



Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

# Green Silencer

Udvikling og test af grøn støjvæg

Miljøprojekt nr. 1718, 2015

**Titel:**

Green Silencer

**Redaktion:**

Brian Nielsen, Green Silencer ApS  
Anders Theisen, Green Silencer ApS

**Udgiver:**

Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K  
www.mst.dk

**År:**

2015

**ISBN nr.**

978-87-93352-31-5

**Ansvarsfraskrivelse:**

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>Konklusion og sammenfatning</b> .....	<b>5</b>
Conclusion and summery.....	6
<b>1. Projektbeskrivelse</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Konstruktion</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Jordtypen</b> .....	<b>9</b>
<b>4. Planter</b> .....	<b>10</b>
<b>5. Støjdæmpende egenskaber</b> .....	<b>11</b>
<b>6. Totalindtryk</b> .....	<b>12</b>
<b>Bilag 1: Fotos af Green Silencer hos Nykilde</b> .....	<b>13</b>
<b>Bilag 2: Resultatet af lydtest fra Delta</b> .....	<b>16</b>

# Forord

Dette projekt om grønne støjvægge er gennemført i perioden januar 2010 til december 2013.

Denne rapport beskriver resultaterne af udviklingsprojektet, herunder muligheder og anbefalinger til videreudvikling og forbedringer af grønne støjvægge. Desuden beskriver rapporten, hvilke planter, der generelt er egnede til anvendelse i beplantede støjvægge til udendørsbrug.

Projektet er gennemført af Veronica Teknik og Green Silencer.

Projektets deltagere var:

Kenn Jørgensen

Brian Nielsen

Anders Theisen

Projektet blev fulgt af en følgegruppe bestående af Marianne T. Hounum og Jesper Mogensen fra Miljøstyrelsen.

Projektet blev støttet af Miljøstyrelsen.

# Konklusion og sammenfatning

GreenSilencer projektet er gennemført med positivt resultat.

GreenSilencer opstillede en lille væg (2,4 x 2,0 m) hos Nykilde i Slagelse. Denne væg har nu stået 2½ år med de samme planter. Flere planter er døde mens andre har overlevet (se afsnit 3 samt billeder af væggen i bilag 1).

GreenSilencer har lavet støjmålinger hos DELTA med positive resultater – meget høj støjreduktion, men lavere støjabsorption.

GreenSilencer forsøgte med en væg ved Ryparken (5,0 x 3,0 m), som blev opstillet i sommeren 2012. På denne væg klarede planterne sig generelt dårligt.

Konklusionen fra MST-projektet er, at GreenSilencer fungerer godt. Man kan skabe en grøn væg, der har særdeles god støjdæmpning. Men væggen bør beplantes (som i havemiljøer) i efteråret eller i foråret.

De nuværende dele vurderes dog ikke som velegnede til opsætning, primært pga. at overfladerne af profilerne er høvlede, som gør dem mere sårbare overfor udefra kommende påvirkninger.

Der kan med fordel optimeres på jordens sammensætning samt selve systemet for at reducere omkostninger. Det vurderes, at man med simple tiltag, baseret på nuværende grundtanke, kan lave en konkurrencedygtig væg, som er grøn/beplantet.

## **Konklusion**

På baggrund af de nuværende resultater kan GreenSilencer gå i gang med at sælge det nuværende system. Der vil dog ikke være et godt økonomisk incitament fordi opsætningsomkostningerne er for store.

Der er igangsat en række udviklingsaktiviteter for at designe, udvikle og optimere et mere robust og konkurrencedygtigt støjdæmpningshegn med grønne planter.

Dette system ventes klar i sommeren 2014.

# Conclusion and summary

GreenSilencer is a green wall with plants that has been tested for noise reduction and noise absorption.

GreenSilencer has been tested at Ryparken along a major road in Copenhagen. The wall was established in the summer of 2012.

Noise absorption and noise reduction has been measured at DELTA with positive results. Results from testing show high noise reduction, but lower noise absorption.

There are however still developments to be made according to the survival of the plant on the wall on a longer perspective.

# 1. Projektbeskrivelse

GreenSilencer startede med en konstruktionsfase. Denne blev gennemført i 2010 og 2011. I denne fase dimensionerede projektet profiler og bindere.

I foråret 2011 blev en test opstilling lavet hos planteeksperten Nykilde (en væg der var 2,4 meter lang og 2,0 meter høj). Til denne opstilling blev der dimensioneret en jordblanding af lavasten, spagnum og gødning. Væggen blev beplantet med mange forskellige planter (billeder ses i bilag 1).

Efter over en lang periode at have forsøgt at få opstillet en længere væg i et bymiljø, endte Greensilencer med at lave en ny testopstilling ved Ryparken, København i juli 2012. Væggen var 5,0 meter lang og 3,0 meter høj (stolpeafstand på 2,4 meter).

Samme jord som på Nykildevæggen blev anvendt og af planter blev både nye typer og gengangere fra Nykilde-væggen brugt (billeder ses i bilag 2).

Efter endnu en lang periode at have forsøgt at lave en væg i bymiljø, blev det besluttet i 2013 at ændre fokus og lave støjmåling hos DELTA. Støjmålingen blev gennemført i oktober 2013 og rapporten modtaget i november 2013. (rapporterne ses i bilag 3).

I september 2013 blev væggen ved Ryparken pillet ned. På dette tidspunkt var de fleste planter døde. Selve konstruktionen blev analyseret.

## 2. Konstruktion

GreenSilencer's konstruktion har vist sig at være god og stærk. Selve vægprojektet er gennemført med positivt resultat. De opstillede konstruktioner har klaret vind og vejr – i en tid med både ekstrem kulde og tørke.

Ved nedpilningen af støjvæggen ved Ryparken kunne man vurdere trætheden af materialerne. Her kunne man se, at bindere og profiler som hovedregel sad som de skulle; men enkelte profiler og bindere var blevet lidt skæve. Dette vurderes at skyldes kombinationen af:

- Afstanden mellem binderne var for lang
- Vægt af jorden måske er for tung til konstruktionen
- Stolpe-designet på Ryparken tillader lidt bevægelse af konstruktionen (ikke tætsluttende stolper som gør at væggen kan "sætte sig").
- En våd, frossen jord udvider sig. En sådan udvidelse kan øge presset på profilerne, som dermed lettere bliver skæve.

Stolpedesignet hos Nykilde er anderledes og tillader ikke at væggen "sætter sig". Her ses der ikke marginalt skæve profiler og afstanden mellem stolperne er 2,0 meter. Profilerne er i begge opsætninger høvlet, hvilket giver en ru, åben overflade med et mere naturligt look. Desværre har profilerne nogle steder suget væske, som så er frosset til is (udvidelse), hvilket har bevirket, at der er opstået buler i materialet (ses kun enkelte steder). Ved at anvende ikke-høvlede profiler vil man kunne undgå denne vandsugning.

Det har vist sig at være langsommeligt at opstille konstruktionen, da jordpåfyldningen mellem hver altan er nødvendig.

### **Anbefalinger & Muligheder**

Det anbefales, at profilernes overflade ikke høvles, således at de ikke kan suge vand.

Det anbefales at optimere konstruktions styrke. Der bør udarbejdes en analyse af konstruktionens styrke ved forskellige design – eventuelt flere bindere per løbende meter eller på anden måde fastholdelse af profilerne (kunne være kortere afstand mellem stolperne – måske max 2,0 meter).



# 3. Jordtypen

GreenSilencer's jord er udviklet i samarbejde med Nykilde. Jorden indeholder lavasten som udmærker sig ved at have høj sugeevne og at være god til at holde på væsken.

Sammensætning af jorden har været:

- Grov spagnum med lange fibre
- Groworld – vulkansk ekspanderet stenblanding fra Island
- Supermuld- sand og kompost blanding fra Solum gruppen
- Organisk gødning

Siden mange af planterne hos Nykilde har overlevet, vurderes jorden at være god. Dog har den tørre sommer 2013 samt vinteren 2012/13 dræbt mange af planterne på væggen ved Ryparken, mens mange af planterne hos Nykilde er overlevet, pga. den længere tilpasningstid, de har haft.

Ovenstående resultater har givet grundlag for en overvejelse og igangsætning af en optimering af jordsammensætningen.

Det er bemærket, at en mulig ny jordtype kan suge meget vand. En sådan jordtype vil kunne anvende som væsketank i bymiljøer (ved store regneskyld).

## **Anbefalinger & Muligheder**

Det anbefales, at der arbejdes yderligere på en ny jordtype – der er indgået et samarbejde med AgroTech, om yderligere test og udvikling.

Det anbefales, at der arbejdes videre med idéen om at benytte Green Silencer som væsketank i forbindelse med kraftige regnskyl, samt at arbejde videre med tykkelsen af væggen, da hver cm væggen øges i bredden svarer til en forøgelse af den mulige vandopsamling med ca. 8%

# 4. Planter

De planter Greensilencer har anvendt har vist, at nogle planter generelt har god overlevelsessevne i væggen, mens andre har dårligere evne.

Nykilde har generelt haft et fokus på planter, de ved, egner sig til grønne tage, da det er der, deres ekspertise ligger. Det har udgjort overvægten af testede planter. GreenSilencer ønsker, at udvalget af planter bliver væsentligt større og mere varieret. Greensilencer og Nykilde samarbejder derfor fortsat omkring jord og planter.

Det kan generelt siges, at velegnede planter afhænger af hvor i verden væggen står. Vigtige parametre er hvor meget det regner og hvilken vej væggen vender (syd/nord vs. øst/vest). Har man en høj væg, der vender syd/nord, skal planterne mod nord være planter, som kan tåle ikke at få sol. Generelt skal man anvende planter, som tåler frost til rødder og som tåler stærk udtørring. Dette er blandt andet stenbedsplanter.

## **Anbefalinger & Muligheder**

Det anbefales, at der fremadrettet opsamles data på væggen hos Nykilde for kontinuerligt at forstå planterens evne til at overleve.

Der kan med fordel laves flere forsøg med syd/nordvendte vægge, hvor der bør findes flere planter (såsom storkenæb) som kan tåle at vende mod nord og trives i skygge.

# 5. Støjdæmpende egenskaber

Greensilencer blev testet hos DELTA. Der blev testet for støjreduktion (EN 1793- 2:1997) og støjabsorption (EN 1793-1:1997). Væggen blev lydtestet uden beplantning. Manglende beplantning har en negativ effekt på støjabsorptionen (væggen mangler brudte flader). Den vurderes dog at være lille og derfor ses der bort fra denne effekt.

DELTA's rapporter er vedlagt i bilag 3. Konklusionen fra rapporterne er, at Greensilencer har følgende støjdæmpende egenskaber og klasse:

GreenSilencer har en støjreduktion ( $DL_R = 42\text{dB}$ ) ved EN 1793-2:1997. Dette bevirker at væggen får støjreduktionsklassen B3.

GreenSilencer har en støjabsorption ( $DL_\alpha = 4\text{dB}$ ) ved EN 1793-2:1997. Dette bevirker at væggen får støjabsorptionsklassen A2.

GreenSilencer mener, at resultaterne er yderst tilfredsstillende og forventede. GreenSilencer vurderes som velegnet til støjdæmpning. Konklusionen af lydtesten kan ses på bilag 3.

## **Anbefalinger & Muligheder**

Det anbefales at profilerne optimeres, så de ikke har så store lodrette flader, men i stedet reflekterer ned mod vejbanen.

Det er en mulighed at forbedre støj absorptionen ved at lave større åbne jordområder (altaner), hvori støjen kan absorberes.

# 6. Totalindtryk

Overordnet vurderes projektet til at være vellykket, dog må det bemærkes at projektforsinkelsen ikke har været optimal.

Der er lavet en grøn beplantet støjvæg, som kan stå i det danske klima og give en meget god støjreduktion.

Der er gennem projektet fundet mange 'learnings' eller optimeringsmuligheder, som gør, at GreenSilencer med fordel kan optimere systemet eller videreudvikle systemet.

De væsentligste optimeringsmuligheder ligger i optimering af profildesign, opstillingsmetode, jordsammensætning og konstruktionsstyrke.

GreenSilencer godt kan sælge det nuværende system, men bør være opmærksom på opsætningstidspunktet (ikke i frost og ikke i tørke/varme) og at levetiden på profilerne er stærkt reduceret på grund af den høvlede overflade (måske under 5 år). Der bør laves ikke gives planteoverlevelses garantier med nordvendte plantevægge, før der er lavet yderligere forsøg med planters overlevelse. Samtidigt, på grund af opsætningsmetode er løsningen ikke rentabel i sin nuværende form.

**Bilag 1: Fotos af Green Silencer hos Nykilde**





**Bilag 2: Fotos af Green Silencer ved Ryparken**







**Bilag 3: Resultatet af lydtest fra Delta**



DANAK 100/1742  
Page 9 of 12

Graph Sheet 1

**Laboratory Measurement of Sound Absorption Coefficient according to EN ISO 354:2003**

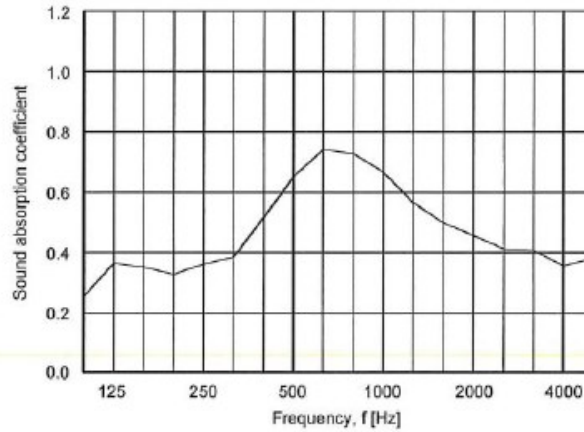
Client: Green Silencer Aps. Skåret 1, 3320 Skævinge, Denmark  
Date of test: 30 October 2013

Test specimen: Green Silencer noise barrier, a traffic noise barrier made from wood/plastic composite panels filled with soil. The posts are made of steel profiles. The construction and mounting of the test specimen in the laboratory appears in Section 2 and 3 in the Test Report.

Mounting depth: 300 mm (Type A mounting)

Test area: 10.8 m<sup>2</sup>  
Room volume: 215 m<sup>3</sup>  
Room surface: 305 m<sup>2</sup>

Frequency f [Hz]	$\alpha_s$
100	0.26
125	0.37
160	0.35
200	0.33
250	0.36
315	0.38
400	0.52
500	0.65
630	0.74
800	0.73
1000	0.67
1250	0.57
1600	0.50
2000	0.46
2500	0.41
3150	0.41
4000	0.36
5000	0.38



Single-number rating of sound absorption  $DL_a$  calculated in accordance with EN 1793-1:1997 and category of absorptive performance in accordance with Annex A in EN 1793-1:1997:

$DL_a = 4$  dB    Category: A2

DELTA, 14 November 2013

Dan Hoffmeyer, Acoustics





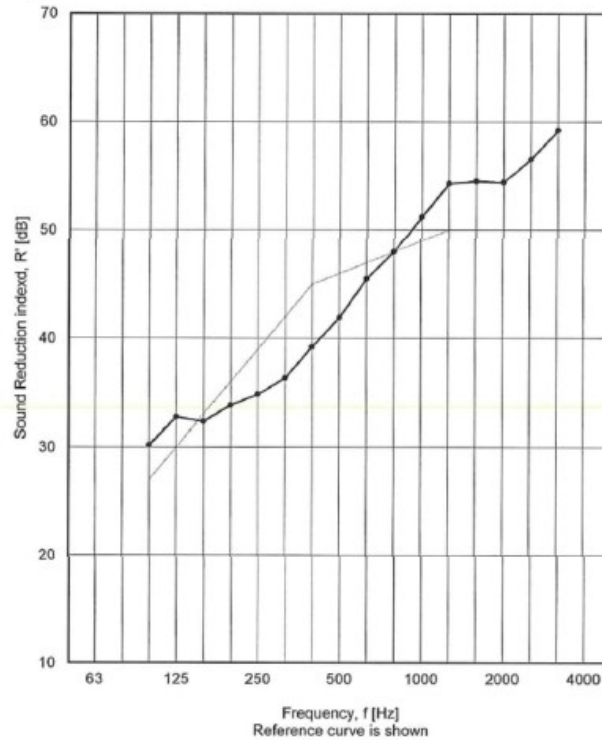
## Laboratory Measurement of Sound Reduction Index according to EN ISO 10140:2010 Part 2, 4 and 5

Client: Green Silencer Aps, Skåret 1, 3320 Skævinge, Denmark  
 Date of test: 2013-10-29  
 Test specimen: Green Silencer noise barrier, a traffic noise barrier made from wood/plastic composite panels filled with soil. The posts are made of steel profiles. The construction and mounting of the test specimen in the laboratory appears in Section 2 and 3 in the Test Report.

Test specimen mounted by: Green Silencer Aps

Area of test specimen: 9.95 m<sup>2</sup>  
 Mass per unit area: 189 kg/m<sup>2</sup>  
 Air temperature: 18°C  
 Air humidity: 64 % RH  
 Source room volume: 230 m<sup>3</sup>  
 Receiving room volume: 215 m<sup>3</sup>

Frequency f [Hz]	R One-third octave [dB]
100	30.2
125	32.7
160	32.3
200	33.8
250	34.8
315	36.3
400	39.2
500	41.9
630	45.5
800	48.0
1000	51.2
1250	54.3
1600	54.5
2000	54.4
2500	56.5
3150	59.2
4000	60.7
5000	62.5



Single-number rating of the airborne sound insulation calculated in accordance with EN 1793-2:1997 and category of airborne sound insulation in accordance with Annex A in EN 1793-2:1997:

$DL_R = 42$  dB Category: B3

Weighted sound reduction index according to EN ISO 717-1:1996 and EN ISO 717-1 Amendment 1:2006:

$R_w(C; C_{tr}) = 46(-1; -5)$  dB

Evaluation based on laboratory measurement results obtained by an engineering method: EN ISO 10140:2010 part 2, 4 and 5

DELTA, 14 November 2013



Leif Ødegaard, Acoustics



### **Green Silencer**

Konklusionen fra MST-projektet er, at GreenSilencer fungerer godt. Man kan skabe en grøn væg, der har særdeles god støjdemping. Men væggen bør beplantes (som i havemiljøer) i efteråret eller i foråret.

De nuværende dele vurderes dog ikke som velegnede til opsætning, primært pga. at overfladerne af profilerne er høvlede, som gør dem mere sårbare overfor udefra kommende påvirkninger.

Det vurderes, at man med simple tiltag, baseret på nuværende grundtanke, kan lave en konkurrencedygtig væg, som er grøn/beplantet.



**Miljøministeriet**  
Miljøstyrelsen

Strandgade 29  
1401 København K  
Tlf.: (+45) 72 54 40 00

**[www.mst.dk](http://www.mst.dk)**