. Det giver ofte en større kvalitet i udførelsen samt lettere montering og senere udskiftning. Dermed opnås også tidsmæssige og økonomiske fordele.

Et ofte overset krav ved detailprojektering af en støjskærm er kravet om tæthed såvel i konstruktionen som mod jord. Tæthed mod jord kan opnås ved, at skærmen føres ned i jorden. Det kræver dog, at den kan tåle fugt. Ofte anvendes et skørt af beton (se fx Figur 12-9) eller en varmforzinket stålplade, som vist på Figur 16-1. Problemer med manglende tæthed opstår ofte omkring samlinger ved søjlen. Eksempel herpå ses på Figur 16-2.

Figur 16-2. En støjskærm bør være vedvarende tæt. Det kan være en udfordring ved udformning af samlinger mellem forskellige materiale.

16.1 Projekteringsgrundlag

For støjskærme skal de generelle konstruktionsnormer efterleves, og projekteringen skal dermed udføres i overensstemmelse med Eurocode-systemet og de tilknyttede danske annekser. Derudover skal særlige krav for støjreducerende konstruktioner (støjskærme) iht. DS/EN 1794-1:2003 efterleves.

De relevante normer i forbindelse med detailprojektering af en støjskærmskonstruktion er typisk følgende med tilhørende gældende nationale annekser:

- DS/EN 1794-1:2003:Vejudstyr – Støjskærme – ikke-akustiske egenskaber – Del 1: Mekaniske egenskaber og krav til stabilitet
- DS/EN 1990: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner
- DS/EN 1991: Last på bærende konstruktioner
- DS/EN 1992: Betonkonstruktioner
- DS/EN 1993: Stålkonstruktioner
- DS/EN 1994: Kompositkonstruktioner
- DS/EN 1995: Trækonstruktioner
- DS/EN 1996: Murværkskonstruktioner
- DS/EN 1997: Geoteknik
- DS/EN 1999: Aluminiumkonstruktioner.

Der eksisterer endnu ikke Eurocodes (EN) for glas anvendt som konstruktionsmateriale, men Eurocode-forberedende tekniske specifikationer for glas TS 19100-1 til -3 er under udarbejdelse, og DSF/FprCEN/TS 19100-1 til -3 ligger som høringsforslag. Disse kan med forsigtighed benyttes i sammenhæng med de øvrige Eurocodes. Der må dog tages forbehold overfor de anførte partialkoefficienter, som ikke er kalibrerede i forhold til det danske sikkerhedssystem.

Statens Byggeforskningsinstitut har udarbejdet SBI-anvisning 215, Dimensionering af glas i klimaskærmen, der angiver, hvilken styrke man kan udnytte glas til. Anvisningen bygger på det sikkerhedsprincip, der generelt gælder for konstruktionsnormerne. Den kan derfor anvendes som grundlag for den styrkemæssige eftervisning af glasplader i støjskærme, indtil de tekniske specifikationer for glas TS 19100-1 til -3 foreligger i en endelig udgave.

Der eksisterer heller ikke en standard for anvendelse af plast som konstruktionsmateriale, fx polycarbonat eller akryl (polymethylmethacrylat, PMMA).

Man må derfor søge viden hos forskellige producenter af det ønskede plastmateriale for at fastlægge styrken. Man skal være bevidst om, at plastmaterialers styrkemæssige egenskaber ofte afhænger af temperaturforhold, lastvarighed, UV-påvirkning og materialets alder. Den statiske styrke kan også fastlægges efter andre retningslinjer, end dem der gælder for bygningskonstruktionsmaterialer (5 % fraktil, jf. DS/EN 1990, 4.2 (3)).

Desuden kan producenten ændre eller modificere den kemiske sammensætning af plastmaterialet, og det kan påvirke materialets stivhed, styrke og modstandsdygtighed over for miljøpåvirkninger.

Den samme usikkerhed gør sig gældende for gummimaterialer som EPDM (ethylene propylene diene monomer) til fx mellemlæg, tætninger og isætningslister samt for fugemasser, fx silikone.

16.1.1 Beregningsforudsætninger

Som udgangspunkt for projekteringen fastlægger man konsekvens- og kontrolklassen samt den geotekniske kategori. Valgene sker på grundlag af DS/EN 1990, DS/EN 1997 og ud fra det specifikke projekt. Almindeligvis vælges følgende klasser og kategorier:

- Lav konsekvensklasse, CC1
- Udførelsesklasse iht. konsekvensklasse samt service- og produktkategori
- Geoteknisk kategori 2.

Støjskærmskonstruktioner henføres normalt til lav konsekvensklasse, CC1, da der i de fleste tilfælde vil være tale om lav risiko for tab af menneskeliv, ligesom de økonomiske, sociale og miljømæssige konsekvenser oftest vil blive vurderet til at være små eller ubetydelige. Hvis støjskærmens højde overstiger afstanden til den nærmeste kørebanes kantbane, anbefales det, at støjskærmen henføres til CC2.

For lav konsekvensklasse CC1 anvendes for geotekniske konstruktioner K_{FI} = 1,0 iht. DS/EN 1997-1 DK NA, hvorfor der må skelnes mellem fundamentet og den øvrige konstruktion, når de regningsmæssige laster bestemmes.

16.1.2 Statisk dokumentation

Der udarbejdes en statisk dokumentation af den bærende konstruktion. Den statiske dokumentation og de tilhørende tegninger kvalitetssikres hos en person med relevant erfaring inden for området, som ikke selv har deltaget i selve projekteringen. Dette krav gælder dog kun for konsekvensklasse CC2. Kvalitetssikringen skal dokumenteres.

16.2 Belastninger

I hele støjskærmens levetid skal alle enkeltkomponenter kunne modstå de belastninger, de udsættes for samtidig med, at deres funktion opretholdes.

De typer af belastninger, som skal tages i betragtning ved dimensionering, er angivet i Figur 16-3, hvor der er henvisning til de gældende normafsnit.

Karakteristika	Standard	Bemærkning
Vind og last fra passerende køretøjer	DS/EN 1794-1:2003 (Annex A)	Krav (last fra passerende køretøjer anvendes generelt ikke i Danmark)
Egenvægt	DS/EN 1794-1:2003 (Annex B)	Krav
Stenslag	DS/EN 1794-1:2003 (Annex C)	Krav
Påkørselssikkerhed	DS/EN 1794-1:2003 (Annex D)	Option
Snerydningslast	DS/EN 1794-1:2003 (Annex E)	Krav (Anvendes generelt ikke i Danmark)

Figur 16-3. Belastninger på en støjskærm, som skal tages i betragtning. De enkelte belastninger beskrives i det følgende.

For de fleste støjskærme vil egenlast og vindlast være de eneste relevante belastninger, og kun i særlige tilfælde skal de øvrige krav i Figur 16-3 opfyldes. Ud over de nævnte belastninger vil støjskærme typiske også blive udsat for påvirkninger som nedbør, fugt, sollys, frost, tø, olie, vejsalt, rengøring, hærværk og forurening.

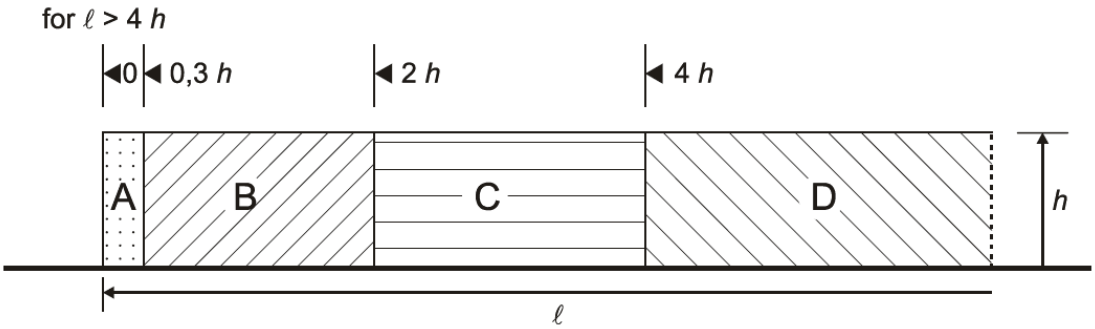
I de følgende afsnit behandles de enkelte belastningstyper angivet i Figur 16-3.

16.2.1 Vindbelastning

Støjskærme beregnes for vindlast som foreskrevet i DS/EN 1991-1-4 for 50 års returperiode. Til udmattelsesberegninger skal antallet og størrelsen af lastcykler hidrørende vindstød bestemmes iht. DS/EN 1991-1-4 B.3. Som partialkoefficient på spændingsvariationer forårsaget af vindens turbulens i udmattelseseftervisningen anvendes 1,30.

Form- og konstruktionsfaktor

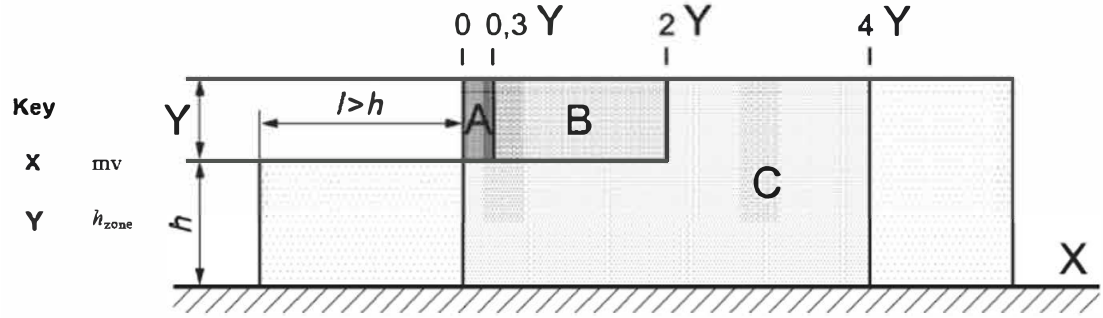
Formfaktorer for fritstående mure, brystninger og hegn, herunder støjskærme, er angivet i DS/EN 1991-1-4, 7.4.1. Formfaktorerne tager højde for støjskærmens form og vil på grund af endeomstrømningseffekten variere i en længde op til 4 gange højden fra støjskærmens ende, som illustreret på Figur 16-4.



Figur 16-4. Effekt af endeomstrømning. Bogstav D til A angiver den stigende vindbelastning nær en støjskærms ende (Kilde: DS/EN 1991-1-4, figur 7.19).

Det er vigtigt, at formfaktorerne ved en støjskærms ender beregnes, da de her er væsentligt større end midt på en sammenhængende støjskærmsstrækning. Den øgede belastning på grund af endeomstrømning kan reduceres med de tiltag, der er beskrevet i afsnit 12.2.

Hvis en støjskærm ikke står helt lodret eller har spring i højden, kan de specifikke formfaktorer angivet i DS/EN 1794-1:2011, A.7 anvendes til det formål.



Figur 16-5. Effekt ved endeomstrømning. Bogstav C til A angiver den stigende vindbelastning nær en støjskærms ende (Kilde: DS/EN 1794-1, A7).

Anbefalede formfaktorer for vindtryk $c_{p,net}$ på fritstående vægge og brystninger er angivet i Figur 16-6.

Tæthed	Zone		A	B	C	D
$\varphi = 1$	lige mur	$\ell/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$\ell/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$\ell/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	vinkelmur med længde $\geq h$ [a]		2,1	1,8	1,4	1,2
$\varphi = 0{,}8$			1,2	1,2	1,2	1,2
[a] Der kan interpoleres lineært for vinkellængder mellem 0,0 og *h*.						

Figur 16-6. Formfaktorer for vindtryk $c_{p,net}$ på fritstående vægge og brystninger (Kilde: DS/EN 1991-1-4, figur 7.9).

Formfaktorerne $c_{p.net}$ for vindtryk angivet i DS/EN 1991-1-4 er formfaktorer for nettovindtryk, som udtrykker det resulterende vindtryk fra luv- og læsiden. Tætheden φ sættes i alle tilfælde til 1, da en støjskærm altid er helt tæt på grund af kravet om effektiv støjdæmpning.

Det kan i særlige tilfælde være relevant at undersøge friktionskræfter for vind på langs af en støjskærm som følge af vind parallelt med støjskærmens plan. Formfaktoren for friktion bestemmes ved støjskærmens overfladeruhed, som kan estimeres ved hjælp af DS/EN 1991-1-4, tabel 7.10.

Konstruktionsfaktoren $c_s c_d$ tager hensyn til påvirkningen af vindlasten stammende fra den manglende samtidighed af peak-vindtryk på overfladen (c_s) og til virkningen af konstruktionens svingninger som følge af turbulens (c_d). Konstruktionsfaktoren for støjskærme kan typisk sættes til 1,0.

Hvor en støjskærm har relativ lille stivhed ift. højden, bør konstruktionsfaktoren beregnes pga. den dynamiske respons. Proceduren, der skal anvendes til bestemmelse af konstruktionsfaktoren, er angivet i DS/EN 1991-1-4, anneks C, jævnfør DS/EN 1991-1-4 DK NA, 6.3.1 (1), Note 3.

Støjskærmens orientering
Retningsfaktoren c_{dir} vælges normalt til 1,0. Ved en gunstig orientering af støjskærmen, som fx en støjskærm, hvor vind fra nord/syd er dominerende, kan der med fordel anvendes en værdi for c_{dir}, der er mindre end 1,0, jævnfør DS/EN 1991-1-4 DK NA, 4.2 2(P), tabel 1a.

Støjskærm på skrænt eller vold
Hvis en støjskærm placeres på en skrænt eller en vold, skal der tages særligt hensyn, fordi orografien (jordoverfladens højdeforhold, som fx skrænter, volde osv.) vil forøge vindhastigheden og dermed vindlasten på støjskærmen. Når orografien forøger vindhastigheden med mere end 5 %, medregnes denne virkning i form af orografifaktoren c_o. Orografifaktoren tager højde for lokale afvigelser i terrænet i støjskærmens umiddelbare nærhed, og faktoren indgår i beregningen af turbulensintensiteten. Proceduren, der anvendes til bestemmelse af orografifaktoren, er angivet i DS/EN 1991-1-4, A.3.

Et eksempel på en sådan placering er vist på Figur 16-7.

Figur 16-7. Hvis støjskærmen placeres på en skrænt eller en vold vil højdeforholdene forøge vindhastigheden og dermed vindlasten på støjskærmen (Europavej E45, Frederikshavn).

Støjskærm i by eller nær høje bygninger
Hvis en støjskærm er placeret i bebyggede områder, hvor der er væsentligt højere bygninger i nærheden, skal det undersøges, om disse bygninger kan skabe lokalt forøgede vindstyrker. Beregningsproceduren er angivet i DS/EN 1991-1-4, A.4.

I meget tæt bebyggede områder (terrænkategori IV) og uden væsentlig højere bygninger i nærheden, kan vindlasten eventuelt reduceres pga. løftehøjden. Beregningsproceduren er beskrevet i DS/EN 1991-1-4, A.5.

Støjskærm på en bro
Hvis en støjskærm er placeret på en bro, skal der tages hensyn til, at støjskærmen lokalt ved broen kan komme til at stå højere. Så bliver højden over terræn, z, større. For en støjskærm på en bro anvendes samme formfaktorer som for en støjskærm i terræn iht. DS/EN 1991-1-4, 8.3 (1), Note.

Dynamisk lufttryk fra hurtigt forbipasserende køretøjer
Støjskærme skal generelt ikke dimensioneres for dynamisk lufttryk fra vejtrafik. Er støjskærmen placeret nær en jernbane henvises til kravene i DS/EN 1991-2, 6.6.2. Der henvises endvidere til beregningsgrundlaget i Anlægsmanual for Banedanmarks standardstøjskærme.

16.2.2 Egenvægt

En støjskærms konstruktion belastes af de enkelte komponenters egenvægt. Rumvægten af materialerne, som indgår i støjskærmen, eller som hænges på, fx beklædning og espalier, kan ofte estimeres ved opslag i DS/EN 1991-1-1.

For de akustiske elementer vil fabrikanten typisk oplyse egenvægten, men ved manglende information, kan den projekterende give et konservativt skøn. En overestimering af egenvægten og dermed de lodrette laster, vil typisk ikke have konsekvenser for konstruktionens design, da den horisontale belastning ofte vil være den dimensionsgivende. Den projekterende skal være opmærksom på, at akustiske elementer, som indeholder hulrum eller porøse materialer, kan blive

vandfyldte. I henhold til EN 1794-1:2003, B.2.2 skal akustiske elementer, som kan absorbere vand, regnes med en egenvægt af elementet svarende til, at det er vandfyldt eller delvist vandfyldt afhængigt af absorbtionsgraden.

16.2.3 Stenslag

En støjskærm, som placeres tæt på en vej, fx tæt ved nødsporet på en motorvej, udsættes for stenslag. Med stenslag mener EN 1794-1:2003 blot almindelige småsten, som den kørende trafik kan give anledning til, og ikke større stenslag som følge af fx vandalisme. For de bærende elementer er kraften fra stenslag ubetydelig og indgår dermed ikke i beregningen af den bærende konstruktion. For de akustiske elementer, som fx kan være opbygget af slanke metal- eller akrylplader, skal det sikres, at der sker mindst mulig ødelæggelse af elementerne ved at opfylde testkriterierne i EN 1794-1:2003, anneks C. I de enkelte støjskærmprojekter kan man eventuelt vurdere om opfyldelse af dette krav er nødvendigt.

16.2.4 Påkørselssikkerhed

En støjskærm skal ikke designes til at kunne modstå påkørsel fra et køretøj. Påkørsel af en støjskærm skal undgås ved beskyttelse med autoværn, eller ved at placere støjskærmen uden for sikkerhedszonen. Hvor disse løsninger ikke er mulige, kan støjskærmen i yderste konsekvens også fungere som autoværn. Det primære formål hermed er ikke at beskytte støjskærmen, men derimod at tilbageholde køretøjet på en kontrolleret måde.

Kravene til en støjskærm, som samtidig skal fungere som et autoværn, er beskrevet i EN 1794-1:2003, anneks D og svarer til de krav, der stilles for autoværn.

Da det ikke er muligt at beregne, om en støjskærm med indbygget autoværn opfylder de krævede funktionskrav til autoværn, skal dette bedømmes ved at udføre påkørselsforsøg.

Hvis en støjskærm skal fungere som autoværn, skal man desuden være opmærksom på, at støjskærmens afslutninger (også ved stigennemføringer mv.) vil være faste genstande, der kræver særlig opmærksomhed ved projekteringen.

16.2.5 Snerydningslast

I Danmark dimensioneres støjskærme generelt ikke for snerydningslast. Det skyldes, at belastningen fra snerydning erfaringsmæssigt ikke volder problemer i Danmark, bl.a. fordi støjskærme tæt på veje ofte står delvist beskyttet bag et autoværn.

For dimensionering af støjskærme i lande, hvor snerydningslast er relevant, eller i særlige tilfælde med åbenlyst udsatte støjskærme, henvises til EN 1794-1:2003, anneks E.

16.3 Grænsetilstande

I følgende afsnit beskrives de relevante grænsetilstande ved projektering.

16.3.1 Anvendelsesgrænsetilstand

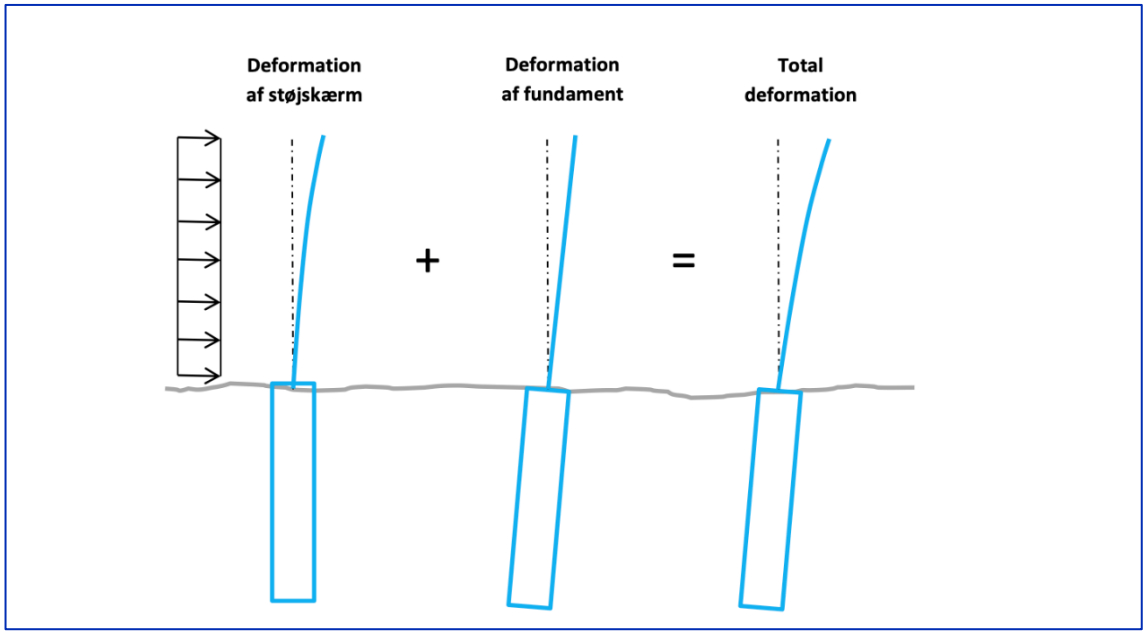
De generelle krav i konstruktionsnormerne (Eurocode 2-7,9) samt særlige krav fremsat i det specifikke projekt som udbøjning, revnevidder, vibrationer, tilladelige spændinger mv. kontrolleres i anvendelsesgrænsetilstanden.

Derudover stilles der særlige krav til tæthed af samlinger for at undgå akustiske lækager (dvs. revne og sprækker, der kan reducere støjskærmens lydisolation.

Udbøjningen af en belastet støjskærm kan opdeles i følgende to deformationsbidrag, hvilket er illustreret på Figur 16-8:

- Deformation af støjskærm (bærende/akustiske elementer)
- Deformation af fundament.

Deformationskrav til de bærende og akustiske elementer skal sammenholdes med den forventede totale deformation af støjskærmen.



Figur 16-8. Deformationsbidrag til udbøjningen af en støjskærm.

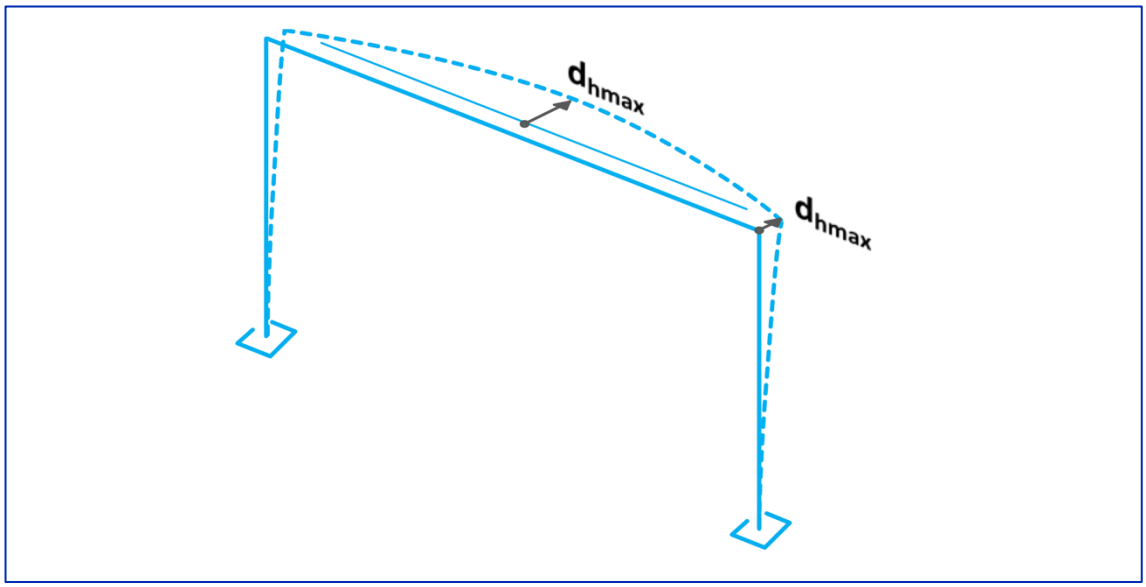
16.4 Deformationskrav til bærende elementer

For den karakteristiske vindlast gælder følgende deformationskrav til støjskærmens bærende elementer. Den maksimalt tilladelige horisontale elastiske udbøjning, som vist på Figur 16-9, er i henhold til DS/EN 1794-1:2003 følgende for lodretstående støjskærme:

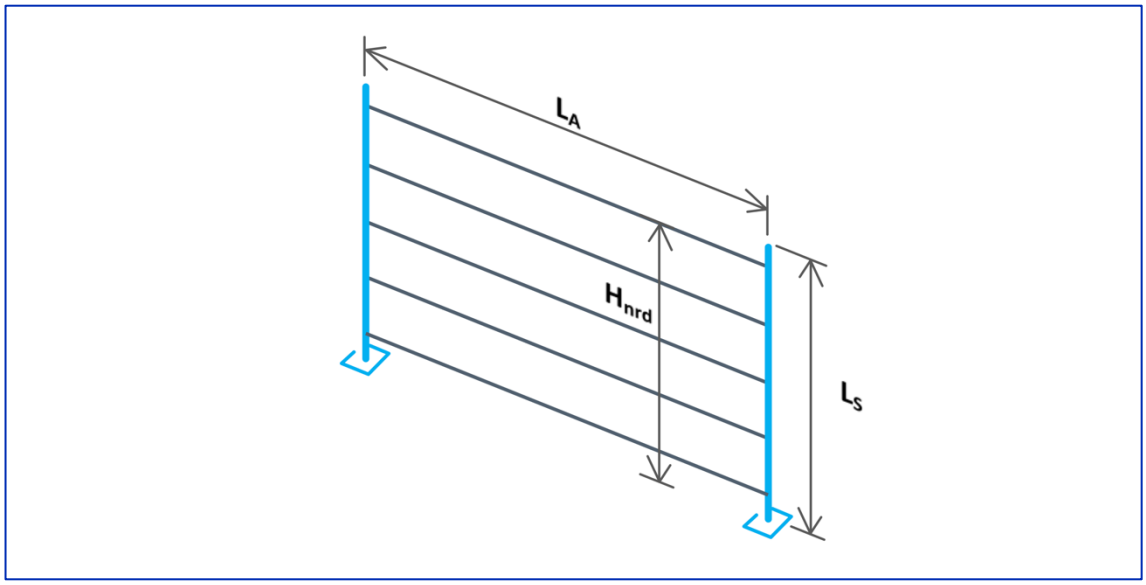
$d_{hmax} = L_S/150$

For ikke lodretstående støjskærme er kravet i henhold til DS/EN 1794-1:2003 følgende:

$d_{hmax} = L_S/300$



Figur 16-9. Symboldefinitioner til deformationskrav.



Figur 16-10. Symboldefinitioner til deformationskrav, dimensioner.

H_{nrd} er højden af støjskærmen [mm]
L_s er længden af det bærende element [mm]
L_A er længden af det akustiske element [mm] (afstand mellem bærende elementer).

For støjskærme, som ikke er lodrette, skal deformationerne vurderes for en karakteristisk lastkombination med egenlast, snelast og vindlast. Kravet til den horisontale udbøjning er angivet ovenfor. Herudover må den maksimalt tilladelige vertikale nedbøjning ikke overstige den mindste af følgende værdier, jf. DS/EN 1714-1:2003 :

$d_{v\,max} = L_A/200$ og $h/200$.

16.5 Deformationskrav til akustiske elementer

Der stilles deformationskrav til støjskærmens akustiske elementer for den karakteristiske vindlast. Den maksimalt tilladelige horisontale elastiske udbøjning ved bøjning pga. vind er følgende:

$d_{hmax} \leq 50$ mm

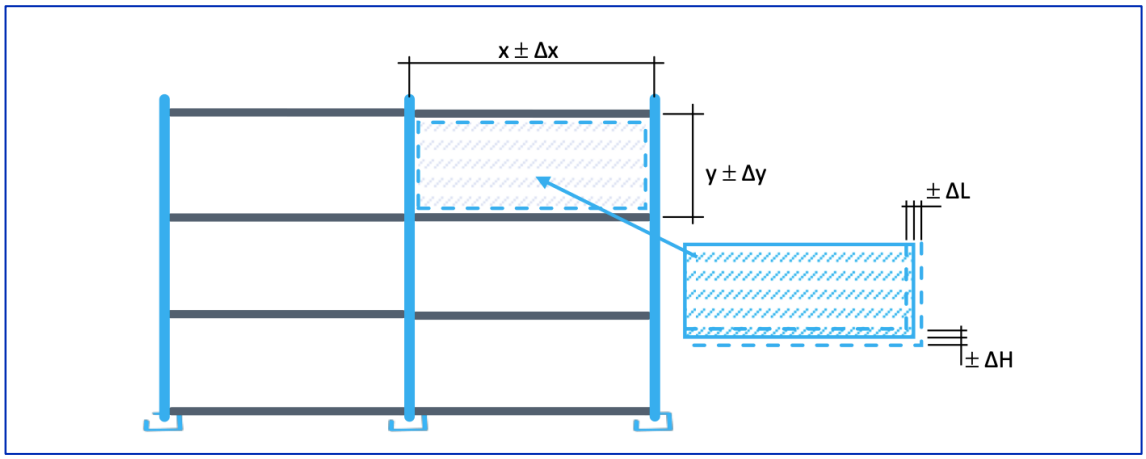
Efter at tilføje en lastfaktor på 1,5 til den karakteristiske last må den permanente udbøjning efter aflastning ikke overstige den mindste af følgende værdier, jf. DS/EN 1714-1:2003 :

$L_A/500$ og h/500.

På Figur 16-10 svarer H_{nrd} til h.

Når et støjskærmssystem bliver udformet som en skeletkonstruktion med pladeudfyldning, er det afgørende at få afklaret, hvordan pladefeltet bliver fastholdt i skeletkonstruktionen.

Hvis skeletkonstruktionen bliver udformet som lukkede rammer, skal man sikre sig, at de udførelsesmæssige tolerancer bliver afstemt, så pladefeltet kan indbygges.



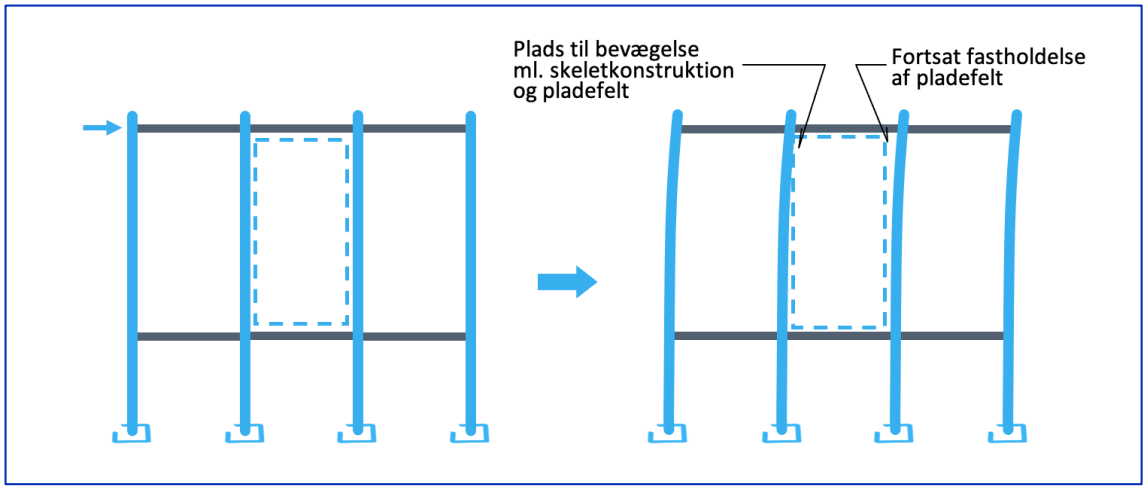
Figur 16-11. Afstemning af udførelsestolerancer ved indbygning af pladefelt i skeletkonstruktion.

Udførelsestolerancer må fastlægges på grundlag af erfaringsbaserede vurderinger. Hvis man vælger at udføre en prøveskærm, kan det medvirke til at fastlægge realistiske værdier for udførelsestolerancerne.

Udover at pladefelterne skal kunne indbygges i skeletkonstruktionen, skal sammenbygningen også udformes, så kravene til styrke og stivhed til samlingen bliver opfyldt. Hvis pladefeltet skal indgå som afstivende element i støjskærmskonstruktionen, skal man sikre sig, at de tilhørende kræfter kan overføres. Man skal også planlægge, hvordan tvangskræfter fra uensartede bevægelser som følge af fx temperaturpåvirkninger, krybning og fugtdeformationer kan blive optaget.

Hvis pladefelterne derimod ikke skal indgå som afstivende element i støjskærmskonstruktionen – som det fx ofte vil være tilfældet for pladefelter af glas eller akryl – skal man sikre sig, at der altid vil være tilstrækkeligt mellemrum mellem pladefeltet og den omgivende skeletkonstruktion uanset udførelsestolerancer og deformation af støjskærmen under lastpåvirkning.

Samtidig skal man sikre sig, at der ikke opstår revner eller sprækker, som nedsætter støjskærmens lydisolation.



Figur 16-12. Krav forbundet med indbygning af uafhængigt pladefelt i skeletkonstruktion.

16.6 Skruer, møtrikker, clips og andre fastgørelser

Bolte bør udføres i rustfrit syrefast stålkvalitet A4, hvis der er et krav om, at de skal fremstå skinnende blanke i hele deres levetid. Hvis der ikke er et sådant krav, vil bolte i rustfri stålkvalitet A2 være tilstrækkeligt.

Øvrige fastgørelser bør også udføres i korrosionsresistente stålkvaliteter. Større bolte (fx boltegrupper til indstøbning i betonpæle) kan dog vælges udført i varmforzinket kvalitet.

Figur 16-13. Samlingsdetalje med fleksible montagebeslag. Komponenter af denne type skal også være i en kvalitet, der kan holde i hele skærmens levetid.

Skrueforbindelser skal udføres, så der ikke kan ske en løsning af disse over tid. Det kan ske ved at tilspænde skruer eller møtrikker med et passende moment afhængig af skruediameteren. Man kan også anvende forskellige typer gevindlim eller ødelægge gevindet med et kørnerslag. Den sidste løsning kan være uhensigtsmæssig, fordi den gør det vanskeligt at skille samlingen ad ved senere reparationer af skærmen.

Varmforzinket stål indgår typisk som bærende elementer og kræver normalt ingen vedligeholdelse. I forbindelse med etablering af støjskærmen bør man kontrollere, at varmforzinkningen ikke har taget skade under transport eller montage.

16.6.1 Brudgrænsetilstand

Ud over kravene i brudgrænsetilstanden, som er angivet i de materialespecifikke normer, skal de særlige krav angivet i EN 1794-1:2003 overholdes, heriblandt følgende:

- Bærende elementer skal regnes i et lasttilfælde med dominerende egenlast og uden variable laster med en partialkoefficient på 1,50 på egenlasten (EN 1794-1:2003, B.3.1)
- Ved kombineret egenlast og vindlast skal anvendes hhv. partialkoefficienten 1,35 og 1,50 (EN 1794-1:2003, B.3.3)
- Den permanente vandrette udbøjning, når den regningsmæssige vindlast er aftaget, må maksimalt være:
  $d_{hmax} = L_A/500$
  $d_{hmax} = L_S/500$
  for henholdsvis de akustiske og de bærende elementer.

Bemærk at ovenstående partialkoefficienter er angivet i den europæiske norm DS/EN 1794-1:2003 og er pt. ikke nationalt fastsat.

16.6.2 Ulykkesdimensioneringstilfælde

Ved støjskærme på broer o.l. steder skal der ske en sikring imod nedfaldende af dele af støjskærmen på den underliggende passage. Der henvises til afsnit 13.4.5.

16.6.3 Udmattelsesgrænsetilstande

Udmattelsesgrænsetilstanden skal vurderes – særligt hvis der i konstruktionen indgår udmattelsesfølsomme svejste eller boltede samlinger som fx samling mellem fundament og søjle. For samlinger skal der i beregningerne tages hensyn til effekten af de indgående elementers stivhed/eftergivelighed og montagetolerancer.

Antal vindlastcykler for dynamisk respons over en 50-årig periode fremgår af DS/EN 1991-1-4 B.3.

Jf. afsnit 12.6 skal konstruktionerne udføres vedligeholdelsesfri i skærmens levetid. I vurderingsmetoden for udmattelse kræves derfor ”Sikker levetid” iht. DS/EN 1993-1-9.

Det skal pointeres, at den harmoniserede standard for støjskærmsprodukter, EN 14388:2006, ikke tager højde for udmattelsespåvirkning af bærende elementer, og derfor kun er egnet til bærende elementer, der ikke er udsat for udmattelsespåvirkning. For bærende elementer, der udsættes for udmattelse, fx boltesamlinger, vil bæreevnen derfor ikke kunne deklareres i forbindelse med CE-mærkningen. iht. DS/EN 14388:2006.

17 FUNDERING

Belastningerne, som en støjskærm udsættes for, bliver optaget af støjskærmens bærende konstruktion, som fører kræfterne ned til terræn og ud i jorden via et fundament.

For støjskærme med bærende søjler anvendes normalt pælefundering. Pælefundering anvendes ofte frem for direkte fundering pga. den store horisontale belastning, som nemmere optages ved pælefundering. Et direkte fundament vil kræve en stor fundamentbredde, fordi det vil være excentrisk belastet. Der vil sjældent være plads til det brede fundament.

Pælefundering kræver ikke store udgravninger i udførelsesfasen, og er relativt hurtige at udføre. Ulempen ved pælefundering er, at funderingsdybden øger risikoen for at støde på rammehindringer i jorden som fx store sten, eksisterende konstruktioner eller ukendte ledninger.

Udgifterne til fundering udgør ofte omkring en tredjedel af udgifterne til en støjskærm. Derfor er der brug for fokus på valg af den optimale funderingsmetode. Pælefundering er normalt økonomisk fordelagtig, men det skal derudover sikres, at den korrekte type pælefundering vælges, så den er optimal i forhold til installation, virkemåde, geologi, grundvand og økonomi.

Da pælefundamenter til en støjskærm primært er horisontalt belastede, vil de sammenlignet med pælefundamenter anvendt til husbygning, være forholdsvis korte, og bredden/diameteren vil være forholdsvis stor. Dimensionerne afhænger af jordens styrke og belastningens størrelse (søjle-/pæleafstanden). Pælelængden vil typisk være 2 - 5 meter. Pæle placeret i skråninger eller i nærheden af skråninger vil have en reduceret bæreevne, som der skal tages hensyn til i beregningen.

Der skal desuden sikres effektive afvandingsforhold ved en støjskærm. Det regulerede terræn på begge sider af støjskærmen bør have et tværfald på min. 100 ‰ væk fra støjskærmen.

17.1.1 Forundersøgelser

For en støjskærm er det optimalt at gennemføre geotekniske boringer med en afstand på 50 – 100 meter, afhængig af landskabet og omgivelserne samt den eksisterende viden om områdets geologi.

Opfyldte vandløb og vandhuller, rørlagte afvandingsgrøfter o.l. kan dog betinge yderligere boringer for at afdække områder med dårlige jordbundsforhold. Jordbundsundersøgelserne skal også klarlægge omfanget af eventuel forurenet jord.

Ved store anlægsprojekter, hvor en støjskærm ofte indgår som en meget lille del af det samlede projekt, bør man være opmærksom på, at støjskærmene ikke glemmes i forundersøgelserne.

Det bør sikres ved både små og store projekter, at de geotekniske forundersøgelser giver et tilstrækkeligt grundlag for detailprojektering af støjskærmen uanset, hvilke forundersøgelser der i øvrigt udføres i det aktuelle projekt.

Ved detailprojektering af fundamenter til en støjskærm bør følgende oplysninger være tilgængelige:

Jordbundsforhold

- Geoteknisk undersøgelsesrapport med boringer og sonderinger.

Pladsoplysninger

- Afsætningslinjer for støjskærmen
- Terræn- og adgangsforhold, områder som skal ryddes samt diverse forberedelser
- Beliggenhed af eksisterende konstruktioner og disses funderingsforhold
- Luftledninger, som er i vejen for arbejdet, eksisterende rør og kabler skjult i jorden
- Hindringer i jorden, fx fundamenter fra tidligere bygninger
- Andre igangværende aktiviteter på samme område.

Miljømæssige hensyn og naboforhold

- Nabobygninger eller installationer, som er vibrationsfølsomme
- Gældende krav til støj og vibrationer, tidsrum mv. for anlægsarbejde
- Registrerede skader på nabobygninger forud for ramning/vibrering
- Forureninger i jorden.

Processerne omkring ledninger i jord og i luften, naboforhold, forurenet jord mv. er omtalt i afsnit 9.2, 10 og 7.6.

17.2 Pæletyper

Den hidtil mest anvendte pæletype til støjskærme er borede betonpæle med en typisk diameter på 600 mm, hvori stålsøjler indstøbes. Andre typer, som også anvendes, er fx:

- Borede betonpæle med søjler monteret vha. ankerbolte
- Rammede præfabrikerede betonpæle med indstøbte gevindankre
- Rammede, pressede eller nedvibrerede stålprofilpæle, hvor søjler påboltes
- Rammede, pressede eller nedvibrerede stålrørspæle med fx overgangstykke i beton med indstøbte ankerbolte
- Rammede, pressede eller nedvibrerede specialdesignede vingefundamenter.

Nedbringningen af pæle vil typisk ikke volde store problemer, fordi spidskoten på de relativt korte pæle som regel ikke når ned i de meget hårde jordarter. Ved valg af pæletype bør toleranceoptagelse i forbindelse med etablering overvejes.

17.2.1 Borede pæle

Borede pæle har den fordel, at installationsmetoden giver mindre støj og rystelser end ramning og vibrering. Det kan især være relevant, når støjskærme skal etableres tæt på beboelse. For boring under grundvandsspejlet eller i friktionsaflejringer og andre løse jordarter, fx fyld, bør der anvendes foringsrør ved boringen og eventuelt undervandsbeton. Borede pæle stiller store krav til en omhyggelig arbejdsudførelse. Der bør derfor lægges vægt på et udførligt fagtilsyn.

Installationsmetoden medfører overskudsjord, som skal bortskaffes. Installation af borede pæle bør udføres iht. AAB-SAB Fundering samt vejledningen i DGF – Bulletin 18, kapitel 5 "Installation af borede pæle".

Direkte indstøbning af søjleprofilet i de borede betonpæle er typisk billigere end anvendelse af armering og ankerbolte. Ankerbolte giver dog store fordele ved montering af søjlerne, fordi de kan tilpasses og justere. Adskillelsen gør det muligt at udskifte enkelte søjler uden at udskifte de tilhørende fundamenter.

Figur 17-1. Nedbringning af fundamentpæle til støjskærme kan undertiden give anledning til gener i naboejendomme, hvis afstanden er kort. Borede pæle medfører noget mindre støj og svagere vibrationer end rammede eller vibrerede pæle.

17.2.2 Rammede eller nedvibrerede pæle

Rammede eller nedvibrerede pæle har den fordel, at der ikke skal bortskaffes overskudsjord, men ulempen er støj og vibrationer. Rammede pæle kræver en rambuk. Der er derfor brug for et forholdsvis stort arbejdsområde med plads til maskinen. Det gælder ikke mindst for den høje mægler, som stikker op i luften, hvor der kan være luftledninger. For rammede eller nedvibrerede pæle opnås væsentlig større lodret bæreevne end for de tilsvarende borede pæle iht. DS/EN 1997 - 1 DK NA, anneks L (6). Den forøgede bæreevne er dog normalt ikke nødvendig, fordi støjskærme ikke er tunge. Installation af rammede eller nedvibrerede pæle bør udføres iht. vejledningen i DGF – Bulletin 18, kapitel 4 ”Pæle installeret ved ramning eller nedvibrering”.

På grund af tolerancerne på pælens hældning og vandrette placering, vil en eventuel skæv eller upræcis pæleramning medføre, at støjskærmen står skævt, hvis ikke konstruktionen udformes med tilpasnings- og justeringsmuligheder.

Hvis der er risiko for, at støj og vibrationer fra nedbringning af borede eller rammede pæle kan medføre bygningsskader eller gener hos naboer, kan en permanent vibrationsovervågning af de nærmeste bygninger anbefales. Overvågningen kan anvendes både som redskab til styring af arbejdet og som dokumentation for de vibrationsbelastninger, der var under arbejdets udførelse.

Det kan også være hensigtsmæssigt at gennemføre en registrering af eksisterende revner og skader på bygninger nær anlægsarbejdet. Registreringen forebygger uklarhed om, hvorvidt skader kan skyldes anlægsarbejdet.

For vibrationer fastsættes grænseværdierne for bygningsskadelige vibrationer som regel efter anbefalingerne i den tyske DIN 4150-3, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen.

17.2.3 Specialdesignet vingefundamenter

På grund af relativt store omkostninger til fundering af mindre konstruktioner som fx støjskærme, skilte, lysmaster mv. har specialfirmaer udviklet forskellige typer af pælefundamenter til disse formål. Der eksisterer fx specialdesignede vingefundamenter, som netop er udviklet til konstruktioner med store horisontale belastninger.

17.3 Deformationskrav til fundamenter

Hvis der ikke er opstillet deformationskrav til funderingen for det specifikke projekt, er der derfor ingen krav ud over angivelsen i DS/EN 1997 -1, 7.2 om, at uacceptable flytninger skal undgås.

Den projekterende skal således selv vurdere, om den forventede deformation af fundamentet er acceptabel. Denne vurdering bør ofte laves med tanke på den totale deformation og æstetik.

Den irreversible deformation af støjskærmens top fra fundamentets deformation bør begrænses til $L_s/100$.

17.4 Levetid for pælefundamenter

Med betonpæle er man mere sikker på en god holdbarhed end med stålpæle. Dermed har man også en bedre sikkerhed for en lang levetid. For at forlænge levetiden af stålpæle skal de sikres mod korrosion ved varmforzinkning. Zinklagstykkelse kan fastlægges efter udbudsforskriften ”Fælles for vejudstyr – AAB”, afsnit 2.8.1. For varmforzinkede stålpæle skal det sikres, at zinkbelægningen ikke ødelægges under installation af pælene. For alle materialetyper skal der tages hensyn til, at den øverste del af fundamentet kan være udsat for et meget aggressivt miljø på grund af vejsalt, fugt og frost.

17.4.1 Konstruktionssamling mellem fundament og søjle

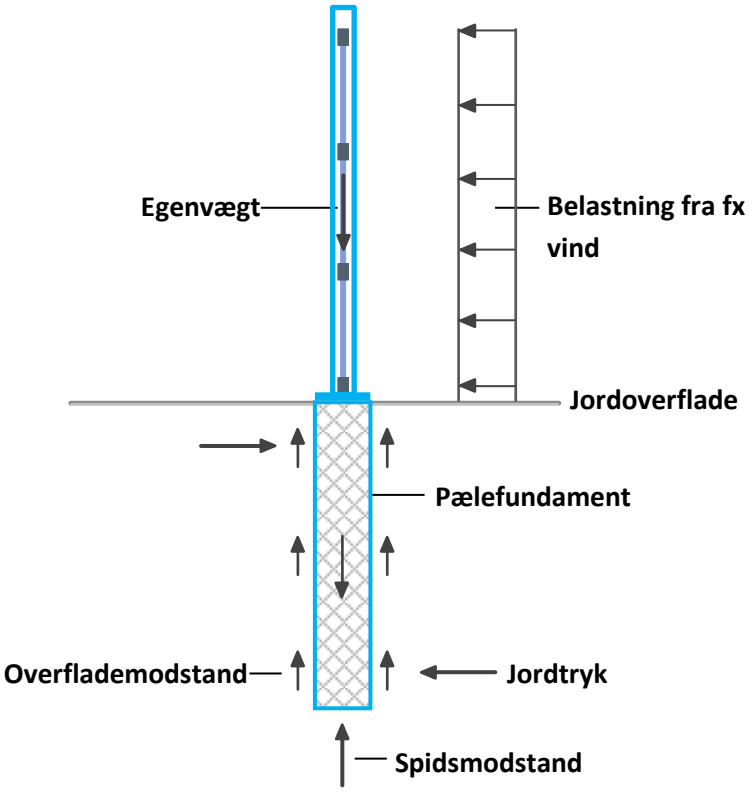
Når pæletypen vælges, skal der samtidig tages stilling til, hvordan støjskærmen fastgøres til fundamentet. Når støjskærmens bærende og akustiske elementer skal monteres, er det af afgørende betydning, at udførelsestolerancerne ikke forhindrer eller vanskeliggør montering af støjskærmen. Tilstrækkelige justeringsmuligheder under udførelse af fundamenterne eller under montering af søjlerne bør derfor indarbejdes i konstruktionen. En ofte anvendt metode er at anvende forspændte bolte, hvormed der opnås stor frihed til valg af hultyper som fx overstørrelseshuller, der giver mulighed for at finjustere søjleplaceringen under montagen. Samlingen bør udformes, så boltene kan forspændes i deres fulde længde af hensyn til udmattelse. Dette kan f.eks. opnås ved udstøbning - eller ved opklodsning på plademellemlæg - og efterfølgende tilspænding.

Påsvejsning af en forskydningsknast, som indstøbes fastsiddende på søjlerne, giver også mulighed for at anvende overstørrelseshuller og kan medvirke til nedbringning af bolteudmattelse som følge bøjning.

17.4.2 Statisk virkemåde og beregningsmetoder

En støjskærms pælefundament har følgende statiske formål (se også Figur 17-2):

1. at føre den lodrette last fra egenvægten af støjskærmen og fundamentet ned i jorden via overflademodstand og/eller spidsmodstand
2. at føre den vandrette last på støjskærmen fra fx vind ud i jorden via jordtryk på pælens sider.



Figur 17-2. Pælefundamentets statiske virkemåde.

Ved beregning af en pæls bæreevne skal både den vertikale og horisontale bæreevne bestemmes.

Pælefundamentets bæreevne vil foruden den geotekniske brudbæreevne begrænses af selve pælens bæreevne. Pælens bæreevne beregnes efter den pågældende konstruktionsnorm alt efter, hvilket pælemateriale der anvendes.

Geoteknisk vertikal bæreevne
Den lodrette belastning på en støjskærms pælefundament stammer typisk kun fra støjskærmens egenvægt, og er derfor af beskeden størrelse. Da udnyttelsesgraden ofte er lav, kan jordens lodrette bæreevne bestemmes tilstrækkelig nøjagtigt ved geostatisk beregning. Man skal dog være varsom med spidsmodstanden i sand. Beregningsmetoden er angivet i DS/EN 1997 -1 DK NA, anneks L.

Geoteknisk horisontal bæreevne
Beregning af en pæls geotekniske horisontale bæreevne foretages typisk ved en af følgende to metoder:

1. Brinch Hansen, Geoteknisk Instituts Bulletin 12
2. p-y kurve metoden (fjedre model).

p-y kurve metoden har den fordel, at metoden direkte giver deformationen og rotationen af pælen.

18 HENSYN TIL ARBEJDSMILJØ

Ifølge arbejdsmiljølovgivningen skal den projekterende udarbejde en liste over særlige risici og andre forhold, der har betydning for sikkerhed og sundhed ved udførelse af et anlægsprojekt, herunder et støjskærmprojekt.

Uddrag af bekendtgørelse om indretning af byggepladser:
§ 6. Den projekterende af et bygge- og anlægsarbejde skal med sine angivelser i projektet sikre, at reglerne i arbejdsmiljølovgivningen kan overholdes i forbindelse med projektets gennemførelse og det gennemførte projekts vedligeholdelse.

Kilde: Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 589 af 22. juni 2001 vedrørende Indretning af byggepladser m.v. samt Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1423 af 27. december 2008 vedrørende ændring af bekendtgørelse om indretning af byggepladser og lignende arbejdssteder.

Uddrag af bekendtgørelse om bygherrens pligter:
Kapitel 1 - Område og definitioner
§ 1, Stk. 4. Ved store byggepladser forstås i denne bekendtgørelse byggepladser, der beskæftiger flere end 10 personer samtidigt.

Kapitel 2 - Udpegning af koordinatorer
§ 4. Bygherren skal ved ethvert bygge- og anlægsarbejde, hvor to eller flere arbejdsgivere forventes at være til stede på byggepladsen samtidigt, sikre at der udpeges en eller flere personer, som opfylder de i § 5 nævnte kompetencekrav, der skal koordinere for sikkerhed og sundhed under projekteringen af bygge-/anlægsprojektet og under udførelsen af bygge- og anlægsarbejdet.

Kapitel 3 - Koordinering under projekteringen
§ 6, 2. Bygherren skal sørge for, at den eller de koordinatorer, der er udpeget til at koordinere for sikkerhed og sundhed under udarbejdelsen af byggeprojektet:
2. udarbejder en plan for sikkerhed og sundhed, som indeholder bl.a. en organisationsplan, en byggepladstegning og en tidsplan, jf. bilag 3, og som indeholder specifikke foranstaltninger vedrørende særligt farligt arbejde, som hører ind under en eller flere af kategorierne i bilag 1. Ved små og mellemstore byggepladser, jf. § 1, stk. 2 og stk. 3, skal der kun udarbejdes en plan for sikkerhed og sundhed når arbejdet er omfattet af bilag 1,

Kilde: Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1416 af 27. december 2008 om bygherrens pligter.

Har projektet et omfang, der gør det nødvendigt at udarbejde en plan for byggepladsens sikkerhed og sundhed (PSS), skal planen indgå i udbudsmaterialet så sikkerhedsforanstaltninger kan indgå i tilbuddet (se også udbudsforskriften Styring og samarbejde (PSS-P)).

Paradigme for plan for sikkerhed og sundhed. Styring og samarbejde (PSS-P) kan anvendes ved udarbejdelse af planen for byggepladsens sikkerhed og sundhed (PSS).

Særlige risici, der typisk kan være forbundet med et støjskærmprojekt, fremgår af Figur 18-1.

Emne	Særligt farlige arbejder	Risici

Emne	Særligt farlige arbejder	Risici
Trafikregulering / opsætning af afmærkningsmateriel	Arbejde på og nær trafikeret vej	Påkørsel af personer, maskiner, trafikuheld mv.
Boring/ramning af pæle	Transport og boring/ramning af pæle tæt på trafikerede arealer	Risiko for at materiel og materialer kan vælte ud over trafikeret vej
	Støj og vibrationer i forbindelse med boring/ramning	Høreskader og vibrationspåvirkninger
	Kranarbejder	Risiko for at tabe materialer
	Manglende tildækning eller afmærkning af boret hul	Personskade ved at træde i hullet
	Manuelle løft	Ryg- og løfteskader
Montering af støjskærme	Montering af stolper og skærme ved trafikerede arealer	Risiko for at stolper/skærme vælter/blæser ud på trafikeret areal
Anvendelse af kemiske produkter	Højtryksspuling, sandblæsning mv.	Støvbelastning, støj mv.
	Forurenet jord fra vejareal eller lokal forureningskilde	Optagelse af miljøskadelige stoffer i kroppen
Arbejde ved eller tæt på ledninger i drift	Arbejde ved ledninger i drift	Risiko for at ramme fx højspændingsledning i drift. Andre risici er fx gas, spildevand, vandledninger mv. Risiko for at ramme ukendte ledninger
Arbejde ved og på trafikerede arealer	Arbejder på trafikeret areal	Påkørsel af personer, maskiner, materiel. Risiko for trafikuheld
	Ind- og udkørsel fra arbejdspladsen	Påkørsel

Figur 18-1. Oversigt oversærlige risici og andre forhold, der typisk har betydning for sikkerhed og sundhed i forbindelse med udførelse af et støjskærmsprojekt.

Ved projektering af støjskærmen bør også indgå hensyn til arbejdsmiljøforhold ved den fremtidige vedligeholdelse af skærmen. Relevante temaer er bl.a.:

- Adgangs- og pladsforhold
- Arbejdsområder og trafiksikkerhed
- Kemiske produkter til vedligeholdelse og rengøring.

19 ARBEJDSOMRÅDER OG TRAFIKAFVIKLING

Den projekterende bør allerede i projekteringsfasen overveje, hvordan arbejdet kan udføres under hensyn til arbejdernes sikkerhed og afvikling af trafikken.

Arbejdet med at opsætte en støjskærm langs en vej i drift kræver planlægning af arbejdsområder og trafikafvikling, inden arbejdet kan udføres. I den proces er det nødvendigt at tænke hele arbejdsprocessen igennem og overveje, hvordan arbejdet i praksis skal udføres.

Arbejdsområdet vil som regel være beliggende inden for vejens sikkerhedszone, og i mange tilfælde vil der også være behov for at inddrage en del af kørebanens areal til arbejdsplads for køretøjer, materiel mv.

Figur 19-1. Arbejdsplads med trafikafvikling.

Uanset omfanget er det nødvendigt at udarbejde en plan, som viser arbejdsområder og omfang af afmærkning. Afmærkningsplaner skal udarbejdes ud fra håndbogen ”Afmærkning af vejarbejder m.m.” Afmærkningsplaner skal altid sendes til vejmyndigheden for godkendelse.

Uddrag af bekendtgørelse om afmærkning af vejarbejder mv.:
Kapitel 3. Afmærkningsplan, fri højde og fri bredde. Afmærkningsplan
§ 3. Før et vejarbejde sættes i gang, skal der foreligge en plan for afmærkning af vejarbejdet, om tilsyn og vedligeholdelse, og med angivelse af adgangsveje til arbejdspladsen. Der skal være et eksemplar af denne plan på arbejdspladsen.
Stk. 2. Hvor vejarbejdet forestås af andre, skal afmærkningsplanen, efter stk. 1, godkendes af vejbestyrelsen eller vejmyndigheden inden arbejdet påbegyndes.
Stk. 3. Undladelse af at indhente vejbestyrelsens eller vejmyndighedens godkendelse eller etablering af afmærkning i strid med godkendelsen efter stk. 2 straffes med bøde.

Kilde: BEK nr. 800 af 4. juli 2012 om afmærkning af vejarbejder mv. Transportministeriet (Vejdirektoratet).

Vejmyndigheden skal ligeledes sende afmærkningsplanerne til godkendelse hos politiet.

Uddrag af bekendtgørelse om afmærkning af vejarbejder mv.:
Kapitel 2. Regler for samarbejde med politi m.fl.
§ 2, Stk. 2. Ved vejarbejde kan afmærkning foretages uden forudgående samtykke fra politiet, bortset fra afmærkning, der vedrører ubetinget vigepligt i vejkryds, påbud om ensrettet færdsel, signalregulering, hastighedsbegrænsning, standsning og parkering.
Stk. 3. Politiet skal underrettes, når afmærkningen er etableret, og kan forlange denne ændret, såfremt det skønnes nødvendigt af hensyn til færdselssikkerheden. Ved større vejarbejder skal politiet endvidere underrettes, når arbejdet er afsluttet.
Stk. 6. Ved alle vejarbejder, der medfører midlertidig lukning af veje, skal politi, brandvæsen, redningskorps og berørte busselskaber underrettes.

Kilde: BEK nr. 800 af 4. juli 2012 om afmærkning af vejarbejder mv. Transportministeriet (Vejdirektoratet).

20 ØKONOMI OG ANLÆGSOVERSLAG

Inden etablering af en støjskærm bør de støjmæssige forbedringer afvejes i forhold til andre konsekvenser, såsom trafiksikkerhed, barriereeffekt, det visuelle miljø mv.

Det kan også være hensigtsmæssigt at foretage en vurdering af alternative støjreducerende tiltag, fx støjreducerende vejbelægninger, hastighedsnedsættelse, trafikregulering og støjisolering af boliger. Støjskærmen kan også sammenlignes med en støjvold.

Udgiften til etablering af støjskærme varierer alt efter udformning og fysiske rammer på strækningen.

20.1 Anlægsoverslag

Anlægsudgiften bør sammenholdes med de påregnede udgifter til drift og vedligehold i hele støjskærmens forventede levetid, så den samlede økonomi i forskellige skærmløsninger med forskelligt vedligeholdelsesbehov kan sammenlignes.

Vær opmærksom på at korte støjskærmstrækninger er dyrere at anlægge end lange støjskærmstrækninger, da nogle af omkostningerne mere eller mindre faste og ikke er proportional med støjskærmens længde.

Hvis skærmprojektet er en del af et større vejprojekt, er prisen pr. løbende meter lavere.

Ved indledende økonomiske overslag kan den samlede anlægsudgift til en typisk støjskærm, der opfylder de tekniske krav i denne håndbog, herunder CE-mærkning, estimeres til: 2500 - 3500 kr. pr. m^2 i 2021 priser for levering og montering af selve støjskærmen afhængigt af, hvilke krav der stilles til støjdæmpning samt længden af støjskærm, CO_2 aftryk og udseende. Tilsvarende beløb bør afsættes til udførelse af jordarbejder.

De estimerede priser omfatter ikke planlægning, forundersøgelser, projektering og tilsyn samt bygherreadministration og uforudseelige udgifter. Eventuel beplantning og afvanding er heller ikke omfattet.

Hovedposterne i et typisk budget er angivet i Figur 20-1.

Budgetpost	Typisk andel af det samlede projekt
Planlægning iht. håndbogen "Planlægning og projektering af støjskærme" med registreringer og støjberegninger	Afhænger i betydelig grad af de konkrete behov, men skønsmæssigt 5 – 10 %.
Støjskærmselementer (fx kassetter)	Ca. 30 % inkl. montage.
Søjler **Fundamentpæle** **Betonskørt/støttevæg**	Ca. 30 % inkl. montage.
Arbejdsplads og trafikregulering	5 – 10 % afhængig af vejtype og pladsforhold.
Jordarbejder, intern flytning af jord	Normalt en mindre post (< 1 %).

Budgetpost	Typisk andel af det samlede projekt
Deponering af jord	Kan være en betydelig post, hvis overskudsjord ikke kan genindbygges.
Autoværn	Ca. 5 %.
Rydning af beplantning, hegn mv. Beskæring af træer	Varierer meget afhængig af de faktiske forhold, men kan typisk være ca. 5 %.
Omlægning af egne ledninger	Meget varierende, men typisk en mindre post. Omlægning af ledninger, der ligger i vejarealet efter gæsteprincippet, påhviler ledningsejeren.
Projektering (inkl. arkitekt)	10 – 20 % afhængig af kompleksitet.
Opmåling og afsætning	1 – 2 %.
Naboinformation	Omkostningen afhænger normalt ikke af projektets omfang. Et budget på ca. kr. 100.000 for et typisk projekt, fx 1 – 3 km skærm, er hensigtsmæssigt.
Bygherres egne ressourcer	Skønsmæssigt 15 % afhængig af den enkelte bygherres tilgang og involvering.
Beplantning	Afhænger helt af de valgte løsninger, man kan beløbe sig til 5 % eller mere ved omfattende beplantning.

Figur 20-1. Hovedposter i et typisk støjskærmprojekt. De typiske budgetandele er vejledende.

Eksempler på andre poster i et budget kan være: Antigraffitibehandling, omlægning af vejafvanding eller grøfter, levering af råjord, døre i støjskærmen, ekstra omkostninger ved støjskærm på bro, ændring af skilte, ændring af skilteportaler, flytning af buslommer og særlige krav til valg af materialer, fx af hensyn til miljøbelastning og fremtidig genanvendelse.

Ekspropriation og anden form for arealerhvervelse vil også medføre yderligere omkostninger.

21 UDBUDSFORMER

Støjskærmprojekter kan udbydes efter anvisningerne i ”Håndbog i udbud”, som indeholder en mere fyldestgørende beskrivelse af udbudsformer og udbudsprocessen.

Dette afsnit indeholder en kort beskrivelse af de forhold omkring udbud, som er særlig relevante for støjskærmprojekter.

Arbejdet kan enten udbydes i fag-, hoved- eller totalentreprise. Det vil normalt være mest hensigtsmæssigt at udbyde i hovedentreprise, hvor bygherren kun skal forhandle med én entreprenør.

I udbudsmaterialet skal der tages stilling til, om der modtages alternative tilbud. På markedet findes præfabrikerede systemløsninger af forskellige materialer og udformning, som det kan være relevant at overveje.

21.1 Udbudsmateriale

Det vil være det enkelte projekts kompleksitet og udbudsformen, der afgør omfanget af udbudsmaterialet, men det kan omfatte følgende:

Betingelser og beskrivelser
Bestemmelser om udbud og tilbud (BUT) (jf. BUT-P)
Særlige betingelser (SB) (jf. paradigme)
Styring og samarbejde – AAB
Styring og samarbejde – SAB (jf. paradigme)
Arbejdsplads – AAB
Arbejdsplads – SAB (jf. paradigme)
Støjskærme – AAB
Støjskærme – SAB (jf. paradigme)
Plan for sikkerhed og sundhed (PSS) (jf. paradigme)
Udbudskontrolplaner (jf. paradigme)
Tilbuds- og afregningsgrundlag – Støjskærme (TAG) (jf. paradigme)
Tilbudsliste – støjskærme (TBL) (jf. paradigme)

Afhængig af karakteren af det konkrete projekt kan der desuden være brug for arbejdsskrivelser for jordarbejder mv.

På Vejdirektoratets hjemmeside under Vejregler findes ligeledes alle nødvendige arbejdsbeskrivelser (AAB) og paradigmer for særlige arbejdsbeskrivelser (SAB).

Tegninger og andet grundlag

- Tegningsfortegnelse
- Oversigtsplan, fx. mål 1:10.000
- Plantegning(er), fx mål 1:250 med nøje angivelse af placering i forhold til skel mv.
- Opstalt, fx mål 1:20
- Snit i støjskærm med detaljer, fx mål 1:10
- Fundamenttegning, fx mål 1:10
- Geoteknisk rapport
- Afvandingsforhold

- Koordinerende ledningsplan ved komplicerede forhold
- Oplæg til trafikafviklings- og afmærkningsplan (hvis arbejdet skal udføres langs en eksisterende vej med trafik).

Plan for sikkerhed og sundhed
I udbudsmaterialet skal der indgå en "Plan for sikkerhed og sundhed" for arbejdets udførelse efter Arbejdstilsynets bestemmelser.

Særlige forhold, der ofte skal tages hensyn til, er trafikregulerende foranstaltninger samt omlægning af eksisterende ledninger og kabler.

Ved støjafskærmning langs veje med trafik tæt på arbejdspladsen kan det være påkrævet med en afskærmning med fx trafikværn.

Ved arbejder i nærheden af eksisterende ledninger og kabler skal der udvises stor agtpågivenhed i forbindelse med jord- og funderingsarbejdet.

21.2 Udbud på grundlag af funktionskrav

Når udbuddet er baseret på funktionskrav, og entreprenøren selv skal forestå detailprojektering, vil det også være entreprenørens ansvar at opfylde de specificerede ydeevnekrav til de støjskærmsprodukter, der skal indgå. Hvis der fx er specificeret et funktionskrav til lydisolationen af den færdige støjskærm på 10dB, skal entreprenøren udforme et detailprojekt, der opfylder en lydisolerende effekt på mindst 10 dB.

Som udgangspunkt vil en entreprenør stå frit med hensyn til, hvilke produkter han vil indkøbe, herunder om han vil indkøbe et komplet støjskærmssystem, eller om han vil indkøbe akustikske elementer fra en leverandør og søjler fra en anden. I princippet kan entreprenøren også selv vælge at fremstille nogle af delene – eller måske endda dem alle. Det kræver dog, at entreprenøren får CE-mærket de enheder af støjskærmen, der er omfattet af DS/EN 14388:2006 og andre gældende harmoniserede standarder og efterfølgende får udarbejdet de tilhørende ydeevnedeklarationer, inden enhederne leveres.

CE-mærkning er en pligt for fabrikanter, der fremstiller støjskærmsprodukter, som anvendes af offentlige kunder. Den pligt gælder, uanset om det er specificeret i udbuddet. Derfor vil der normalt ikke være behov for, at et udbud på funktionskrav stiller krav om CE-mærkning .

Det er vigtigt, at den, der udformer detailprojektet – normalt entreprenøren – har en god indsigt i krav, der stilles i de harmoniserede standarder, især DS/EN 14388:2006:2006, og de standarder der henvises til. Dette er en forudsætning for at kunne udarbejde et projekt, hvor man via krav til produkternes ydeevne sikrer, at de stillede funktionskrav til støjskærmen opfyldes. Det er også en forudsætning for, at man bl.a. ved brug af fabrikanternes ydeevnedeklarationer kan kontrollere, at arbejdet opfylder de stillede funktionskrav.

Det er ligeledes vigtigt, at de tilsynsførende har indsigt i de harmoniserede standarder og dermed også reglerne for CE-mærkning, så de kan vurdere om dokumentationen i form af ydeevnedeklarationer mv., som fabrikanter leverer, opfylder de stillede krav i udbudsmaterialet.

21.2.1 Indkøb af akustiske elementer

Ønsker man som bygherre en større kontrol over støjskærmens udseende (fx af æstetiske hensyn), kan man vælge at lade udbudsmaterialet definere udformningen af de bærende elementer (fx søjler eller en skeletkonstruktion) og stille de bydende frit med hensyn til de akustiske elementer.

Ved denne fremgangsmåde skal man beslutte, hvem der skal projektere fundamenter og skørter. Man skal også tage stilling til, om projektering af de bærende elementer skal udføres af de bydende, eller om man vil lade en anden part, fx en rådgiver, have ansvaret for disse.

CE-mærkede akustiske elementer skal vedlægges instruktioner, der normalt stiller specifikke krav til, hvordan elementerne skal monteres, for at deres deklarerede ydeevner kan forventes opfyldt. Det kan fx være i form af krav til mellemlæg, fastgørelsesmidler eller andre indbygningsforhold. Det er derfor vigtigt, at den projekterende sætter sig ind i fabrikantens instruktioner, når de bærende elementer projekteres og udføres. Udbudsmaterialet skal beskrive denne grænseflade nøje, hvis der er forskellige leverandører af henholdsvis skærmelementer og bærende konstruktioner.

21.2.2 Udvikling af støjskærm baseret på tilpasning af eksisterende skærm

Man må som køber gerne ændre på en indkøbt støjskærm, fx ved at tilføje trælameller, male den eller skære den til. Man skal imidlertid være opmærksom på, at disse tilpasninger eller ændringer kan have konsekvenser for den leverede støjskærms holdbarhed, for producentens garanti og for opfyldelse af de deklarerede ydeevner (fx med hensyn til akustik og bæreevne). Ansvaret for disse konsekvenser vil ligge hos den, der gennemfører ændringerne. I disse tilfælde kan man overveje om der er behov for en ny prøvning af støjskærmens ydeevne. Ofte vil det være tilstrækkeligt at få udført en vurdering af ændringernes mulige konsekvenser.

22 MANUAL FOR DRIFT OG VEDLIGEHOLD

Et støjskærmprojekt bør omfatte en manual for drift og vedligehold, der går videre til de ansvarlige for den fremtidige drift.

CE-mærkede støjskærme har en forventet levetid, der formentlig vil være under forudsætning af en vis regelmæssig vedligeholdelse. Det er derfor vigtigt at tage højde for specifikationer vedrørende drift og vedligehold anført i de instruktioner, som fabrikanten leverer med.

22.1 Vejmanagement

Vejmanagementsystemer er velegnede redskaber til registrering af de komponenter, der indgår i en støjskærm.

Registreringen indeholder typisk også oplysninger om tilstand, reparationsbehov, økonomiske behov samt prioritering af reparation- og vedligeholdsarbejder over en længere tidsperiode.

Af hensyn til fremtidige projekter kan det være hensigtsmæssigt, at de svagheder i forskellige støjskærmsystemer, der viser sig gennem skærmenes levetid, bliver registreret.

23 EVALUERING

I lighed med alle andre projekter kan det være relevant at gennemføre en evaluering af et støjskærmeprojekt. Evalueringen kan opsamle og sammenholde erfaringsdata, som kan anvendes til optimering og forbedringer af kommende projekter.

23.1 Opfyldelse af formelle krav

Der kan være forskellige årsager til, at en støjskærm bliver etableret:

- Betingelse for VVM-tilladelse til nye vejanlæg
- Del af anlægslov
- Udbygning af nye områder til støjfølsom anvendelse (bestemmelser i lokalplaner)
- Del af støjhandlingsplan eller lignende.

Hvis støjskærmen er etableret som et vilkår i en VVM-tilladelse, et krav i en anlægslov eller som konsekvens af bestemmelser i en lokalplan, kan der være et formelt behov for dokumentation af skærmens virkning. Der vil normalt i den oprindelige planlægningsproces være udført støjberegninger, som har dannet grundlag for dimensionering af en støjskærm, der opfylder de stillede krav. Dokumentationen kan i så fald blot være at kontrollere om oprindelige forudsætninger er opfyldt:

- Skærmens placering i forhold til naboer
- Den realiserede nabobebyggelses højde og karakter (ved udbygning af nye områder)
- Skærmens topkote (må ikke på nogen delstrækning være under støjberegningens forudsætninger)
- Skærmens topkote i forhold til vejen (må ikke på nogen delstrækning være under støjberegningens forudsætninger)
- Skærmens udstrækning i forhold til naboerne
- Støjskærmen er uden åbninger, huller eller sprækker
- Støjskærmes lydisolation i øvrigt
- Støjskærmens lydabsorption (hvis relevant).

Hvis der ikke er afvigelser i forhold til de oprindelige forudsætninger, kan man gå ud fra, at støjskærmen har den virkning, som støjberegningerne forudsagde. Hvis der er afvigelser, kan nye beregninger med de ændrede forudsætninger vise, om ændringerne har betydning for opfyldelse af de stillede krav.

23.2 De berørte beboere

En evaluering kan også omfatte de berørte beboere. Det kan fx ske ved interviews, telefoniske henvendelser, spørgeskemaer mv. og omfatte beboernes oplevelse af projektets forløb, herunder dialogen og informationen undervejs i projektet. Endvidere kan beboernes oplevelse af vejstøjen i den nye situation med støjskærm belyses sammen med støjskærmens visuelle udtryk.

Hvis det er et ønske at få et indtryk af beboernes oplevelse af skærmens støjdæmpende virkning, bør det ske ved to undersøgelser af de oplevede støjgener. Den første gennemføres før skærmen etableres og den anden, når skærmen har været på stedet i nogen tid.

24 LITTERATUR

Lovgivning
Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 589 af 22. juni 2001 vedrørende Indretning af byggepladser m.v.

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1416 af 27. december 2008 om bygherrens pligter.

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 1423 af 27. december 2008 vedrørende ændring af bekendtgørelse om indretning af byggepladser og lignende arbejdssteder

Bekendtgørelse om anvendelse af restprodukter og jord til bygge- og anlægsarbejder og om anvendelse af sorteret, uforurenet bygge- og anlægsaffald. Bek. nr. 1662 af 21/12/2010

Bekendtgørelse Nr. 800 af 4. juli 2012 om afmærkning af vejarbejder mv. Transportministeriet (Vejdirektoratet)

Byggevareforordningen, EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS FORORDNING (EU) Nr. 305/2011 af 9. marts 2011 om fastlæggelse af harmoniserede betingelser for markedsføring af byggevarer og om ophævelse af Rådets direktiv 89/106/EØF

Hegnsloven. Bekendtgørelse af lov om hegn, lovbekendtgørelse nr. 59 af 19. januar 2007

Lov om planlægning, LBK nr. 937 af 24/09/2009

Råd og retningslinjer om jordvolde, Vejdirektoratet, 2009.

Vejloven. Bekendtgørelse af lov om offentlige veje, lovbekendtgørelse nr. 1048 af 3. november 2011

Standarder og normer
DS 436:1993 Norm for dræning af bygværker mv.

DS 475:2012 Norm for etablering af ledningsanlæg i jord

DS/EN 1536:2010 Udførelse af særlige geotekniske konstruktioner - Borede pæle

DS/EN 1793-1:2012 Vejudstyr – Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – Prøvningsmetode til bestemmelse af den akustiske ydeevne – Del 1: Produktspecifikke lydabsorptionskarakteristika

DS/EN 1793-2:2012 Vejudstyr – Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – Prøvningsmetode til bestemmelse af den akustiske ydeevne – Del 2: Produktspecifikke karakteristika for luftbåren lydisolation under forhold med diffuse lydfelter

DS/CEN/TS 1793-4:2004, Vejudstyr - Afskærmning til dæmpning af trafikstøj - Prøvningsmetode til bestemmelse af den akustiske ydeevne - Del 4: Indre karakteristika – In-situ værdier af lyddiffraktion

DS/EN 1794-1:2018 Vejudstyr - Støjskærme - Ikke-akustiske egenskaber - Del 1: Mekaniske egenskaber og krav til stabilitet

DS/EN 1794-2:2011 Vejudstyr - Støjskærme - Ikke-akustiske egenskaber - Del 2: Almen sikkerhed og miljømæssige krav

DS/EN 1990: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner

DS/EN 1991: Last på bærende konstruktioner

DS/EN 1992-1-1 Betonkonstruktioner – Del 1-1: Generelle regler samt regler for bygningskonstruktioner

DS/EN 1993: Stålkonstruktioner

DS/EN 1994: Kompositkonstruktioner

DS/EN 1995: Trækonstruktioner

DS/EN 1996: Murværkskonstruktioner

DS/EN 1997 : Geoteknik

DS/EN 1999: Aluminiumkonstruktioner

DS/EN ISO 2813 Malinger og lakker. Bestemmelse af spejlglans af film af ikke-metalliske malinger ved 20°, 60° og 85°

DS/EN 12699:2001 Udførelse af specielle geotekniske arbejder - Rammede pæle

DS/EN ISO 12944-2:2000 Maling og lak – Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner med maling – Del 2: Klassificering af korrosionsklasser

DS/EN 14388:2006+AC:2008 Vejudstyr - Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj – Specifikationer

DS/EN 14389-1:2008 Vejudstyr - Støjafskærmning til dæmpning af trafikstøj - Procedurer til vurdering af langtidsydeevne - Del 1: Akustiske karakteristika (forslag til revision er under udarbejdelse)

DS/EN 14389-2:2004 Udstyr til reducering af trafikstøj - Procedurer for vurdering af langtidsydeevne - Del 2: Ikke-akustiske karakteristika (forslag til revision er under udarbejdelse)

DS/EN 60721-3-4+A1:1997 Klassifikation af miljøbetingelser. Del 3: Klassifikation af grupper af miljøparametre og deres strenghed. Sektion 4: Stationær brug, ubeskyttet mod vejrliget

DIN 4150-3, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Vejregler

Almindelig arbejdsbeskrivelse, Støjskærme – AAB, januar 2012

Afvandingskonstruktioner, december 2009.

HB – Drift og vedligehold af støjskærme, januar 2015

HB – Håndbog i udbud (AB92) (gældende 01.02.2013)

HB – Håndbog for afmærkning af vejarbejder m.m. (gældende 01.01.2008)

HB – Planlægning af vejkryds i åbent land (gældende 01.10.2012)

HB – Planlægning af støjskærme, januar 2015

HB – Projektering af støjskærme, januar 2015

HB - Trafiksikkerhedsrevision og inspektion (gældende 01.12.2011)
Paradigme for særlig arbejdsbeskrivelse for støjskærme, Støjskærme – SAB-P, februar 2012

HB - Tværprofiler i åbent land (gældende 01.06.2013)

HB – Vejautoværn og tilhørende udstyr

Paradigme for tilbuds- og afregningsgrundlag, Støjskærme – TAG-P, februar 2012

Paradigme for tilbudsliste, Støjskærme – TBL-P, februar 2012

Udbudsforskrift Fælles for vejudstyr – AAB, afsnit 2.8.1, maj 2011

Udbudsforskrift Styring og samarbejde – PSS-P, februar 2011

Vejledning, Støjskærme – Vejl., januar 2012

Anden litteratur

BYG-ERFA, Graffiti på bygningsfacader - fjernelse og forebyggelse, Erfaringsblad (21) 00 10 17

DGF - Bulletin 12. The Ultimate Resistance of Rigid Piles Against Transversal Forces. Geoteknisk Institut:1961.

DGF - Bulletin 17, Dimensioneringshåndbogen, Danske Geoteknisk Forening (under udarbejdelse, høringsudgave)

DGF – Bulletin 18, Funderingshåndbogen (Manual for foundation engineering), Dansk Geoteknisk Forening, 2005

Effektiv planlægning af skærme mod trafikstøj – Støjskærmes virkning på årsmiddelværdier, rapport 429/2013, Vejdirektoratet, 2013

Evaluering af vejstøjstrategien, hovedrapport, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 1, 2010

Introduktion. Støj fra vejtrafik – Vejdirektoratets arbejde med støj, rapport 370, december 2010

Nord2000, Håndbog, Beregning af vejstøj i Danmark, rapport 434/2013, Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen, 2013

Ny fjordforbindelse ved Frederikssund, VVM-redegørelse, Landskabsmæssig vurdering og arkitektonisk koncept, rapport 352, 2010.

Nyt støjbelastningstal til vurdering af vejtrafikstøj, Notat, Miljøstyrelsen, 5. februar 2010

Optimised noise barriers, a state-of-the-art-report, VD rapport nr. 194, Vejdirektoratet 2013

Råd og retningslinjer om jordvolde, Vejdirektoratet, 2009

SBI-anvisning 215, Dimensionering af glas i klimaskærmen, Statens Byggeforskningsinstitut, 2008

Støj fra veje, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2007, Miljøstyrelsen, 2007

Støjkortlægning og støjhandlingsplaner, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4/2006, Miljøstyrelsen, 2006

Støjdæmpende autoværn. Claus Backalarz, Delta notat TN1, januar 2012.

Støjskærme. Eksempler og erfaringer. Rapport nr. 183, Vejdirektoratet 1999

Støjskærme. Eksempler og erfaringer II. Rapport nr. 282, Vejdirektoratet 2004

Støjskærme. Eksempler og erfaringer III. Rapport nr. 339, Vejdirektoratet 2008

Transportøkonomiske enhedspriser til brug for samfundsøkonomiske analyser, version 1.3, juli 2010, Transportministeriet, 2010

Vejledning om landskabet i kommuneplanlægningen, Miljøministeriet 2007

Vejdirektoratet

Carsten Niebuhrs Gade 43, 5. sal
1577 København V
Telefon 7244 3333

vd@vd.dk
vejdirektoratet.dk

vejregler@vd.dk
vejregler.dk

EAN: 9788794158510

Transportministeriet