

Til
Gate21

Dokumenttype
Rapport

Dato
Januar 2021

Forsøg med støjhegn i private haver udført i august og september 2020

ROLIG HAVE FORSØG MED LOKALE STØJHEGN



ROLIG HAVE FORSØG MED LOKALE STØJHEGN

Projektnavn **Rolig Have - Forsøg med lokale støjhegn**

Projektnr. **1100043494**

Modtager **Gate21**

Dokumenttype **Rapport**

Version **1**

Dato **14-01-2021**

Udarbejdet af **Allan Jensen og Mikkel Pihl Andersen**

Fotos: Allan Jensen

Kontrolleret af **Kat Herlo**

Godkendt af **Allan Jensen**

Beskrivelse **Rapport over forsøg gennemført i august og september**

Rapporten er baseret på måleresultater mv. fra rapporten "Målinger af virkninger af lokale støjhegn", Force 1. december 2020

Rambøll

Hannemanns Allé 53

DK-2300 København S

T +45 5161 1000

F +45 5161 1001

<https://dk.ramboll.com>

INDHOLD

1.	Resumé	2
1.1	Samarbejdspartnere	2
2.	Baggrund	3
3.	Projektets idé	6
3.1	Fremgangsmåde	7
3.2	Vurdering af den støjdæmpende virkning	8
3.3	Oplevet trafikstøj	9
4.	Det anvendte støjhegn	10
5.	De tre forsøgshaver	12
5.1	Septembervej 126	13
5.2	Augustvej 116	13
5.3	Bækkelunden 136	14
6.	Resultater og Erfaringer	16
6.1	Støjhegnets højde	16
6.2	Støjhegnets udstrækning	17
6.3	Materialevalg	19
6.4	Støjhegnets placering	19
7.	Mindre støj på terrassen	21
8.	En støjafskærmet krog i haven	37
9.	Andre løsninger	43
10.	Konklusion	44
11.	Hvis du vil bygge dit eget støjhegn i haven	46
11.1	Placering	46
11.2	Dimensioner	46
11.3	Lydtekniske egenskaber	47
11.4	Prøveopstilling	48
12.	Anbefalinger til flere forsøg	49

1. RESUMÉ

I forbindelse med projektet Rolig Have er der udført et antal fuldskalaforsøg med opstilling af støjhegn i private haver til enfamiliehuse beliggende nær motorveje. Formålet har været at undersøge den lokale effekt af disse og dermed mulighederne for at skabe behagelige og støjdæmpede opholdskroge i haverne.

I denne rapport beskrives både tekniske og subjektive resultater og konklusioner fra forsøgene, og håbet er at inspirere boligejere, leverandører og kommuner til at benytte og videreudvikle løsninger, der kan gøre haverne mere attraktive at bruge.

Forsøgsresultaterne viser, at det kan give god mening for private boligejere at etablere støjdæmpede opholdsområder i deres haver. Dog skal en række parametre tages med i overvejelserne, når man planlægger at opsætte private støjhegn:

- Hegnet skal orienteres, så det skærmer for/vender mod den største støjkilde.
- Hegnet skal være højt nok til at give den ønskede effekt.
- Den absorberende side af støjhegnet bør vendes mod opholdsområdet
- Man skal sørge for, at det støjafskærmede rum, man etablerer i haven, ikke er for stort.

Det er desuden vigtigt at bemærke, at de lokale støjskærme ikke vil fjerne støjen, kun dæmpe den. Der vil stadig forekomme hørbar støj i opholdsområderne, men det vil være i mindre grad. Støjen vil desuden lyde anderledes og i de fleste tilfælde opleves mere behagelig.

1.1 Samarbejdspartnere

Projektet Rolig Have er gennemført i samarbejde mellem følgende parter:

- Gate21
- FORCE Technology
- Vejdirektoratet
- Gladsaxe Kommune
- Brøndby Kommune
- Ishøj Hegn
- Ejere af de tre forsøgshaver
- Rambøll.

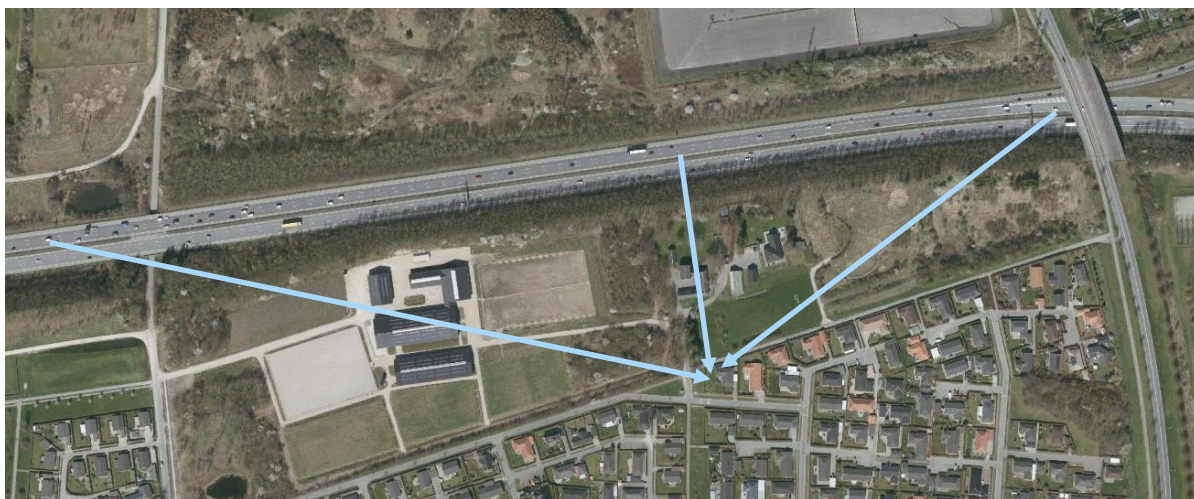
En stor tak skal lyde til alle bidragsydere til projektet, herunder de deltagende instanser og organisationer, samt ejerne af de tre haver, hvor forsøgene foregik.

2. BAGGRUND

Støj fra trafik er uden sammenligning den mest dominerende støjkilde i vores samfund, og til stor gene for mange mennesker. Selvom vejmyndighederne gør en indsats for at begrænse støjen med støjskærme, støjvolde og andre foranstaltninger på og ved vejene, er mange boliger fortsat udsat for generende støj. Man har derfor i mange år arbejdet med løsninger, der begrænser støjen tæt på boligerne. Disse har dog primært været fokuseret på den indendørs støj, hvor løsningerne er støjisolering af facader og især forbedring af vinduers lydisolation. Sådanne tiltag har bl.a. været støttet af støjpuljer under Vejdirektoratet og Banedanmark, samt via kommunale støjpuljer. Det er også løsninger, som mange boligejere selv har anvendt med godt resultat. Men de har i sagens natur ingen virkning på de udendørs opholdsarealer ved boligen.

Undersøgelser har vist, at beboere i enfamiliehuse påvirket af motorvejsstøj er mere generede end støjbelastede beboere i etageejendomme og andre boliger, der ligger ved byveje og landeveje. En sandsynlig årsag kan være, at beboere i villaer ved motorveje ikke har adgang til "stille" - eller i hvert fald mindre støjudsatte - facader og udendørsarealer på samme måde som beboere i etageejendomme, der ofte kan skabe en tæt barriere langs vejen. Støjbelastningen af villahaver kan derfor begrænse muligheder for og lyst til at opholde sig udendørs.

I projektet Rolig Have er derfor undersøgt mulighederne for at begrænse støj fra motorveje og andre veje i villahaver ved brug af støjhegn lokalt i haverne. Da støjen fra en motorvej og andre veje på nogen afstand af haven typisk kan komme fra et stort vinkelområde, er det vanskeligt at reducere støjen på hele havens areal. Det vil i hvert fald kræve meget omfattende foranstaltninger i havens skel. Derfor har projektet undersøgt mulighederne for at skabe mindre, afgrænsede områder i en have, hvor støjen er reduceret væsentligt.



Figur 1. Støjen fra en vej kommer ofte fra mange retninger i et stort vinkelområde. Derfor kan det kræve meget omfattende støjfaskærmning i havens skel, hvis trafikstøjen skal dæmpes i hele haven. Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.

Branchen mangler imidlertid konkrete erfaringer med, hvordan man lydteknisk kan optimere sådanne løsningsmuligheder med hensyn til udformning og materialevalg, samt viden om den faktiske støjdæmpende virkning. Det har derfor været ambitionen for projektet at levere de første svar på nogle af disse spørgsmål, og give boligejere og leverandører inspiration til at arbejde med konkrete løsninger. Det er også en ambition, at projektet vil tilføre viden og lyst til at gå videre

med disse løsninger hos kommunale og statslige myndigheder. Endelig er det håbet, at resultaterne vil danne grundlag for et fortsat arbejde med lokale støjhegn i haver.

I denne rapport bruges betegnelsen støjhegn for de afprøvede løsninger. Det er ud fra et ønske om at adskille de løsninger, der kan anvendes i en have, fra egentlige støjskærme, der er et vejteknisk anlæg med kraftige dimensioner og et materialevalg, der ikke passer i en have. Endvidere er en støjskærm defineret som en byggevare, der skal være CE-mærket og opfylde en række tekniske specifikationer.

Ved etablering af støjhegn i en have eller på et fællesareal i en bebyggelse, kan man med fordel tænke i retning af et pænt hegn, der ligner et havehegn, men er tilpasset behovet for at dæmpe støjen.

Tilgangen i projektet har været at afprøve nogle konkrete løsninger i fuld skala i udvalgte villahaver.

Projektet er finansieret af Region Hovedstaden og Vejdirektoratet. Gate21 har været projektleder og har koordineret forløbet.

Vejdirektoratet har desuden bidraget med ideer og inspiration til projektets forsøgsopstillinger og deltaget i subjektiv vurdering af den støjdæmpende virkning.

Gladsaxe Kommune og Brøndby Kommune har skabt kontakt til de boligejere, der velvilligt har stillet have til rådighed for de praktiske forsøgsopstillinger.

Ishøj Hegn har leveret de støjhegnselementer, der er anvendt i forsøgene, og stået for etablering af forsøgsopstillingerne.

Force Technology har udført støjmålinger og foretaget lydoptagelser til dokumentation af den støjdæmpende virkning af de støjhegnsløsninger, der blev afprøvet. Resultaterne findes i en måleteknisk rapport "Målinger af virkninger af lokale støjhegn", Force 1. december 2020

I det følgende refereres til rapporten som "Forces rapport".

Rambøll har bistået med faglig ekspertise ved planlægning af forsøgsopstillingerne og valg af de konkrete løsninger, der er afprøvet. Endvidere har Rambøll været ansvarlig for udarbejdelse af denne rapport.

Endelig har tre familier på Septembervej 126 og Augustvej 116 i Gladsaxe, samt Bækkelunden 136 i Brøndby stillet deres haver og tålmodighed til rådighed.



Figur 2. Det kan ved støj fra motorveje og andre store veje på nogen afstand af vejen undertiden opleves, som om støjen kommer fra alle sider. Samtidig har vejrforholdene, især vindretningen, meget stor betydning for støjen, når afstand fra vejen er 50 – 100 meter eller mere. Støjskærme lange vejen kan have god effekt ved boliger, der ligger tæt på vejen, men på større afstand kan støjskærmenes virkning være skuffende lille. Derfor er der interessant at undersøge, om der er andre muligheder, f.eks. lokale støjhegn tæt på støjens modtager – det vil sige i boligområdets haver.

3. PROJEKTETS IDÉ

Et støjhegn kan ikke fuldstændigt fjerne støj fra trafik i en have. Det skyldes, at støjen ofte kommer fra flere retninger, noget støj kommer over hegnet, og noget støj finder vej udenom ved at blive reflekteret af bygninger. For at reducere støjen, kan man gøre et støjhegn eller en anden afskærmning højere og dermed få en bedre støjdæmpende virkning, men der er grænser for, hvad der er praktisk muligt og visuelt acceptabelt i en have. Hvis et hegn står i skel til en nabo, kan det som udgangspunkt ikke være højere end 1,8 meter, og det er ofte for lidt til at give en effektiv støjdæmpende virkning.

Et støjhegn har størst virkning på de arealer, der er lige bag ved hegnet, da støjen udbreder sig over og udenom en afskærmning.



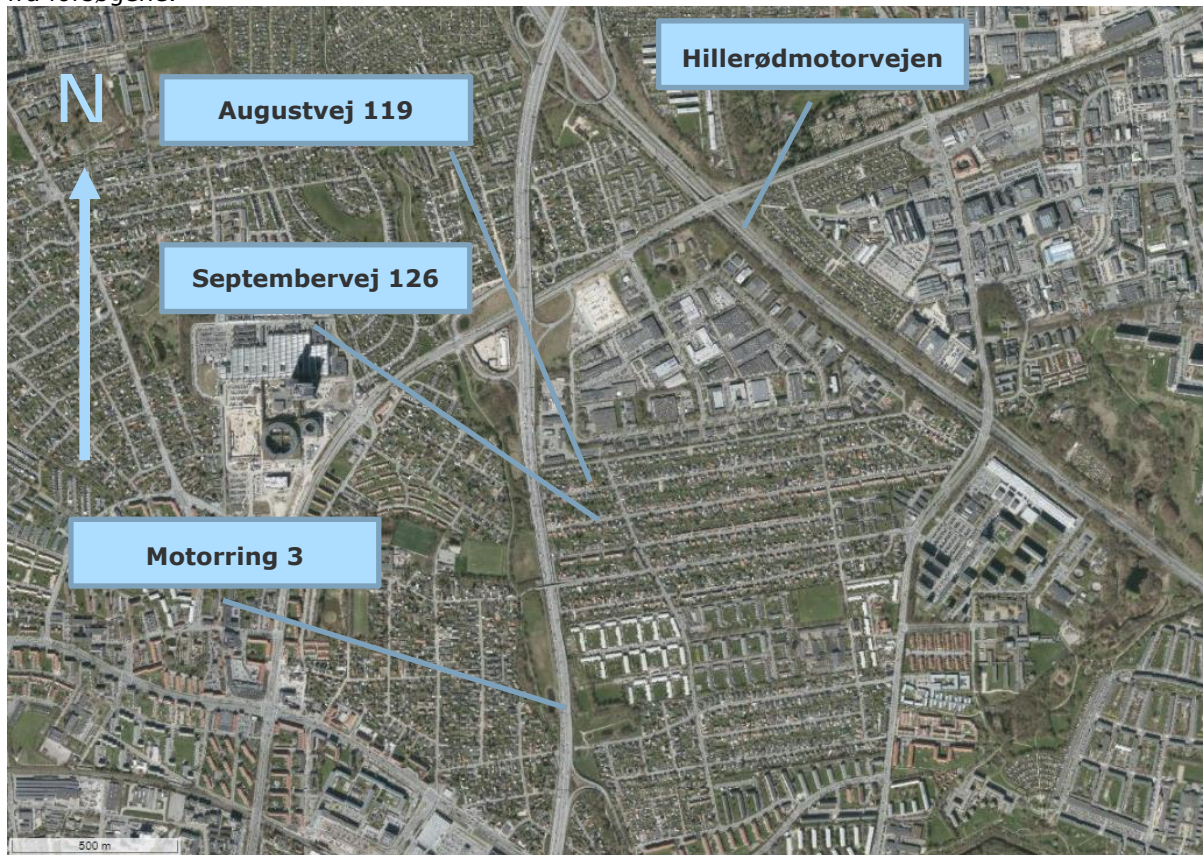
Figur 3. Et støjhegn har størst støjdæmpende virkning lige bag hegnet.

Projektet har derfor fravalgt at se på løsninger, hvor man placerer et støjhegn i havens afgrænsning, dvs. i skel til naboen. I stedet er der afprøvet løsninger, som kan skabe et mindre område, fx på en terrasse eller et rum i haven, hvor støjen dæmpes mærkbart.

Projektets ressourcer er anvendt til at afprøve løsninger i fuld skala i udvalgte haver. Der er udført støjmålinger for at dokumentere virkningen af de afprøvede løsninger og resultaterne præsenteres i denne rapport. Derudover er der ikke gennemført tekniske analyser eller teoretiske beregninger. Hensigten har været at starte en udvikling af støjhegnsløsninger ved at eksperimentere med disse i virkelige situationer. Det er sket med et håb om at kunne drage konklusioner, der kan anvendes i praksis, men også med bevidstheden om, at forsøgene kan rejse spørgsmål, som andre projekter må søge at besvare.

3.1 Fremgangsmåde

Til forsøgene blev tre haver udvalgt; to i Gladsaxe Kommune nær Motorring 3 og en i Brøndby Kommune nær Køge Bugt Motorvejen. I hver have blev der afsat en arbejdsdag til afprøvning af en række løsninger med et støjhegn. Der blev anvendt midlertidige løsninger, som kunne stå selv uden behov for nedgravet fundament, så det var muligt at forlade haverne uden væsentlige spor fra forsøgene.



Figur 4. De to forsøgshaver i Gladsaxe Kommune på Augustvej og Septembervej ligger omgivet af Motorring 3 mod vest og Hillerød motorvejen mod nordøst. Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.



Figur 5. Forsøgshaven i Brøndby Kommune på Bækkelunden ligger med Køge Bugt Motorvejen mod nord og øst og Motorring 3 mod øst og nordøst. Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.

Hver måledag blev indledt med en diskussion med de involverede parter og beboere om støjhegnets bedst mulige placering i haven i forhold til terrasser, udsyn, lysindfald, motorvejens placering mv. Derefter blev støjniveauet målt ved en til flere siddepladser hhv. med og uden støjhegn. Forsøgene blev gentaget med varierende højder og opstillinger af støjhegnet. Endvidere blev der foretaget en subjektiv vurdering af den støjdæmpende virkning på stedet.

Alle målinger af støjhegnenes virkning blev udført 1,2 meter over terræn, svarende til hovedhøjde for en siddende person. Det blev på forhånd besluttet at afprøve løsninger med højderne 1,5 meter, 2,0 meter og 2,5 meter. Der blev udvalgt en type af støjhegn, som opfylder nogle grundlæggende krav; bl.a. at hegnet har en lydabsorberende og en lydreflekterende side (se nærmere i afsnit 4 om støjhegnet). Generelt blev støjhegnet placeret med den absorberende side vendt mod opholdsarealerne, men en enkelt måling blev foretaget med den hårde side vendt mod siddepladserne for at vurdere effekten, hvis der f.eks. ønskes støjhegn i glas grundet lysindfaldet.

Projektet har fokuseret på løsninger tilpasset en typisk villahave, men løsningerne kan naturligvis også anvendes af institutioner, boligselskaber og andre, der har udendørs opholdsarealer, som er udsat for støj.

3.2 Vurdering af den støjdæmpende virkning

De tre udvalgte haver ligger alle 150 – 180 meter fra den nærmeste motorvej. Det er karakteristisk, at trafikstøjniveauet i haverne hele tiden ændrer sig. Det skyldes ændringer i trafikken i dagens løb (myldretid, tidspunkt på døgnet og ugen mv.), men vejrforholdene - især vindretningen - har også meget stor betydning for, hvor kraftig støjen er. Støjbelastningen af en bolig opgøres derfor som et gennemsnitligt støjniveau, hvor der tages hensyn til vejrforholdene over et år og trafikens fordeling over et gennemsnitligt døgn. Der tages endvidere hensyn til, at

støj om aftenen og om natten er mere generende end støj om dagen. Der kan findes mere information om, hvordan trafikstøj opgøres og om grænseværdier på hjemmesiden www.roligbolig.dk.

Det har været hensigten at anvende de tre haver som konkrete eksempler på, hvordan støjhegn kan etableres og hvilken støjdæmpende virkning, der kan opnås. Det har derfor ikke været afgørende, hvor højt det specifikke støjniveau var i haverne, da forsøgene blev udført. I stedet har fokus været den målte forskel i støjniveauet med og uden støjhegn.

I rapporten "Målinger af virkninger af lokale støjhegn", Force 1. december 2020 er måleteknikken beskrevet nærmere. Her er det også forklaret, hvordan måleprogrammet har taget højde for, at støjen fra trafikken ændrede sig i dagens løb, da forsøgene blev udført.

3.3 Oplevet trafikstøj

Ofte beskrives ændringer i et støjniveau på følgende måde:

- En ændring på 1 dB opleves som en meget lille ændring, der er svær at opfatte
- En ændring på 3 dB opleves som en lille, men hørbar ændring
- En ændring på 5 dB opleves som væsentlig og tydelig ændring
- En ændring på 10 dB opleves som halvering eller fordobling af støjen.

Virkningen af en støjskærm eller et støjhegn kan dog selv ved ret små ændringer i støjniveauet ofte opleves som større, fordi der også sker en ændring i støjens frekvensmæssige sammensætning. Afskærmningen har generelt størst virkning på den højfrekvente del af støjen (de lyse dele af støjen, der i musiske sammenhænge kaldes diskanten). Når denne del dæmpes mere end den del af støjen, der ligger i et lavere frekvensområde (den dybe del af støjen, også kaldet bassen), bliver støjen mindre "skarp" at høre på. Derfor kan den oplevede virkning ofte være større end den målte ændring i decibel (dB) antyder. De afskærmede områder kan derfor opleves som mere behagelige at opholde sig i. Dette er især tilfældet, når man befinder sig tæt på en afskærmning, som det er tilfældet med forsøgene i dette projekt.

4. DET ANVENDTE STØJHEGN

Det blev besluttet at udføre forsøgsopstillingerne med fabriksfremstillede støjhegnselementer, der ikke var tungere end at de kunne bæres ind i haverne og hurtigt rejses i de ønskede opstillinger uden brug af nedgravede stolper. Samtidig var det et krav, at elementerne skulle have en lydisolation, der var høj nok til at sikre, at støj, som går gennem hegnet, er uden betydning i forhold til den støj, der kommer over og udenom hegnet. Det betyder i praksis, at hegnet skal veje mindst 15 kg/m². Der er normalt ingen lydteknisk begrundelse for, at et støjhegn bør veje mere end 20 kg/m². Endvidere skal elementerne naturligvis være tætte overalt, herunder mod terræn, når de var opstillet.

Det blev besluttet at anvende elementer, der er lydabsorberende på den ene side. Støjskærme, der opstilles langs veje, er ofte lydabsorberende på siden, der vender mod vejen. Det skal forhindre, at støj, der rammer skærmen, kastes over på den anden side af vejen. Den lydabsorberende overflade på vejsiden har dog ingen betydning for støjskærmens virkning på havesiden.

For støjhegn, der skal skabe en støjafskærmet plads på en terrasse eller en krog i haven, viser det sig, at hegnet virker bedst, hvis den lydabsorberende side vender mod området, hvor man vil opholde sig. Forklaringen er, at der på en terrasse tæt på et hus kan opstå lydrefleksioner mellem huset og støjhegnet, som nedsætter hegnets støjdæmpende virkning. Dette fænomen modvirkes, hvis støjhegnet er lydabsorberende.

Ishøj Hegn leverede på dette grundlag støjhegnselementer af typen Ishøj Hegn 952 (Kokosystem BV, Kokowall, se teknisk specifikation i bilag 1). De består af en ramme udført af galvaniserede stålprofiler udfyldt med en farvet stålplade på den ene side, og på den anden side rækker af rør fremstillet af genbrugsplast, der er betrukket med kokosfibre. Designet med rør og kokosfibre er lydabsorberende. Modulerne blev leveret med en bredde på 2,0 meter og højder på hhv. 1,5 meter og 2,5 meter. Ved at lægge elementerne ned, kunne der også gennemføres forsøg med 2,0 meter høje løsninger. Elementerne var ca. 5 cm tykke.



Figur 6. Støjhegnet, der blev brugt til forsøgene er af typen Ishøj Hegn 952. Det består af en ramme udført af galvaniserede stålprofiler udfyldt med en farvet stålplade på den ene side, og på den anden side rækker af rør fremstillet af genbrugsplast, der er betrukket med kokosfibre.

Ved andre løsninger kan den lydabsorberende flade opbygges med mineraluld eller et andet porøst materiale. Det kan være 30 eller 50 mm mineraluld af en fast type, f.eks. som terrænbatts, der er fastholdt af lægter eller brædder. Hvis mindst 30% af mineralulden er fri, vil den lydabsorberende virkning være tilstrækkelig (se også afsnit 11).

I de fleste forsøgsoptillinger blev den lydabsorberende side vendt mod de siddepladser, hvor støjen ønskes dæmpet. Den omvendte løsning med den hårde side vendt mod siddepladserne blev også afprøvet for at vurdere effekten, hvis der f.eks. ønskes støjhegn i glas grundet lysindfaldet.

I forsøgsoptillingerne blev elementerne holdt i stilling med skråstillede metallægter. Eventuelle huller i forsøgsoptillingerne blev fyldt ud med mineraluld for at sikre en lydtæt opstilling. En blivende løsning vil kræve brug af stolper, der kan fastholde elementerne.

5. DE TRE FORSØGSHAVER

Gladsaxe Kommune og Brøndby Kommune etablerede kontakt til ejerne af tre ejendomme, som stillede deres haver og terrasser til rådighed for forsøgene. Placering af ejendomme i forhold til de nærliggende motorveje ses på Figur 7 og Figur 8.



Figur 7. De to forsøgshaver i Gladsaxe Kommune.

Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.



Figur 8. Forsøgshaven i Brøndby Kommune. Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.

5.1 Septembervej 126

Ejendommen på Septembervej er beliggende i Gladsaxe Kommune omtrent 160 meter øst for Motorring 3 og ca. 900 meter sydvest for Hillerødmotorvejen. Området er et karakteristisk parcelhusområde med langt til nærmeste trafikvej, hvorfor den nærliggende motorvej er den dominerende kilde til støj.

Ifølge Støj-Danmarkskortet på Miljøstyrelsens hjemmeside¹ er trafikstøjniveauet i området L_{den} 60 - 65 dB.

I denne have blev der afprøvet opstillinger med støjhegn i to højder (1,5 meter og 2,5 meter). Der blev afprøvet opstillinger både ved terrassen, samt fritstående støjhegn i haven.

Forsøgene blev gennemført den 20. august 2020. Denne dag var der svag vind fra sydøst.



Figur 9. Septembervej 126. Sort pil viser retning mod Motorring 3.

Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.

5.2 Augustvej 116

Ejendommen på Augustvej ligger også i Gladsaxe Kommune og ikke langt fra Septembervej 126. Den ligger omtrent 160 meter øst for Motorring 3 og ca. 900 meter sydvest for Hillerødmotorvejen. Området er et karakteristisk parcelhusområde med langt til nærmeste trafikvej, hvorfor den nærliggende motorvej er den dominerende kilde til støj.

Ifølge Støj-Danmarkskortet på Miljøstyrelsens hjemmeside er trafikstøjniveauet i området L_{den} 60 - 65 dB.

I denne have blev der afprøvet opstillinger med støjhegn i tre højder (1,5 meter, 2,0 meter og 2,5 meter). Målingerne blev udført med to forskellige opstillinger ved terrassen.

Forsøgene blev gennemført den 1. september 2020. Denne dag var der svag vind fra nordvest.

¹ Støj-Danmarkskortet viser resultater af den seneste større kortlægning af trafikstøj, som bl.a. har omfattet hovedstadsområdet. De kan findes på <https://mst.dk/luft-stoej/stoej/kortlaegning-af-stoej-og-handlingsplaner/stoejkortet/>



Figur 10. Augustvej 116. Sort pil viser retning mod Motorring 3.

Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.

5.3 Bækkelunden 136

Ejendommen på Bækkelunden ligger i Brøndby Kommune. Den ligger omtrent 180 meter syd for Køge Bugt Motorvejen. Området er et karakteristisk parcelhusområde med langt til nærmeste trafikvej, hvorfor den nærliggende motorvej er den dominerende kilde til støj.

Ifølge Støj-Danmarkskortet på Miljøstyrelsens hjemmeside er trafikstøjniveauet i området L_{den} 60 - 65 dB.

I denne have blev der afprøvet opstillinger med støjhegn i tre højder (1,5 meter, 2,0 meter og 2,5 meter). Målingerne blev udført med opstillinger ved terrassen og fritstående i haven.

Forsøgene blev gennemført den 11. september 2020. Denne dag var der svag vind fra vest.



Figur 11. Bækkelunden 136. Sort pil viser retning mod Køge Bugtmotorvejen.
Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.

6. RESULTATER OG ERFARINGER

Det har været projektets formål at undersøge muligheder for at skabe små støjdæmpede opholdsområder i haver tilknyttet typiske enfamilieboliger, men resultaterne kan også overføres til mindre områder tilknyttet institutioner eller fællesarealer ved anden boligbebyggelse. Hvis det ønskes at støjfaskærme større områder, f.eks. hele haver eller hele fællesarealer tilknyttet boligbebyggelse, henvises til eksisterende litteratur om støjskærme. En god indgang til disse løsninger kan være hjemmesiden www.roligbolig.dk.

Forsøgssopstillingerne blev gentaget i flere haver for at undersøge den støjdæmpende virkning i forskellige situationer. Variationer i forsøgssopstillingen omfattede:

- Forskellige placeringer (frit i haven eller tæt ved terrasse)
- Forskellig udstrækning
- Forskellige højder (1,5 meter, 2,0 meter og 2,5 meter)
- Løsninger med en, to eller flere sider (brug af vinger eller vinkler)
- Overflader med forskellige akustiske egenskaber (hhv. absorberende og reflekterende overflader).

Forces rapport præsenterer en systematisk og teknisk gennemgang af de konkrete forsøgssopstillinger med resultater for samtlige støjmålinger, som blev gennemført i de tre haver. I det følgende beskrives nogle hovedtendenser fra de opnåede resultater, hvor subjektive oplevelser af løsningerne også inddrages.

Det skal bemærkes, at resultaterne i denne rapport udelukkende er baseret på målinger, hvor der ikke har været vind i retning fra motorvejen mod forsøgshaverne. Det kan have påvirket den målte støjdæmpende virkning af støjhegnene. Det er muligt, at den støjdæmpende virkning vil være en anden, formentlig bedre, hvis vindretningen er mere direkte fra vejen mod haven.

6.1 Støjhegnets højde

Der blev afprøvet løsninger med tre højder: 1,5 meter, 2,0 meter og 2,5 meter.

Støjmålingerne viser, at støjhegnets højde har betydning for den støjfaskærmende virkning. Jo højere hegn, des bedre støjdæmpende virkning. Ofte vil der dog kun kunne opnås 1 – 2 dB yderligere dæmpning ved en højde på f.eks. 2,5 meter fremfor 2,0 meter. Målingerne viser også, at jo mere afstanden mellem siddeplads og støjhegn øges, jo større betydning får hegnets højde for dæmpningen. Det betyder, at sidder man tæt på hegnet, er højden ikke af stor betydning, men flytter man sig blot 1-2 meter fra støjhegnet, bliver den støjdæmpende virkning mindre – især med et lavt støjhegn.

Den subjektive oplevelse af virkningen af støjhegnene er også, at der er størst dæmpning, når man er tæt på hegnet. Det opleves tilsvarende, at et hegn med en højde på 1,5 meter kun har mærkbar virkning, når man sidder ned og helt tæt på hegnet, dvs. inden for en ½ meter. Er man bare 1 meter længere væk, bliver virkningen dårligere. Men en højde på 2 – 2,5 meter er den støjdæmpende virkning mindre følsom overfor siddepladsens afstand til hegnet, men virkningen er stadig bedst indenfor en afstand på 1 – 2 meter.

Et støjhegn med en højde på 2,5 meter - ofte svarende til tagrendens højde over jorden - kan virke visuelt voldsom og påtrængende i en almindelig have. Dette var den umiddelbare reaktion ved flere af forsøgssopstillingerne. Dog har mange terrasser en lækrog, evt. med overdækning, med tilsvarende dimensioner, hvorfor denne løsning kan vurderes acceptabel afhængigt af havens øvrige dimensioner eller pladsforhold omkring terrassen.

Et støjhegn med en højde på 2,0 meter kan også virke som en markant ændring, skønt mindre påtrængende, da man ikke kan se hen over den, selvom man står op. Med en højde på 1,5 meter virker den visuelle ændring mindre forstyrrende, og man har udsyn hen over hegnet, når man står op. Til gengæld er den støjdæmpende effekt mærkbart ringere.

6.2 Støjhegnets udstrækning

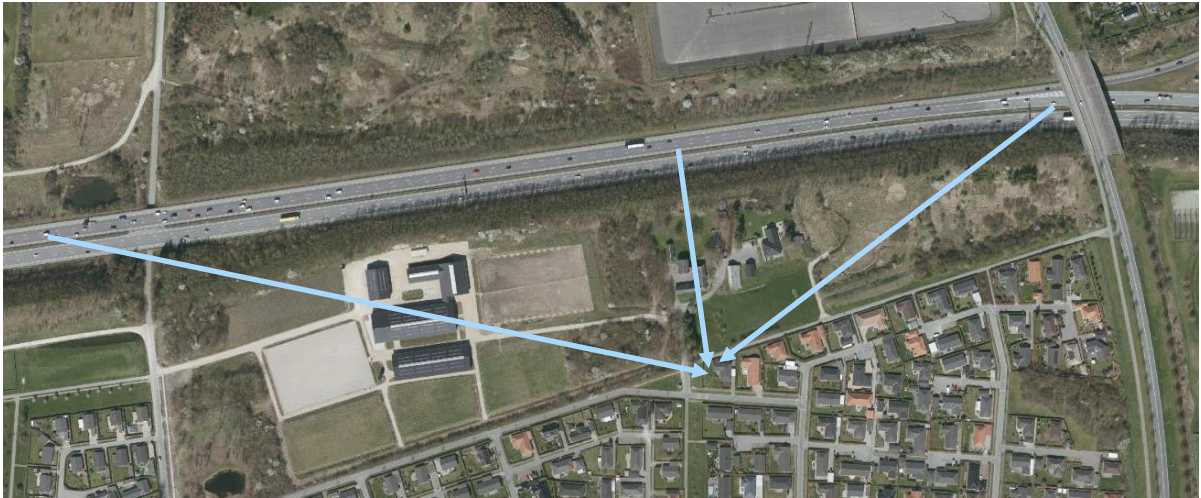
Ved flere forsøgsopstillinger blev forskellige udstrækninger (længder) også afprøvet, og i nogle tilfælde blev forlængelsen vinklet for at opnå en mere lukket afskærmning med virkning i flere retninger. En vinklet forlængelse kaldes en "vinge".

Støjmålingerne viser, at en vinge kan have ret stor betydning for den støjdæmpende virkning af støjhegn, der står frit i haven. For løsninger tæt på bygninger er effekten af vinklingen mindre jf. disse forsøg. Den subjektive oplevelse af vinger er også, at de har større betydning ved placering på et åbent areal. Det underbygger, at støjhegn med det formål at etablere en støjdæmpet hygge-krog et sted i haven, bør som minimum konstrueres som en vinkel med to sider. En løsning med tre sider (dvs. et støjhegn med to vinger) kan også have en gavnlig effekt.

Betydningen af en, to eller tre sider på et støjhegn, der står frit, hænger sammen med de retninger, hvorfra støjen kan komme. Det er ikke tilstrækkeligt at overveje den korteste, direkte afstand til den støjende vej. Man skal også være opmærksom på, at støjen kan komme ind fra siderne, og netop denne støj kan være den væsentligste ved bestemte vindretninger. Fænomenet er illustreret ved Bækkelunden 136 på Figur 12 og Figur 13.

Det er nærliggende at antage, at et støjhegn skal orienteres direkte mod motorvejen, som i dette tilfælde er mod nord. Der kommer dog også støj fra de dele af motorvejen, der ligger til begge sider; her mod hhv. vest og mod øst. Tages der ikke højde for disse støjbidrag, kan de mærkbart begrænse virkningen af støjhegnet. Det gælder især i situationer, hvor vinden kommer fra siden, dvs. i dette tilfælde fra vestlig eller østlig retning. Vindens betydning kan være så stor, at den støj, der kommer fra siden, vil være kraftigere end den støj, der føres den korteste vej. Det betyder i dette tilfælde, at et støjhegn, der kun har én side mod nord, vil have lille effekt, når det blæser fra vest eller øst.

Også med to sider på støjhegnet kan der være situationer, hvor støjbidraget fra den ene side forringer effekten i væsentlig grad. Den løsning, der er vist på Figur 13, fik en mærkbar bedre effekt, da der også blev opsat en vinge mod øst (højre side). I dette specifikke tilfælde kan det dog også have haft betydning, at støjen fra vest blev reflekteret i boligens facade og derved gav et bidrag fra den østlige side.



Figur 12 Støjen kommer ikke kun fra den nærmeste del af motorvejen, men også fra de dele, der ligger til siderne. Vindretningen kan betyde, at den støj, der kommer fra siderne, enten dominerer eller bidrager væsentligt til det samlede støjniveau. Fænomenet optræder også for boliger, der ligger tættere på vejen, men i de tilfælde har den aktuelle vindretning mindre betydning. Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.



Figur 13 Når støjen fra den samme vej kan komme fra forskellige retninger, kan det være nødvendigt at et støjhegn har flere vinklede sider. I dette specifikke tilfælde kan en vinge i højre side betyde, at hegnets virkning forbedres, fordi den både dæmper støj fra højre og eventuel reflekteret støj fra boligen. Kilde til kort: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, <https://sdfekort.dk/spatialmap>.

6.3 Materialevalg

Forsøgene blev udført med det støjhegn, der er beskrevet i afsnit 4, med den lydabsorberende side mod opholdsarealet. Enkelte forsøgsoptstillinger blev gennemført to gange med den variation, at hegnet blev vendt om, så den hårde, reflekterende side vendte mod opholdsarealet. Det kan svare til en løsning, der er udført som et klassisk træhegn eller plankeværk, eller en løsning med vinduesarealer.

Det blev i disse forsøgsoptstillinger med placering tæt ved en bygning konstateret, at begge variationer havde en støjdæmpende virkning, men både den målte og især den oplevede virkning blev større med den lydabsorberende overflade vendt mod opholdsarealet. Det skyldes formentlig to ting. For det første bidrager den lydabsorberende overflade især til at dæmpe støjens hørfrekvente del, der kan opleves som den mest generende. For det andet vil der med en opstilling tæt ved en bygning opstå lydrefleksioner mellem bygning og støjskærm. Disse bliver dæmpet eller kan potentielt undgås, hvis støjhegnet er lydabsorberende.

Bortset fra en vurdering af, at det anvendte støjhegn kan passe visuelt i mange haver, har det ikke være en del af projektet at afdække den visuelle betydning af forskellige materialer.



Figur 14 Den lydabsorberende side af de anvendte støjhegn. Der er anvendt rør af genbrugsplast, som er omviklet med kokosfibre. Når en lydabsorberende overflade rammes af lyd, bliver lyden ikke, eller kun i meget begrænset omfang kastet tilbage. Det kan bidrage til begrænsning af støj på en måde, der er særlig tydelig, når man er tæt på overfladen. Men det vil også bidrage til at sænke støjniveauet i et afskærmet område, f.eks. på en terrasse. Denne overflade kan også være fæste for klatreplanter.

6.4 Støjhegnets placering

Ved en placering omkring en terrasse eller krog tæt på en bygning er det, som omtalt i afsnittene ovenfor, vigtigt at overveje, hvor støjen kan komme fra og om den kan blive reflekteret af selve bygningen. Der kan også være situationer, hvor man er nødt til at overveje støj fra flere

forskellige veje, hvis de ligger i forskellige retninger. Man skal også være opmærksom på, at støjen kan blive reflekteret fra andre bygningers facader, f.eks. naboens bolig.

De udførte forsøg har vist, at man med fordel kan anvende løsninger, der har flere sider, f.eks. to sider, der placeres i en vinkel. På den måde kan man få dannet en støjdempet krog, hvor der skærmes for støj, der kommer fra flere retninger. Hvis det er på en terrasse, kan boligen danne en eller flere af siderne i den samlede løsning. Selv et etplanshus er i denne sammenhæng ret højt og derfor en effektiv støjafskærmning.

Forsøgsopstillingernes resultater viser også, at et støjhegn skal stå tæt omkring det område, hvor man ønsker at dæmpe støjen. Afstanden mellem en siddeplads og et støjhegn skal være så kort som muligt og helst ikke mere end 1 – 2 meter. Hvis hegnets højde er under to meter, opnås kun en mærkbar virkning på siddepladser, der er helt tæt på hegnet.

7. MINDRE STØJ PÅ TERRASSEN

En oplagt mulighed for en forbedring af det udendørs miljø ved en bolig er at begrænse støjen på terrassen. Her vil man opholde sig meget, man sidder ned, spiser, fører samtaler, læser eller har andre aktiviteter, der kan være særligt følsomme overfor forstyrrende støj.

Der blev derfor afprøvet forskellige opstillinger af et støjhegn for at skabe en støjafskærmet krog i tilknytning til en terrasse. Der blev lagt vægt på at vælge opstillinger, som reelt kan dæmpe den oplevede og målte støj. Det blev også tilstræbt at vælge opstillinger, som ikke ødelægger brugen af terrassen med hensyn til plads og adgang fra huset og haven. Det vil også være et vigtigt ønske for mange, at der bevares et udsyn til haven, selvom det ofte er i konflikt med ønsket om at opnå en støjdæmpende virkning.

I det følgende er indsat en række billeder fra de afprøvede forsøgsoptstillinger. Der er under hvert billede indsat beskrivelser og konklusioner fra forsøgene. Der henvises til Forces rapport for tekniske detaljer og specifikke resultater fra støjmålingerne.



Figur 15. Den eksisterende terrasse i baggrunden (den hvide konstruktion) er delvist afskærmet og overdækket . Det opstillede støjhegn er 2,5 meter høj, hvilket skaber en helt afskærmet krog, hvor også åbninger i den eksisterende terrasse er lukket af. Det er en vigtig detalje, at støjhegnene lukker tæt mod andre bygningsdele og mod terræn. Inde ved siddepladserne medførte denne løsning en støjdæmpning på ca. 5 dB, som en er tydelig dæmpning af støjen. Den subjektive oplevelse af løsningen var også, at støjen blev dæmpet mærkbart. Opstillingen er fra Septembervej, placering 2, højde 2,5 meter i Forces rapport. På er vist samme terrasse med et lavere støjhegn. På er opstillingen vist fra havesiden. Opstillingen er fra Septembervej, placering 2, højde 2,5 meter i Forces rapport.



Figur 16. Denne opstilling er den samme som vist på Figur 15, men her med et 1,5 meter højt støjhegn. Helt tæt på hegnet, hvor personen sidder, blev støjen dæmpet med 5,5 dB, men med blot lidt større afstand, f.eks. på siddepladserne over halvtaget var den støjdæmpende virkning noget mindre. Opstillingen er på Figur 18 vist fra havesiden. Opstillingen er fra Septembervej, placering 2, højde 1,5 meter i Forces rapport.



Figur 17. Opstillingen på Figur 15 med 2,5 meter støjhegn, her set fra havesiden. Højden betyder, at hegnet er visuelt dominerende. Det er naturligvis en mulighed at plante foran hegnet, som også kan fungere som fæste for klatreplanter, men opstillingen illustrerer alligevel det valg man må tage mellem det visuelle udtryk og ønsket om at få en terrasse med mærkbart mindre støj. De skrå stolper er anvendt som støtte for de midlertidige løsninger, der kun skulle stå i kort tid. I en permanent løsning anvendes lodrette, nedgravede stolper.



Figur 18. Opstillingen på Figur 16 med 1,5 meter højt støjhegn, set fra havesiden. Bemærk, at der blev anvendt et 2,5 meter højt element i højre side, hvor terrassen i forvejen er næsten helt lukket. Dermed lukkes de sidste åbninger i retning mod motorvejen.



Figur 19. Den eksisterende terrasse strækker sig ud fra husets havestue til venstre og ud i haven mod højre. Den viste opstilling er 2,5 meter høj og havde til hensigt at skabe en støjbeskyttet krog foran havestuen, som i øvrigt også kan dæmpe støjen i havestuen, når døren er åben. Opstillingen stødte op til bygningen i baggrunden, som sammen med boligen var en del af den samlede løsning. Inde ved siddepladserne medførte denne løsning en støjdemping på ca. 4 dB, som en er tydelig dæmpning af støjen. Den subjektive oplevelse af løsningen var også, at støjen blev dæmpet mærkbart. Opstillingen er fra Augustvej, placering 1, højde 2,5 meter, uden vinge i Forces rapport.



Figur 20. Samme opstilling som vist på Figur 19, men forsynet med en vinkel eller vinge for at få en mere afskærmet krog. I dette tilfælde medførte vingen dog kun en lille ekstra dæmpning af støjen (under $\frac{1}{2}$ dB yderligere). Det skyldes bl.a. støj, der fortsat kommer ind gennem åbningen ud mod haven, der ses yderst til højre i billedet. Den subjektive oplevelse var også, at vingen stort set ikke reducerede støjen yderligere. Det er muligt, at lydabsorberende overflader på bygningen til venstre i billedet kunne forbedre den samlede støjdæmpende virkning.



Figur 21. Samme opstilling som vist på Figur 19 og Figur 20, men med et 2,0 meter højt støjhegn. På siddepladserne blev støjen dæmpet med ca. 3 dB, hvilket kun er lidt lavere end den dæmpning, der opnås med et 2,5 meter højt hegn. Denne løsning dæmpede støjen med yderligere ca. 1 dB, hvis den blev forsynet med en vinge, som dækker det meste af åbningen mellem støjhegnet og udestuen til venstre. Som nævnt under Figur 20 kan den samlede støj dæmpning formentlig øges, hvis den hvide facade i baggrunden får en lydabsorberende overflade. Opstillingen blev også afprøvet med en højde på 1,5 meter. Med den løsning var støj dæmpningen lille og blev kun opnået helt tæt på hegnet. Den subjektive oplevelse er også, at det lave 1,5 meter høje støjhegn kun har virkning, når man sidder helt tæt på det.



Figur 22. Samme opstilling som vist på Figur 21, men et 2,0 meter højt hegn set fra havesiden. Her blev opstillingen desuden forsynet med en vinge eller vinkel, der begrænsede åbningen mellem hegnet og bygningen. Der var dog fortsat god plads for passage mellem have og terrasse.



Figur 23. Denne opstilling er fra Augustvej, placering 2 i Forces rapport. Støjhegnet blev placeret længere væk fra huset, der ses til venstre, end de opstillinger, der er vist på Figur 19, Figur 20, Figur 21 og Figur 22. Ideen var at skabe en ny støjafskærmet siddeplads. Motorvejen ligger i fotografiets retning og afskærmes derfor i nogen grad af den hvide bygning. Der kom også støj fra højre, som blev afskærmet af støjhegnet. Hegnet på billedet var 2,0 meter højt.



Figur 24. Samme opstilling som på Figur 23 med et 2,0 meter højt støjhegn. Opstillingen dæmpede støjen med ca. 4,5 dB på siddepladserne indenfor 1 meter fra støjhegnet. Hvis man sidder 2 meter fra hegnet, bliver støjdæmpningen mindre. Det skyldes formentlig støj, der kommer fra støjhegnets åbne side, i højre side af billedet. Den subjektive oplevelse af denne løsning var en betydelig og mærkbar dæmpning af støjen. Deltagerne i forsøget, inklusive beboerne, vurderede, at det var en god løsning; den dæmper støjen og kan visuelt indpasses i haven. En måling af hegnets virkning inde på terrassen nærmest udestuen, viste en støj dæmpning på 3 - 4 dB. Det er en overraskende høj virkning og den er formentlig meget afhængig af vindretning og retning til den støjende vej.



Figur 25. Samme opstilling som på Figur 23 og Figur 24, men med et 2,5 meter højt støjhegn. Det har en lidt mindre udstrækning mod højre (den lange side er 4 meter i denne opstilling, mod 5 meter i opstillingerne på Figur 23 og Figur 24). Det er interessant, at denne løsning havde en lidt mindre støjdæmpende virkning end opstillingen med et 2,0 meter højt hegn. Det skyldes formentligt, at hegnets udstrækning mod højre er kortere med det høje støjhegn. Det understreger, at man skal forsøge at få en god afskærmning af støj fra alle retninger.



Figur 26. Denne opstilling med et 2,5 meter højt hegn har til hensigt at forbedre den støjafskærmende virkning, som huset bidrager til. Støjhegnet kan imidlertid dæmpe den støj, der kommer fra den retning, som på billedet er skjult bag hegnet og ikke er afskærmet af huset. På siddepladserne havde hegnet en støjdæmpende virkning på ca. 4 dB, derom også subjektivt blev oplevet som en mærkbar dæmpning. Det yderste lidt vinklede element medførte i denne opstilling en noget bedre dæmpning, op til 6 dB. Opstillingen er fra Bækkelunden, placering 2 i Forces rapport.



Figur 27. Opstillingen på Figur 26 blev også afprøvet med et 2,0 meter højt hegn, som medførte en dæmpning, der på siddepladserne kun var lidt mindre end med et 2,5 meter højt hegn. I opstillingen med 2,0 meter gav det ikke en bedre dæmpning af anvende det ekstra vinklede element, der er vist på Figur 26. Det skyldes formentlig, at der ikke kommer trafikstøj fra den retning, der afskærmes af det ekstra element – heller ikke støj, som reflekteres i andre bygningsfacader. Betydning af det ekstra element er derfor noget usikker. De subjektive vurderinger var, at denne 2,0 meter højde læsning havde en god og mærkbar støjdæmpende virkning.



Figur 28. Opstillingen på Figur 27 med 2,0 meter højt støjhegn set fra havesiden. Trafikstøjen kommer især fra retninger bag huset, men kan også komme med ind fra venstre. Derfor er støjhegnet et godt supplement til den afskærmning, som skyldes huset. De skrå stolper er anvendt som støtte for de midlertidige løsninger, der kun skulle stå i kort tid. I en permanent løsning anvendes lodrette, nedgravede stolper.



Figur 29. Denne opstilling er et 2,0 meter højt støjhegn placeret på indersiden af det bed, der afgrænser terrassen (Bækkelunden, placering 3 i Forces rapport). Det er samme terrasse som på Figur 26, Figur 27 og Figur 28, hvor hegnen er placeret på ydersiden af bedet. Fordelen ved denne opstilling er, at hegnen kommer tættere på siddepladserne, så den afskærmede krog bliver mere koncentreret. Det var den subjektive oplevelse, at støjhegnen medførte en mærkbar dæmpning af støjen. Den målte forbedring var 4 – 5 dB afhængig af siddepladsens afstand til hegnen.



Figur 30. Samme opstilling som vist på Figur 29, men her med et 1,5 meter højt støjhegn. Det var den subjektive oplevelse, at støjhegnet medførte en mærkbar dæmpning af støjen. Den målte forbedring var 4 – 5,5 dB afhængig af siddepladsens afstand til hegnet. Det er interessant, at et 1,5 meter høje støjhegn i denne opstilling er lige så effektivt som et 2,0 meter højt hegn. Det skyldes formentlig, at opstillingen skaber en lille krog med støjhegnet tæt på siddepladserne. Den gode afskærmning i næsten alle retninger kombineret med siddepladser tæt på skærmen er vigtigere end den ekstra højde. Det er ikke nødvendigvis altid tilfældet.

8. EN STØJAFSKÆRMET KROG I HAVEN

Et støjhegn kan også anvendes til at skabe en lille, støjafskærmet plads eller krog et sted i haven, hvor der er mærkbart mindre støj.

I to forsøgshaver blev der derfor afprøvet opstillinger, som ikke var knyttet til boligens terrasse. Der blev lagt vægt på at undersøge den støjdæpende virkning, og derfor blev opstillingerne placeret, hvor det for forsøget var praktisk og hensigtsmæssigt. Der blev dermed ikke taget hensyn til det visuelle udtryk eller en hensigtsmæssige placering i forhold til havens øvrige funktioner og sammenhængen med boligen og en eksisterende terrasse.

I det følgende er indsat en række billeder fra de afprøvede forsøgsopstillinger. Der er under hvert billede indsat beskrivelser og konklusioner fra forsøgene. Der henvises til Forces rapport for tekniske detaljer og specifikke resultater fra støjmålingerne.

Inspiration til udformningen af en støjafskærmet krog i haven kan også være en stillebænk, som er afprøvet i praksis. Se mere på <https://roligbolig.dk/cases/stillebaenken/>



Figur 31. En støjafskærmet krog i haven. Her er anvendt et 2,5 meter højt støjhegn. Det er opstillet, så det bedst muligt afskærmer den trafikstøj, der kan komme fra forskellige retninger. I modsætning til opstillinger ved terrasser kan man ved en fri placering i haven bedre dreje opstillingen, så de åbne sider vender væk fra de retninger, hvor støjen kan komme fra. Støjhegnets virkning blev målt ved siddepladsen og ved den hvide flise i forgrunden. Der var en støjdæpende virkning på siddepladsen tættest ved støjhegnet på ca. 6 dB. 1,9 meter fra hegnet (ved den hvide flise i forgrunden) var den støjdæpende virkning ca. 3 dB. Det var i alle tilfælde den subjektive oplevelse, at hegnet medførte en mærkbar støjdæmpning, som var mest tydelig tæt på hegnet. Opstillingen er på Septembervej, placering 3 i Forces rapport.



Figur 32. Opstillingen med et 2,5 meter højt støjhegn på Figur 31 er her vist fra den anden side. Hegnet har nogenlunde samme højde som trampolinen i baggrunden.



Figur 33. Samme opstilling som på Figur 31 med et 1,5 meter højt støjhegn. Den støjdæpende virkning var ca. 4 dB tæt på hegnet og ca. 2 dB ved den hvide flise i forgrunden, hvor måleudstyret er placeret på dette billede. Det blev oplevet som en mærkbar virkning med en opstilling, der var noget mindre visuelt dominerende.



Figur 34. En krog i haven med et 1,5 meter højt støjhegn. Motorvejen ligger i billedets retning. Men der kommer også støj ind fra siderne. De to sider på opstillingen dæmper derfor støjen direkte fra motorvejen og fra den ene side, men den støj, der kommer fra højre side i billedet, dæmpes kun i nogen grad og kun, hvis man sidder tæt på hjørnet, der dannes af støjhegnets to sider. I positionen med måleudstyret blev støjen dæmpet ca. 4 dB. Det blev oplevet som en tydelig dæmpning af støjen. Opstilling på Bækkelunden, placering 1 i Forces rapport.



Figur 35. Samme opstilling som på Figur 34, men med et 2,0 meter højt støjhegn. Der er endvidere opstillet en vinkel, som kan dæmpe støj, der kommer fra højre side i billedet. Uden denne ekstra vinkel blev støjen dæmpet med ca. 5,5 dB. Med den ekstra vinkel opstillet var dæmpning lidt over 7 dB. Det var den subjektive oplevelse, at denne opstilling havde en god og tydeligt mærkbar virkning på den siddeplads, hvor måleudstyret står. Det illustrerer, at en optimal løsning kræver, at man får etableret afskærmning i alle de retninger, hvor støjen kommer fra.



Figur 36. Samme opstilling som på Figur 34 og Figur 35 med et 2,5 meter højt støjhegn. Denne opstilling medførte stort set samme dæmpning som opstillingen med 2,0 meter støjhegn.

9. ANDRE LØSNINGER

I en af forsøgshaverne var der en åbning mellem boligen og en garagebygning. Der blev derfor afprøvet en opstilling, som lukkede åbningen og udnyttede de to eksisterende bygninger, som også har en støjafskærmende virkning.



Figur 37. Opstilling, der lukker en åbning mellem to bygninger. Der er anvendt et støjhegn med en højde på 2,5 meter. På siddepladsen blev støjen dæmpet med ca. 4 dB. Det blev oplevet som en tydelig dæmpning.

10. KONKLUSION

Der er i tre haver tilhørende parcelhuse beliggende nær motorveje udført en række forsøgssopstillinger med støjhegn i varierende højde, udstrækning, materialer og placeringer for at undersøge den støjdæmpende effekt af disse og dermed mulighederne for at skabe behagelige opholdskroge i haver og på terrasser.

Projektet har været et samarbejde med bl.a. FORCE Technology, der har udført målinger og udfærdiget en teknisk rapport, der omfatter metodebeskrivelser og specifikke måleresultater. Denne rapport gennemgår de samme forsøgssopstillinger og opsummerer relevante konklusioner ud fra måleresultater med inddragelse af de subjektive vurderinger fra de enkelte forsøg.

Overordnet kan det konkluderes, at det er muligt at dæmpe støjen fra trafik i en mærkbar grad ved opførelse af støjhegn og dermed skabe små behagelige opholdsområder. En del faktorer gør sig dog gældende, når man vil optimere denne dæmpning. Det er desuden en klar anbefaling, at man tænker sig godt om, før man etablerer lokal støjafskærmning.

Det skal bemærkes, at resultaterne i denne rapport udelukkende er baseret på målinger, hvor der ikke har været vind i retning fra motorvejen mod forsøgshaverne. Det kan have påvirket den målte støjdæmpende virkning af støjhegnene. Det er muligt, at den støjdæmpende virkning vil være en anden, formentlig bedre, hvis vindretningen er mere direkte fra vejen mod haven.

Højden kan være afgørende for både støjdæmpningen og det visuelle udtryk. Støjhegn på 1,5 m vurderes generelt at være for lave til at have en væsentlig indflydelse på støjniveauet, da man skal sidde meget tæt på hegnet for at opleve en egentlig effekt. Forskellen i støjdæmpningen ved at øge et støjhegn fra 2 meter til 2,5 meter er til gengæld næsten ubetydelig. Da et støjhegn på 2,5 meter kan virke visuelt voldsomt, anbefales det derfor som hovedregel at opføre støjhegn på ca. 2 meter. Denne højde var også den mest populære blandt de medvirkende boligejere. De var alle enige i, at hegnet ikke virkede alt for stort, men at virkningen samtidig var stor nok til at de kunne mærke en tydelig forskel i støjniveauet.

Når man vælger at opføre støjhegn omkring terrasser, skal man være særlig opmærksom på de konsekvenser, det medfører. Hvis hegnet eksempelvis er højt eller aflukker en eksisterende terrasse, kan det dæmpe støjen markant, men det tager også udsynet. Man kan også risikere at ændre den tilsyneladende retning, hvor støjen synes at komme fra, da denne kan føres over hegnet og blive reflekteret på boligen. Det er derfor væsentligt, at den side af støjhegnet, der vender mod opholdsarealet, udføres i et absorberende materiale. Særligt ifølge de subjektive vurderinger havde den lydabsorberende overflade stor betydning for den oplevede støjdæmpende virkning.

Ved opførelse af støjhegn i det frie haveareal kan man også skabe en lille, støjafskærmet plads eller krog. Her er det dog vigtigt at være opmærksom på, at støjen kan komme fra flere retninger og afhænge af vinden. Det anbefales derfor, at man vælger et støjhegn med "vinger", der vinkles og skærmer mod støj fra flere retninger.

Følgende parametre bør generelt tages med i overvejelserne, når man planlægger at opsætte private støjhegn:

- Hegnet skal orienteres, så det skærmer for/vender mod den største støjkilde.
- Hegnet skal være højt nok til at give den ønskede effekt.
- Den absorberende side af støjhegnet bør vendes mod opholdsområdet

- Man skal sørge for, at det rum, man etablerer i haven, ikke har for stort et areal.

Støjhegn i haver kan ikke fjerne støj fra trafik, men med den rigtige udformning, hvor der er taget højde ovenstående, vil det være muligt dæmpe den markant og skabe behagelige små opholdskroge.

11. HVIS DU VIL BYGGE DIT EGET STØJHEGN I HAVEN

Denne rapport har beskrevet de første systematiske forsøg med støjhegn i private haver, hvor formålet er at skabe små områder med mindre støj end i den øvrige del af haven. Der er derfor fundet ny viden, men der er også opstået spørgsmål, som fremtidige forsøg forhåbentlig kan undersøge nærmere og give svar på.

Vi er dog nået så langt, at vi kan give nogle gode råd, hvis du vil bygge et støjhegn i din have. Dem har vi samlet i det følgende. Alle rådene er baseret på erfaringer fra de indledende forsøg.

Forsøgene i dette projekt har vist, at den oplevede virkning af et støjhegn kan være tydelig og mærkbar – altså en klar forbedring af lydmiljøet på en terrasse eller i en krog i haven. Et støjhegn kan derfor også medføre, at et nyt område i haven kan blive en hyggelig krog med siddepladser, eller en terrasse kan blive mere attraktiv og rar at bruge.

Inden man går i gang med et projekt, skal man dog gøre sig klart, at et støjhegn kan dæmpe støjen - det kan ikke fjerne den. Ofte vil man også opleve, at støjen ændrer karakter og bliver mindre ubehagelig. Der for kan den oplevede virkning af et støjhegn være større end støjmålinger umiddelbart antyder, hvor man kun ser på en ændring i decibel.

11.1 Placering

Støjhegnene virker bedst på siddepladser, der er tæt på hegnet. Det anbefales derfor, at man forsøger at skabe små rum, der så vidt muligt er afskærmet på flere sider. Se fx eksemplerne på Figur 15, Figur 24, Figur 29, Figur 31 og Figur 37. Hvis man skal have glæde af støjhegnet, så vælg et lille afgrænset område, ikke meget mere end 10 - 12 m², der bruges eller skal bruges meget til ophold. Hvis man placerer støjhegnet for langt fra siddepladserne, får man en meget lille støjdæmpende virkning. Er afstanden mellem støjhegnet og siddepladserne meget mere end 1,5 - 2,0 meter vil det ofte være for stor afstand.

I mange tilfælde er det oplagt at tage udgangspunkt i boligens terrasse, fordi den som regel ligger i tilknytning til huset. Den støjafskærmning, som huset giver, kan derfor kombineres med støjhegnets virkning.

11.2 Dimensioner

I forsøgsprojektet har vi afprøvet løsninger med tre højder i forhold til siddepladser med en højde over jorden på 1,2 meter.

Der er følgende erfaringerne fra målingerne om højden på støjhegn i en have:

Højde 1,5 meter:

Det vil i de fleste tilfælde give ingen eller kun en lille dæmpning af støjen, og kun på siddepladser, der er helt tæt på hegnet (under 0,5 meters afstand). Til gengæld er det en højde, der normalt ikke forekommer visuelt påtrængende i en have.

Højde 2,0 meter:

Det vil i de fleste tilfælde kunne give en tydelig og mærkbar dæmpning af støjen for en lille gruppe siddepladser, der er placeret indenfor ca. 2 - 2,5 meter fra hegnet. Det er en højde, der kan forekomme visuelt påtrængende i en have.

Højde 2,5 meter:

Forsøgene viser, at den ekstra højde i nogle tilfælde kan medføre et lidt bedre dæmpning af støjen end en højde på 2,0 meter, men ikke altid. Det er en højde, der er visuelt voldsom i en have.

Baseret på de udførte forsøg anbefales det derfor, at støjhegn som udgangspunkt har en højde på ca. 2 meter, men man kan med fordel overveje om en højde på 2,5 meter kan fungere visuelt, fx i tilknytning til boligen, en garage eller andre eksisterende bygningsdele.

Støjhegnets placering og udstrækning har stor betydning for den støjdæmpende virkning. Det betyder, at man skal overveje, hvilke retninger støjen kan komme fra. Det er ikke kun den direkte retning mod den støjende vej, fordi støjen også kan komme ind fra siderne og undertiden blive reflekteret i andre bygninger. Læs om betydningen af vindretninger og boligens placering i forhold til den støjende vej i afsnit 6.2.

Det er derfor en generel anbefaling, at et støjhegn har flere sider, så man i nogen grad får et støjhegn, der lukker sig omkring siddepladserne og kun åbner sig ud i retninger, hvorfra der ikke kan komme støj. I forsøgene har brug af to eller tre sider ("vinkler" eller "vinger") vist sig at være afgørende for den støjdæmpende virkning. Se fx Figur 20, Figur 22, Figur 24, Figur 29, Figur 31, Figur 35 og Figur 36.

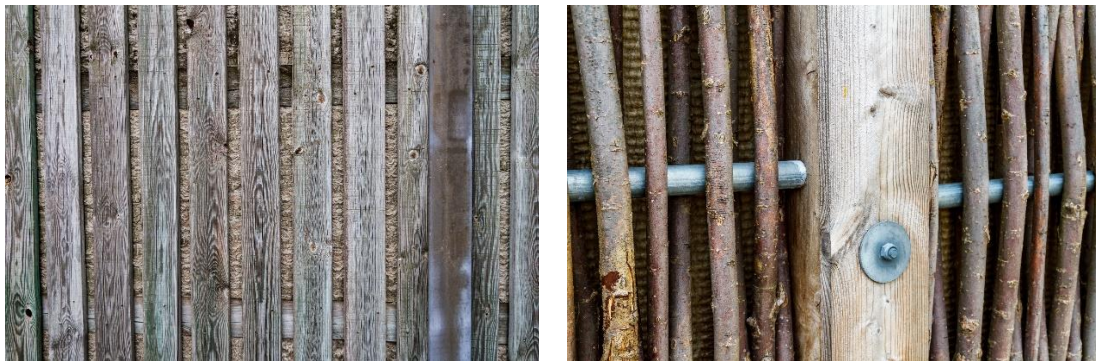
11.3 Lydtekniske egenskaber

Udover højde og udformning med flere sider skal et velfungerende støjhegn have følgende lydtekniske egenskaber:

- Det skal veje 15 – 20 kg/m².
- Det skal være tæt, også mod andre bygningsdele og mod jorden.
- Det skal være lydabsorberende på siden mod siddepladserne.

Vægten kan opnås med et lag tykke brædder eller træplader (fx 25 mm).

En lydabsorberende overflade kan opnås med materialer, der er porøse, fx som det støjhegn, der er anvendt i forsøgsprojektet. Materialet skal have en åben struktur. Et typisk eksempel er mineraluld, som ofte anvendes i de støjskærme, der placeres langs vejene. Det er vigtigt, at et lydabsorberende materiale kombineres med et tæt materiale. Det er ikke tilstrækkeligt kun at anvendes fx mineraluldsplader. I stedet skal mineralulden placeres på den ene side af den tætte del af støjhegnet. Til et støjhegn er stive mineraluldsplader (pladsbatts, støbebatts, terrænbatts etc.) med en tykkelse på 30 mm et godt valg. Mineralulden skal være synlig og åben, men det er tilstrækkeligt, hvis mindst 40 % af overflader er åben.



Figur 38. Eksempel på støjhegn med lydabsorberende mineraluld, hvor der er placeret en beklædning af brædder eller pileflet foran. Mindst 40 % af overfladen bør være åben, så lydbølger kan komme ind til det lydabsorberende materiale.

11.4 Prøveopstilling

Hvis man vælger at købe et færdigt støjhegn fra en leverandør, kan det være en god idé at få foretaget en prøveopstilling i lighed med de forsøg, der er beskrevet i denne rapport. På den måde kan man både se og høre støjhegnet i haven, inden man beslutter sig for den endelige udformning.

12. ANBEFALINGER TIL FLERE FORSØG

Dette projekt er de første forsøg med støjhegn i private haver. Der er opnået ny og brugbar viden, men det er håbet, at andre vil fortsætte arbejdet. I så fald er det en anbefaling, at forsøgene bl.a. udvides med undersøgelse af:

- Muligheder i haver, der er placeret tættere på den støjende vej
- Betydningen af forskellige vindretninger
- Brug af vinger og vinkler til at skabe optimale støjbeskyttede opholdsarealer
- Situationer, hvor en lydabsorberende overflade kan udelades
- Betydningen af lydrefleksioner i andre bygninger
- Muligheder for supplerede lydabsorberende paneler på eksisterende bygningsdele, fx ved en terrasse
- Arkitektoniske muligheder for udformning af løsninger på en terrasse og en krog i haven – med inddragelse af erfaringer fra den såkaldte stillebænk (<https://roligbolig.dk/cases/stillebaenken/>)
- Flere konkrete opstillinger i praksis
- Detaljeret undersøgelse af den subjektive oplevelse af støjhegns støjdæmpende virkning.

APPENDIX 1

DATABLAD FOR STØJHEGNET

Støjhegn type 952

Lydreduktion af naturmaterialer.

Støjhegnet er opbygget af kraftige stålprofiler, med udfyldning af et naturprodukt. Produktet kan anvendes til indhegning af udendørs arealer som industri, vejanlæg, private haver eller andre områder, hvor støjgener ønskes afskærmet eller mindsket.

Type 952 har en støjdæmpende effekt på op til 30 dB refleksion iflg. B3 EN1793-2 og en absorberingsevne på op til 6 dB iflg. kat. A3 EN1793-1 (på vejside). Samtidig kan støjhegnet, dæmpe eventuelle gener som følge af vind og lignende.

Støjhegnet er opbygget med stolper af kraftige galvaniserede stolper af IPE-stålprofiler. Dimensioner og stolpernes samlede længde afhænger af støjhegnets udformning og højde.

Elementerne er udført af galvaniserede stålprofiler, og leveres præfabrikerede fra fabrikanten. Hvert element er udfyldt med en farvet stålplade på den ene side, og rækker af rør (genbrugsplast) som er betrukket naturlige kokosfibre på den modsatte side. Udvendigt på stålpladen er monteret et galvaniseret stål gitter med 150x150 mm masker. Gitteret kan med fordel anvendes til beplantning.



Kort fortalt:

- Afprøvet produkt
- Dokumenteret effekt
- Solid konstruktion
- Miljøvenligt

Tilvalgsmuligheder:

- 30 cm høje betonelementer, der monteres under hegnets elementer (forøger den samlede højde). Anvendes til regulering af varierende terrænhøjder under støjhegnet.
- Flere valgfrie farver på stålpladen i elementerne.
- Tilhørende porte og låger i udvalgte størrelser.

ISHØJ HEGN A/S

www.ishoj-hegn.dk · mail@ishoj-hegn.dk · Tlf. +45 43 73 22 33 · Industrivangen 2, 2635 Ishøj
CVR 87574318 · Nordea Bank 2230-68 8770 3610 · SWIFT NDEADKKK · IBAN DK 61 200068 8770 3610

Specifikationer:

<u>Højder:</u>	Fra 100 cm til 300 cm højde. Ved højder på mere end 200 cm, kan støjhegnet blive udført med flere elementer monteret ovenpå hinanden. (Evt. supplerende betonelementer skal tillægges til højde på elementer)
<u>Modulmål:</u>	Elementerne leveres i standard bredder på 99 cm, 199 cm og 249 cm. Alle tre bredder kan leveres i flere forskellige højder op til 250 cm For elementer i bredden 249 cm, er maksimum højde 200 cm.
<u>Stolper:</u>	Til montering af støjhegnet anvendes som standard varmgalvaniserede stolper af IPE-stålprofiler. Stolpernes dimension varierer fra IPE100 til IPE140 afhængigt af højden. Alle stolper leveres som standard for nedstøbning i betonfundament. (Kan udføres med påsvejste fodplader for fastgørelse med bolte) Dybde og diameter på fundamentet afhænger af højden på hegnet m.m. Stolperne leveres præfabrikerede med huller til fastgørelse af elementer. Da stolpedimensionen overstiger elementernes dybde, vil stolperne have et fremspring på enten for- eller bagside af støjhegnet (valgfrit).
<u>Elementer:</u>	Elementer er opbyggede af en udvendig stålramme, udført af varmgalvaniserede U-profiler 45x45x2 mm. Udfyldningen består af en lukket plastbelagt stålplade på den ene side, og rækker af plastrør Ø32 mm (PVC fri genbrugsplast), som er betrukket med naturlige kokosfibre. Udvendigt på stålgitteret er monteret et galvaniseret stålgitter, med 150x150 mm masker. Egenvægten for elementerne er 16-20 kg/ m ² (afhængigt af størrelse). Elementerne fastgøres til stolperne med selvskærende skruer. Det anbefales at udfyldningen vendes med plastiknettet vendt mod støjkilden (absorbering).
<u>Betonelementer:</u>	For montering under støjhegnets elementer. Leveres i målene 2000x300x35 mm eller 2500x300x35 mm (BxHxD). (Ved anvendelse forøges hegnets samlede højde)
<u>Dæmpning:</u>	30 dB iht. EN 1793-2 (refleksion). 6 dB iht. EN 1793-1 (absorbering).

Alle støjhegn udføres med materialer iht. vores gældende standard. Såfremt opgaven kræver beregninger af styrkeforhold, jordbundsanalyser og lignende udføres dette mod tillægspriser.

Montering af støjhegnet kræver anvendelse af gravemaskine og evt. kran for løft af materialer.

TNO report | TNO-060-DTM-2011-03811

9 / 9

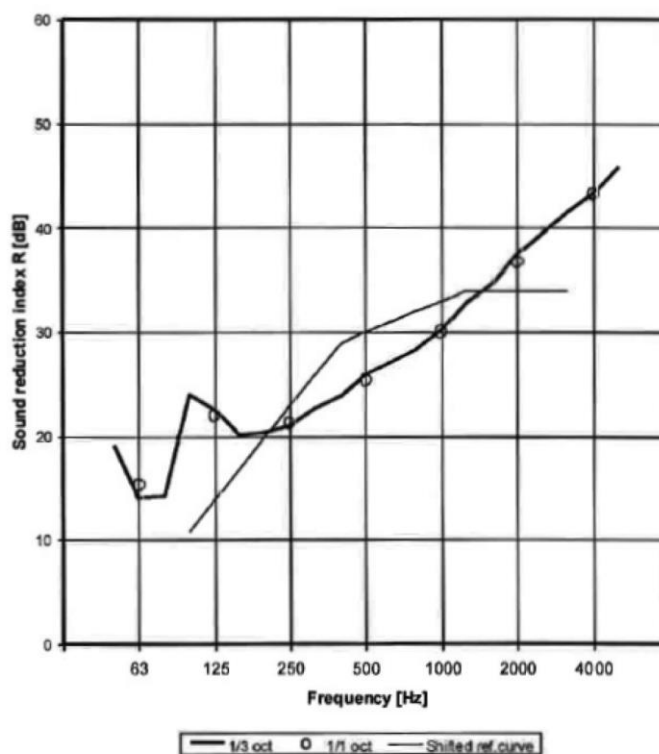
Kokosystems B.V.

AIRBORNE SOUND INSULATION OF GLAZINGS OR PANELS**Laboratory measurement in accordance with EN-ISO 10140-1 Annex A**

Client : Kokosystems B.V. Product : Kokowall LITE Element
 Projectnummer : 054.01117/01.28 Test room : transmissionrooms 3-4
 Mounted by : Kokosystems B.V. Testdate : 2011-09-22
 Description specimen : frame of U-channels, a row of coco fibre wrapped poles, plastisol coated steel plate, steel netting, borders closed with aluminium tape

Mass : 15 kg/m² Source room volume : 109 m³
 Surface area : 2 m² Receiving room volume : 99 m³

Freq. Hz	R	
	1/3 oct dB	1/1 oct dB
50	19,1	
63	14,1	15,3
80	14,2	
100	24,0	
125	22,4	21,9
160	20,1	
200	20,2	
250	21,0	21,2
315	22,6	
400	23,8	
500	25,8	25,3
630	27,0	
800	28,3	
1000	30,1	30,0
1250	32,8	
1600	34,6	
2000	37,4	36,7
2500	39,5	
3150	41,6	
4000	43,3	43,2
5000	45,8	



Rating in accordance with EN-ISO 717-1

 $R_w(C;C_{tr}) = 30 (0 ; -3) \text{ dB}$ EN 1793-2 $DL_n = 27 \text{ dB(A); cat. B3}$ $(C_{63-3150}; C_{125-5000}) = (-1 ; -4) \text{ dB}$ $(C_{125-5000}; C_{250-10000}) = (0 ; -4) \text{ dB}$ $(C_{125-5000}; C_{250-10000}) = (0 ; -3) \text{ dB}$

TNO

KOKOS04

Eventuelle udligninger af højdeforskelle på terræn udføres som standard ved forskydning af overkant på elementerne ved hver stolpe. Den samlede højde på støjhegnet, kan i disse situationer derfor adskille sig fra den opgivne højde.

I henhold til fabrikantens anbefalinger, bør der plantes en dækkende beplantning på begge sider af elementerne, da det kan medvirke til at forbedre levetiden på materialerne (Uv-stråling m.m.)

Udfyldningen kræver et løbende vedligehold for at undgå udtørring af de naturlige kokosfibre.



Om os:

ISHØJ HEGN A/S er en landsdækkende, familieejet produktions-, handels- og servicevirksomhed med rødder helt tilbage til 1919. Gennem alle år har vi været markedsførende inden for hegnsmateriale, hegnsopsætning, områdesikring, adgangskontrol, porte og låger.

ISHØJ® er virksomhedens logo og er registreret som vores varemærke. Det blå ISHØJ-skilt, som sidder på utallige hegn og porte i hele landet, er din garanti for høj kvalitet, god service og lang levetid. ISHØJ HEGN tilbyder en lang række produkter indenfor hegn, områdesikring og adgangskontrol. Vi er specialister i at lave individuelt tilpassede løsninger til et bredt kundesegment – lige fra private hjem til komplekse erhvervs løsninger.

Vi tilbyder mange forskellige typer af hegn og er især kendt for vores trådhegn, panelhegn og byggepladshegn. Herudover tilbyder vi montage af manuelle og automatiske porte, låger, bomme og pullerter, støjhegn, TV-overvågning, adgangskontrol og andre effektive former for områdesikring.

Vi tager forbehold for evt. fejl i indholdet af brochuren, samt forbeholder os ret til ændringer i tekniske specifikationer m.m. uden forudgående varsel. Indholdet (tekster m.m.) i brochuren tilhører ISHØJ HEGN A/S og må ikke gengives uden forudgående aftale.

Fra start til slut.

Går du med tanker om, hvordan den nye opgave eller et nyt projekt skal udføres? - Hvilke typer af hegn eller porte, vil give den bedste løsning i forhold til det ønskede formål(?)

Så er du selvfølgelig velkommen til at kontakte en af vores konsulenter, som står klar til at hjælpe dig med at svare på spørgsmål, samt komme med gode råd og eventuelle løsningsforslag.

Ud fra de aftalte valg, kan vi fremsende et uforpligtende tilbud, der inkluderer alle de valgte løsninger i forbindelse med levering og udførelse af den samlede opgave.

Opgaverne udføres af vores erfarne montører, som sørger for at materialerne placeres og opsættes til det aftalte tidspunkt, og i henhold til den indgåede aftale da opgaven blev bestilt. Alt sammen, så den færdige løsning ender med et tilfredsstillende resultat.

