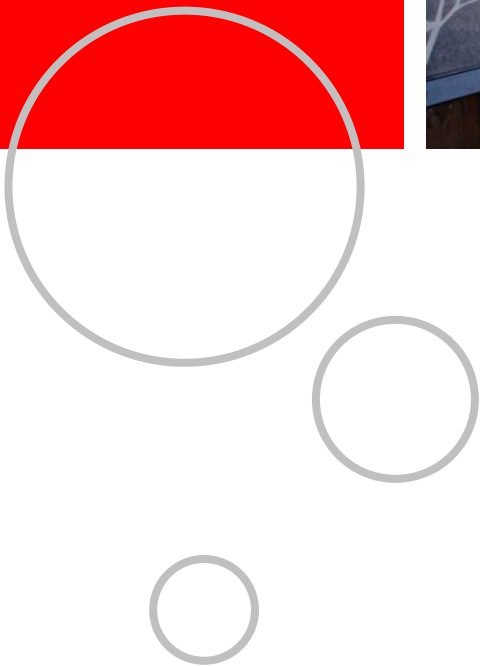


Hljóðvarnir við vegi

Framboð og valkostir

Desember 2011



Efnisyfirlit

1	Inngangur	5
2	Hljóðvarnir.....	7
2.1	Umferðaröryggi	9
2.2	Staðlar.....	10
3	Mismunandi gerðir hljóðvarna	11
3.1	Ál, stál og aðrir málmar	12
3.2	Gegnsæir veggir.....	15
3.3	Jarðvegsmanir og gróðurveggir	18
3.4	Steypa.....	22
3.5	Timbur	25
3.6	Samsettir veggir.....	28
3.7	Bráðabirgðaveggir	29
3.8	Nýjungar	29
3.9	Hallandi og sveigðir veggir.....	33
4	<i>Samantekt og niðurstöður</i>	34
	Heimildaskrá.....	35
	Viðauki -Framleiðendur í Evrópu.....	37

1 Inngangur

Verkefni þetta er unnið í samvinnu við Vegagerðina en verkefnið hlaut rannsóknarstyrk frá Vegagerðinni árið 2009 og framhaldsstyrk árið 2010. Að hálfu rágjafa komu að verkinu Gígja Gunnlaugsdóttir og Margrét Aðalsteinsdóttir. Baldur Grétarsson, veghönnunardeild og Daníel Árnason, rekstrardeild önnuðust verkefnastjórn af hálfu Vegagerðarinnar.

Tilgangur verkefnisins var að kanna framboð og valkosti hljóðveggja þegar velja á hljóðvarnir við vegi. Virkni og gæði hljóðvarna er skoðuð sérstaklega með íslenskar aðstæður í huga. Tekið er á umferðaröryggisþætti hljóðvarna en í einhverjum tilfellum virðist sá þáttur víkja fyrir fagurfræðilegum sjónarmiðum. Það sama gildir um virkni hljóðvarna en í vissum tilfellum eru hljóðvarnir valdar með fagurfræðina ofar í huga en virkni þeirra, til þess að verja svæði fyrir hávaða.

Markmið verkefnisins er að taka saman framboð hljóðvarna og helstu valkosti miðað við íslenskar aðstæður, skermvirkni þeirra og öryggi. Einnig verður gerð grein fyrir þeim hljóðvörnum sem notaðar hafa verið hér á landi. Algengast er að byggja tiltölulega flatar grasvaxnar manir úr jarðvegsefni sem fellur til á verkstað. Þar sem nægjanlegt rými fyrir hljóðmanir úr jarðvegi er ekki fyrir hendi hefur gjarnan verið notast við veggi úr tilbúnum einingum eða veggi smíðaða á staðnum.

2 Hljóðvarnir

Til að sporna við hávaða frá umferð eru til ýmsar lausnir. Umferðarhraði hefur áhrif á hávaða og með minni hraða má draga úr hávaðanum. Hljóðveggir og manir eru áhrifamestu lausnirnar þegar að minnka á hávaða. Aukinn hávaði myndast við notkun nagladekkja og víða erlendis hefur fengist góð reynsla af hljóðísogandi malbiki.

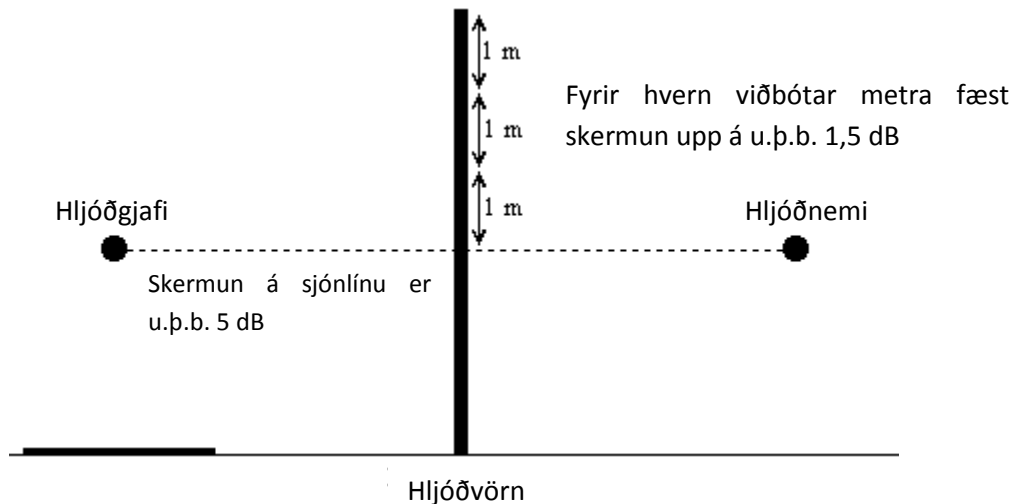
Hljóðvarnir geta verið byggðar upp á mismunandi hátt:

- Jarðvegsmön
- Styrktur jarðvegur
- Jarðvegsmön studd með vegg
- Veggur með gróðri
- Veggur
- Vegur í skeringu / niðurgrafinn vegur
- Yfirbyggður vegur

Áhrif hljóðvarna við vegi eru mismunandi eftir gerð og stærð. Þéttur og góður hljóðveggur gefur góða og örugga skermun á hávaða frá umferð. Þéttar og góðar hljóðvarnir sem eru 2-3 m að hæð gefa almennt 5 - 10 dB lækkun á jafngildishljóðstigi en um 8 - 13 dB á hágildishljóðstiginu ef mælt er í 2 m hæð. Helstu þættir sem hafa áhrif á virkni varna eru eftirfarandi:

- Skermhæð varna
- Fjarlægð milli hljóðgjafa og varna
- Fjarlægð milli varna og móttakanda
- Lengd varna
- Efni varna

Nota má þumalfingurreglu til að áætla hvað eins metra hækkun á hljóðvegg skilar mikilli skermun. Gróft má áætla að fyrir hvern viðbótar metra yfir sjónlínu megi fá skermun upp á 1,5 dB. Sjá einnig skýringarmynd 2-1.

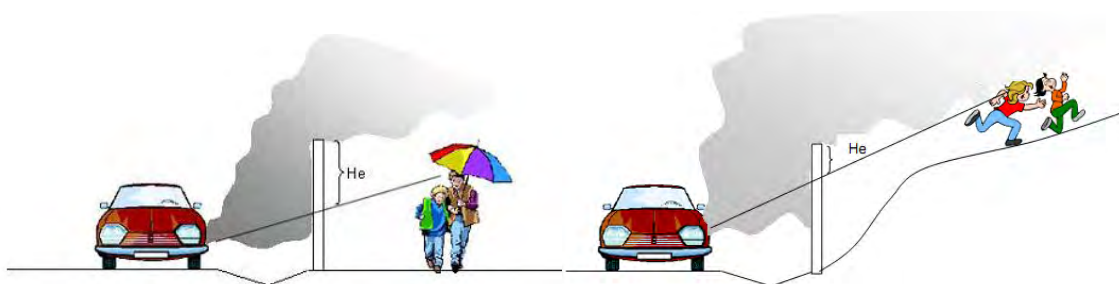


Mynd 2-1: Þumalfingurregla, hve mikla skermvirkni má gera ráð fyrir með aukinni hæð hljóðvarna.¹

Norðmenn hafa verið duglegir við að rannsaka og mæla virkni hljóðvarna. Tafla 2-1 sýnir niðurstöður hljóðmælinga sem framkvæmdar voru á nokkrum mismunandi veggjum í Noregi. Í töflunni táknar He áhrifahæðina, sjá nánar á mynd 2-2.

Tafla 2-1: Mæld hljóðskermun fyrir mismundi tilfelli. Gildi fengin úr norskrri mælingu á mismunandi gerðum hljóðvarna.²

Efni/ áhrifa hæð	He 0,4 m	He 0,8 m	He 1,2 m	He 1,6 m	He 2,0 m	He 2,4 m
Steyptir veggir	9,4	11,4	12,6	16,6	-	-
Einfaldir tréveggir	9,2	11,4	12,9	13,6	14,1	13,3
Gegnsæir veggir	10,0	12,3	13,0	-	15,0	-
Jarðvegsmanir	9,1	11,7	13,6	15,0	16,9	16,9
Tvöfaldir tréveggir	11,1	13,7	15,0	-	16,7	19,3



Mynd 2-2: Áhrifahæðin er háð því hvar móttakarinn er staðsettur með tilliti til hávaðauppsettunnar. Hér er vörnin 2,5 m há en áhrifa hæðin í kringum 1,2 m á myndinni hér til vinstri. Á myndinni til hægri er áhrifahæðin 0,5 m.³

1 Noise Barrier Design Handbook - Acoustical Considerations -

http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/noise_barriers/design_construction/design/design03.cfm

2 Idekatalog. Støyskjermer, Eksempler fra Oslo og Akershus. Statensvegvesen, Region Øst. Desember 2008.

<http://www.vegvesen.no/attachment/99460/binary/157658>

Af niðurstöðum hljóðmælinga frá Noregi (tafla 2-1) má sjá að við 1,2 m áhrifahæð eru veggirnir með sambærilega skermun eða um 13 dB í skermun. Þegar áhrifahæðin verður meiri eru þéttari veggirnir að skila betri skermun. Umferðarhávaði er mjög breytilegur yfir tíðnisviðið og fer það eftir hraða umferðar á hvaða tíðnum hann er í hámarki. Þegar hraðinn er mikill er dekkjahljóð yfirgnæfandi og nær hágildi við 1000 Hz.

Hljóðeinangrunargildi veggja er oft gefið upp af framleiðendum. Er þá átt við lofthljóðeinangrun veggjarins fyrir tiltekna uppbyggingu hans. Lofthljóðeinangrun milli tveggja rýma ræður því hversu mikið hljóð berst á milli þeirra. Mælikvarði á þetta er svokölluð hljóðdeyfitala R sem mæld er í dB og er það sú tala sem að margir framleiðendur gefa upp.

2.1 Umferðaröryggi

Helstu hættur í umhverfi vega eru fastir hlutir við veg s.s. vegbúnaður sem er ekki eftirgefanlegur, skurðir, grjót og jarðvegsbakkar. Hljóðvarnir við stóra og umferðarpunga vegi geta því ógnað öryggi vegfarenda séu hljóðvarnir ekki útfærðar með tilliti til umferðaröryggis.

Þeir staðlar sem gilda um vegbúnað á Íslandi eru IST-EN 1317, um vegrið, og IST-EN 12767, staðall um stólpa, skilti og svo veghönnunarreglur Vegagerðarinnar.

Hljóðvarnir ættu almennt að vera staðsettar utan öryggissvæðis vega eða vera varðar með viðurkenndum vegriðum. Þar sem aðstæður leyfa, er hægt að nota steypa vegg sem getur reynst betri lausn með tilliti til umferðaröryggis og jafnframt uppfyllt kröfur um hljóðvist ásamt því að vera tiltölulega hagkvæm lausn.⁴ Viðbótaratriði um öryggismál sem huga þarf að eru:

- Hljóðvarnir mega ekki skerða útsýni vegfarenda við gatnamót, stoppistöðvar og þar sem göngustígar þvera götur o.s.frv.
- Háir veggir geta valdið skuggaáhrifum sem geta leitt til ísingar, sviftivinda og verra veggrips.
- Snjór getur safnast upp við og út frá skjólveggjum. Taka þarf tillit til þess varðandi lögum veggja og hvernig fjarlægja megir snjó án þess að raska eðlilegu umferðarflæði.
- Huga þarf að áhrifum ákeyrslu á varnirnar og hvort nauðsynleg sé að setja upp vegrið.
- Yfirborð varna ætti ekki að endurkasta ljósi sem gæti valdið truflun. Hætta er á endurkasti frá málmum, gleri og akrýl.
- Ef lengd hljóðvarna beggja vegna vegar er yfir tilskilinni lengd, er nauðsynlegt að koma fyrir neyðarútgöngum með reglulegu millibili, svo öikumenn geti forðað sér í neyðartilvikum. Aðgangur og útgangur skal vera til staðar fyrir fólk og ökutæki í neyðartilvikum og vegna viðhalds á vörnunum. Gjarnan er um 200 m milli aðgangsopa á hraðbrautum.

³ Idekatalog. Støyskjermer, Eksempler fra Oslo og Akershus. Statensvegvesen, Region Øst. Desember 2008. <http://www.vegvesen.no/attachment/99460/binary/157658>

⁴ New Zealand's Transport Agency. Transport noise, Design considerations. <http://acoustics.nzta.govt.nz/management/design-considerations>

2.2 Staðlar

Kröfur um gæði og staðlaviðurkenningar á hljóðvörnum eru settar fram í ÍST EN 1793 og 1794. Eftirfarandi staðalar eru til hjá Evrópusambandinu:

- ÍST EN 1793-1:1997 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption
- ÍST EN 1793-2:1997 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation
- ÍST EN 1793-3:1997 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 3: Normalised traffic noise spectrum
- ÍST EN 1794-1:2011 Road traffic noise reducing devices - Non-acoustic performance - Part 1: Mechanical performance and stability requirements
- ÍST EN 1794-2:2011 Road traffic noise reducing devices - Non-acoustic performance - Part 2: General safety and environmental requirements

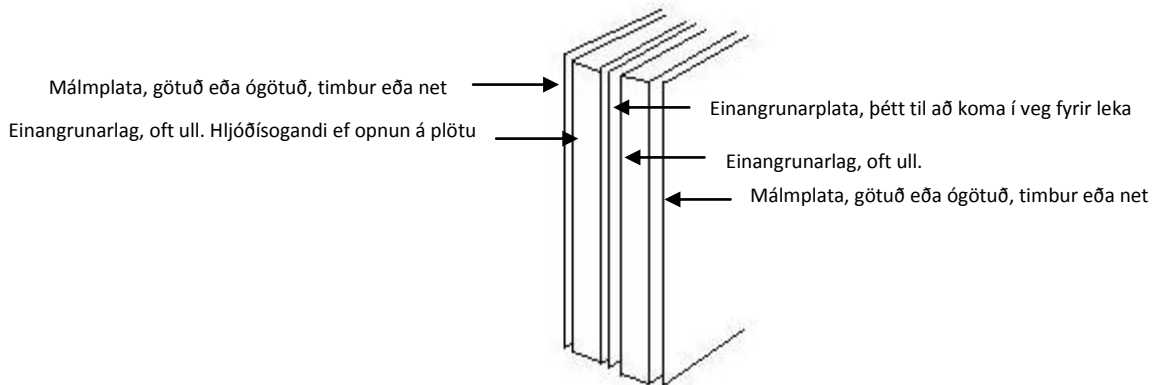
3 Mismunandi gerðir hljóðvarna

Í boði er fjöldinn allur af mismunandi gerðum hljóðvarna. Gæði þeirra og virkni eru jafn misjöfn og þær eru margar. Hér verður greint frá helstu gerðum hljóðvarna, virkni þeirra og gæðum við íslenskar aðstæður sem og viðhaldi og kostnaði.

Nauðsynlegt er að hafa eftirfarandi atriði í huga við val á hljóðvörnum.

- **Staðsetning hljóðvarna.** Hljóðisogandi efni skal vera staðsett uppsprettumegin við hljóðvegg. Þannig má koma í veg fyrir að endurkast frá veggnum magni hljóðstigið frá uppsprettunni, þ.e. með samlegðaráhrifum. Þetta er líka mikilvægt vegna þess að hækkað hljóðstig á vegi getur valdið streitu hjá öikumönnum. Æskilegt er að hljóðisogsflötur sé 30% opinn m.v. að steinull sé bakvið yfirborð flatar. Eftir því sem hljóðvörnin er staðsett nær hljóðgjafanum því betra. Mesta og besta virkni hljóðvarna fæst næst hljóðuppsprettunni.
- **Viðhald og ending.** Hér á Íslandi þurfa hljóðvarnirnar að standast áraun vegna veðurs, olíu, salts, sólarljóss og steinkasts svo eitthvað sé nefnt. Varnir þurfa að þola þrif og háþrýstipvott. Ef hætta er á skemmdarverkum á hljóðvörn, svo sem veggjakrot eða barsmíðar er nauðsynlegt að meta hvernig megi bregðast við þeim.
- **Kostnaður á hljóðvörum.** Mikilvægt er að horft sé á heildarmyndina við val á hljóðvörnum því oft getur falist leyndur rekstrarkostnaður á hljóðvörnunum og veggur sem reynist ódýrari í upphafi getur orðið margfalt dýrari þegar upp er staðið.
- **Pláss og umhverfi.** Hljóðvarnir eru mis plássfrekar. Einnig skiptir máli að hljóðvörnin falli vel inn í umhverfi sitt.
- **Fagurfræðin** er stór þáttur sem taka þarf tillit til og fer það alla jafna eftir umhverfi þess svæðis sem skal verja.

Mynd 3-1 sýnir æskilega uppbyggingu hljóðveggjar með góða hljóðeinangrandi eiginleika. Platan í miðjunni þjónar því hlutverki að hljóðeinangra, þ.e. hleypra engu hljóði í gegn. Ekki er alltaf þörf á að hafa tvöfalda vegg líkt og þann sem er sýndur á mynd 3-1. Æskilegt er að veggurinn sé tvöfaldur ef málmlatan er götuð báðum megin, eins ef um timbur- eða netavegg er að ræða. Þannig má koma í veg fyrir að hljóð leki um op. Þegar að önnur málmlatan er ógötuð nægir að notast við einfaldan vegg.



Mynd 3-1: Hefðbundin uppbygging á hljóðvegg með góða hljóðeinangrandi eiginleika.

Hér fyrir neðan eru talin upp nokkur atriði sem hafa áhrif á viðhald og endingu hljóðvarna.

- Efni – val á efni í hljóðvarnir getur haft áhrif á þörf fyrir viðhald
- Uppbygging, hversu auðvelt er að skipta út litlum hlutum, hversu hagkvæmar og skilvirkar lausnir eru í boði þegar þarf að endurnýja eða gera við hluta úr hljóðvörnum.
- Aðgangshurðir / op
- Þrif
- Veggjakrot

3.1 Ál, stál og aðrir málmur

Álveggir í formi hljóðvarna hafa rutt sér til rúms víða erlendis þótt enn sem komið er séu ekki margir álveggir, ef nokkrir á Íslandi.

Kostir álveggja eru margir. Álveggir eru gjarnan úr léttum og meðfærilegum einingum og því auðveldir í uppsetningu. Mögulegt er að sígata álveggina þannig að þeir séu hljóðísogandi sem er æskilegt, en án götunar eru þeir hljóðendurkastandi sem getur leitt til aukins hljóðstigs hljóðgjafamegin. Til eru margar útfærslur á álveggjum og má ýmist fá þá með bárum eða slétta, gataða eða ógataða, og í ýmsum litum svo eitthvað sé nefnt.

Fjölmargir álframleiðendur (og blikksmiðjur) hafa tekið að sér að sérsmíða veggir en einnig hafa margir framleiðendur útfært staðlaða veggir sem hafa gefið góða raun. Framleiðsla á slíkum veggjum er að því er virðist öll erlendis.

3.1.1 Virkni

Virkni málmveggja er nokkuð mismunandi eftir gerð og stærð. Einnig ræðst virkni af því hvort veggur er hljóðísogandi eða endurkastandi. Hefðbundin uppbygging á hljóðvegg úr áli er álplata, eitt eða tvö lög af steinull (eða fleiri) og önnur álplata. Þegar notast er við fleiri en eitt lag af steinull er æskilegt að plata sé á milli laganna og þá sérstaklega þegar að álplötturnar eru gataðar báðum megin.

Allur gangur er á því hvort að önnur álplatan er ógötuð eða báðar gataðar. Eftirfarandi mynd sýnir hefðbundna uppbyggingu á málmvegg.



Mynd 3-2: Uppbygging á hefðbundnum hljóðísogandi málmvegg. Gataðar álplötur yst, hljóðdúkur og loks steinull innst.⁵

Mikil ávinningur er af því að hafa sígataða málmplötu sömu megin og hljóðuppsprettan er. Ef steinull er á bakvið sígataða plötu verður flöturinn hljóðísogandi. Veggurinn dempar því hávaðann við uppsprettuna og kemur í veg fyrir að hann endurkastist aftur út í umferðina og magni hávaðann sem fyrir er. Flestir framleiðendur bjóða upp á bæði gataðar og ógataðar álplötur. Einstaka framleiðendur bjóða upp á gataðar plötur báðum megin og getur það verið hentugt í vissum tilfellum. Veggir án götunnar eru endurkastandi. Með slíkum veggjum er ekki einungis hætt á að hljóðstig á veginum hækki sem getur verið hættulegt ökumanninum, heldur getur hljóðið endurkastast yfir veginn og hækkað hljóðstigið handan við veginn. Einnig geta samlegðaráhrif aukið hávaðann frá veginum til muna.

Með þeirri hefðbundnu uppbyggingu sem lýst er hér að framan með sígataða (yfir 30% opið) álplötu, steinull og aðra álplötu (götuð eða ógötuð) næst hljóðísog í flokki A (hæstu flokkum) samkvæmt niðurstöðum úr stöðluðum mælingum frá framleiðendum. Með tvöföldum vegg eða ógataðri álplötu öðrum megin næst fullnægjandi hljóðeinangrunargildi, eða allt að 28 dB.

3.1.2 Kostnaður

Þessi gerð hljóðvarna er tiltölulega dýr en kostnaðurinn fer þó eftir umfangi og gerð, þ.e. hvort um sé að ræða einfalda álveggi, staðlaða veggi eða sérsníðaða veggi. Ál er jafnan dýrara en stál.

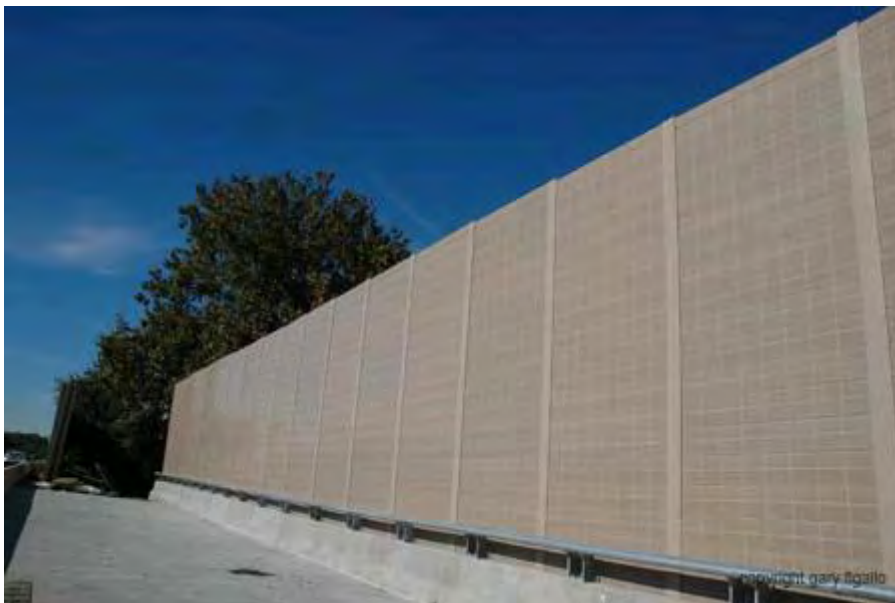
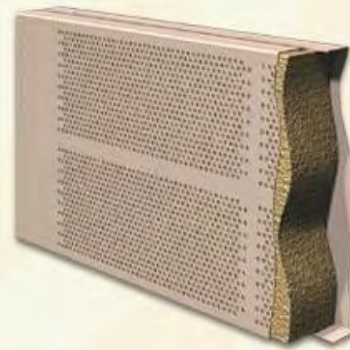
⁵ Myndir fengnar frá Holgate, Schütte standard noise barrier, http://www.holgate.ie/schutte_standard_noise_barrier.htm



VanCampen



Schütte



ACOUSTAX

Mynd 3-3: Dæmi um veggj úr götuðum málplötum. ⁶

⁶ <http://www.campen.nl/campen/en/>,

<http://www.schuette-aluminium.de/en/noise-protection-solutions/highways.php>,

<http://www.acoustax.com/>

3.1.3 Viðhald og ending

Málmveggir standast veðrun ágætlega. Sérstaka húðun þarf á veggina til að þeir standist salt og vætu. Framleiðendur notast við mismunandi húðun og þarf að huga að því hvaða húðun henti best við íslenskar aðstæður. Framleiðendur í Danmörku áætla til að mynda að álveggir við núverandi danskar umhverfisaðstæður endist að minnsta kosti í 50 ár.

Málmveggjum fylgir ekki mikið viðhald, fyrir utan þrif. Auðvelt er að þrifa álveggi en varast skal að nota sterk hreinsiefni. Eins og með aðra hljóðveggi og veggj almennt er auðvelt að mála á þá. Veggjakrot eru því helstu skemmdarverkin á slíkum veggjum en önnur skemmdarverk á álveggjum er erfitt að lagfæra nema með því að skipta út einingum.

3.1.4 Umferðaröryggi

Léttbyggðar einingar eru jafnan nokkuð eftirgefanlegar og geta því auðveldlega skemmst. En einingarnar splundrast sjaldan vegna eiginleika álsins.

3.1.5 Íslenskar aðstæður

Íslensk vetrarveður geta verið erfið og því ekki allar hljóðvarnir sem að ganga upp héraendis. Álveggir eru viðkvæmir fyrir tæringu en þó er mögulegt að verja þá erfiðum aðstæðum með öflugri tæringarvörn. Öflug húðun álveggjar ver vegginn fyrir saltáruninni og þeim erfiðu veðuraðstæðum sem eru á Íslandi. Hins vegar eru fáir ef nokkrir álveggir meðfram vegum Íslands og ekki hægt að fullyrða að slíkir veggir séu endingagóðir héraendis vegna lítillar reynslu. Á Norðurlöndunum, þar sem saltnotkun og veðuraðstæður geta verið sambærilegar og héraendis, hafa álveggir reynst vel og því ekki ástæða til að ætla annað héraendis. Þess má geta að flest umferðarskilti eru úr áli og hefur tæring ekki verið áberandi vandamál í endingu þeirra.

3.1.6 Fagurfræðin

Við val á hljóðvörnum er mikilvægt að huga að því hvernig þær koma út sjónrænt í því umhverfi sem koma á hljóðvörninni fyrir í. Verksmiðjuframleiddar lausnir erlendis frá koma í mörgum útfærslum. Getur verið um að ræða beina hefðbundna veggj, veggj sem mynda bylgjur lóðrétt eða lárétt, mynstraða veggj með mismunandi litum svo einhver dæmi séu tekin. Sérsmíðaðar lausnir eru óteljandi en auðvelt er að vinna með ál og því margir möguleikar fyrir hendi.

3.2 Gegnsæir veggir

Glerveggir eða gegnsæir veggir úr plasti, t.d. plexigler, akrýl o.fl., verða oft fyrir valinu þegar útsýni og léttleiki umhverfis skiptir máli. Með gegnsæjum hljóðveggjum næst meiri birta og lítil skuggamyndun verður. Bílstjórar upplifa græn svæði handan veggjarins betur og slíkir veggir lífga upp á umhverfið. Gegnsæir veggir eru jafnan harðir fletir og hljóðendurkastandi og því æskilegt að slíkir veggir séu notaðir í bland við hljóðísogandi aðgerðir til þess að koma í veg fyrir að hljóðstig aukist hjá ökumönnum sem og að samlegðaráhrif magni hávaðauppsprettuna.

Speglun getur átt sér stað á gegnsæjum veggjum, þá einna helst glerflötum, og getur haft truflandi áhrif á ökumenn, t.d. þegar sól er lágt á lofti. Reynt er að koma í veg fyrir slíka speglun með því að

mynstra veggina. Annar ókostur við gegnsæja veggj er að fuglar eiga það til að fljúga á þá. Eftirfarandi myndir sýna nokkrar mismunandi útfærslur á gegnsæjum veggjum.



Mynd 3-4: Dæmi um gegnsæja veggj og munsturveggj.⁷

3.2.1 Virkni

Gler er þétt í sér og hentar vel til skermunar. Það sama á við um plast, t.d. akrýl og plexigler. Glerveggir virka vel sem skermun á hljóð en eins og fram hefur komið eru þeir hljóðendurkastandi og því æskilegt að þeir séu notaðir í bland við hljóðísogandi veggj. Sem hljóðeinangrun eða skermun dugar að öllu jöfnu 8 mm þykkt gler en til að styrkja glerið og koma í veg fyrir að það sé auðbrjótanlegt vegna skemmdarverka er mælt til að notast við 12 mm þykkt gler og/eða plast.

3.2.2 Kostnaður

Gegnsæir veggir teljast frekar dýrir og líklega með dýrustu hljóðvörnum sem í boði eru. Akrýl- og plastefni er þó eitthvað ódýrara en gler. Þessi gerð veggja er því jafnan dýr, sér í lagi ef mikið er um skemmdarverk og skipta þarf oft út plötum.

⁷ Noise Barrier Design Handbook -

http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/noise_barriers/design_construction/design/design00.cfm

Daily Commercial News - transparent noise barrier pilot program -

<http://dcnonl.com/article/id37725/roadbuilding>,

Madridabierto - <http://www.madridabierto.com/en/artistic-interventions/2004/elena-bajo-warren-neidich.html>

Windowcollisions -

http://www.windowcollisions.info/e/good_solutions/noise_barriers_transparent_walls.html

3.2.3 Viðhald og ending

Almennt má reikna með góðri endingu á gegnsæjum veggjum en sumir þeirra þola þó illa sólarljós og verða ógegnisær eða mattir með tímanum, sérstaklega ef þeir verða fyrir miklu sólarljósi. Sumir þessara veggja eru húðaðir með UV – vörn en það dugir oft ekki til og upplitast þeir með tímanum. Gler þolir sólarljós vel en um leið og það er orðið samlímt er hættu á að sólarljósið skerði eiginleika þess og hljóðveggurinn tapi gegnsæjanleikanum. Akryl veggir virðast haldast gegnsær lengur en aðrar gerðir af plastveggjum.

Auðvelt er að þrifa hljóðuppsprettu megin þ.e. frá akbraut, en þar er í flestum tilfellum mesta þörfin á þrifum. Hins vegar er ekki alltaf auðvelt að komast að hinni hliðinni og í vissum tilfellum ómögulegt. Þess vegna er nauðsynlegt að huga að því hvernig aðstæður til þrifa og almenns viðhalds eru þegar verið er að velja hljóðvarnir. Þegar mikið er um skemmdarverk, brot á plötum og svo ekki sé talað um veggjakrot er nauðsynlegt að halda uppi virku viðhaldi og endurnýjun því um leið og veggur fer að líta illa út, verður hann fyrir enn skæðara áreiti. Einnig þarf að þrifa hljóðveggi reglulega til að halda gegnsæju eiginleikunum virkum.

3.2.4 Umferðaröryggi

Í glerveggi sem ætlaðir eru til hljóðvarnar við veggi, er gjarnan notað hert gler. Mikilvægt er að um sé að ræða samlímt gler þannig að glerið splundrist ekki við árekstur heldur hangi saman og þannig komið í veg fyrir að öryggi annarra vegfaranda sé ógnað með fljúgandi glerbrotum. Það sama á við um plexigler, þ.e. komið sé fyrir einhvers konar filmu sem nær að halda brotunum saman eftir árekstur. Mikilvægt er að slíkir veggir uppfylli gildandi staðla. Sem dæmi um slíka veggja má nefna veggja frá PLEXIGLAS en þeir uppfylla Evrópustaðlana EN 1793 1-3 og EN 1794 1-2 “Road traffic noise-reducing devices”.

3.2.5 Íslenskar aðstæður

Gegnsær veggir henta vel og endast vel í flestum ef ekki öllum veðuraðstæðum. Sumir veggir þola þó illa sólarljós og eiga á hættu á að upplitast og verða ógegnisær og þurfa að vera með sérstaka sólarvörn (UV húðun eða sambærilegt). Þrátt fyrir að sumir veggir séu UV húðaðir munu þeir með tímanum verða mattir. Gler eitt og sér þolir sólarljós vel en strax og um er að ræða samlímt gler getur það verið viðkvæmt fyrir of miklu sólarljósi. Akryl veggir haldast lengur gegnsær en aðrar gerðir af plastveggjum.

Reynsla af plast/plexi gleri sem hljóðvörn er ekki mikil á Íslandi. Nokkur reynsla er af notkun plexi glers sem svalagler og handrið. Ljóst er að meira mæðir á plastinu þegar það stendur við umferðargötu, t.d. vegna álags frá snjóhreinsum og hálkuvörnum.

3.2.6 Fagurfræði

Huga þarf að undirstöðum, og ramma, þannig að léttleiki gegnsæja hljóðvarna haldi sér. Með gegnsæjum veggjum má halda útsýninu og minnka afmörkun vegar og íbúðasvæðis. Slíkir veggir koma einnig í veg fyrir skuggamyndun. Yfirbragð glerveggja er létt þar sem þeir hindra ekki útsýni.

Gæta þarf að samspili veggjanna við umhverfið. Glerveggir standa ekki einir og sér og því þarf að huga að uppbyggingu sökkla og stoða og gæta þess að þær spilli ekki léttleikanum í heildarmyndinni.

3.3 Jarðvegsmanir og gróðurveggir

Hljóðmanir og gróðurveggir eru vinsælir þar sem að græn svæði eru ráðandi. Jarðvegsmanir hafa mikið verið notaðar til hljóðvarna hérlandis og er helsti kostur þeirra hvað þær eru viðhaldslitlar og erfitt að vinna á þeim skemmdarverk. Hins vegar eru jarðvegsmanir plássfrekar og ekki alltaf hægt að koma því við að nota slíka mön til hljóðvarnar. Víða erlendis hefur færst í vöxt að nota svokallaðar gróðurhljóðvarnir. Ekki hefur tekist jafnvel til hérlandis að koma upp gróðurhljóðvörnum og má það helst rekja til veðurfarsins. Til eru margar gerðir gróðurveggja og í mörgum mismunandi útfærslum. Í flestum tilfellum þurfa þeir minna pláss heldur en jarðvegsmanirnir. Hér á eftir er fjallað um helstu gerðir veggja sem hægt er að þekja með gróðri.

Hérlandis hafa helst verið notaðir netakassar/körfur/grindur (e: gabions). Myndaður er veggur úr tilbúnum körfum úr stálneti sem fylltar eru með grjóti og þeim síðan raðað upp hvor á aðra. Erendis hefur gjarnan verið gróðursett/sáð í eða við þessa netkassa og verða oft skriðplöntur fyrir valinu. Hérlandis hefur gengið illa að fá plöntur til að festast í slíkum veggjum. Huga þarf vel að því áður en að gróðursett er í slíka veggj að netið sé rétt húðað þannig að gróðursetning hafi ekki áhrif á endingu þeirra og húðunin hafi ekki áhrif á gróðurvöxtinn. Ending veggja úr netakörfum er almennt góð. Hér á eftir má sjá netakassa fyllta með steinum á mismunandi stigum gróðurs.



Mynd 3-5: Dæmi um netkassa sem er hlaðnir upp og hægt að gróðursetja í.⁸

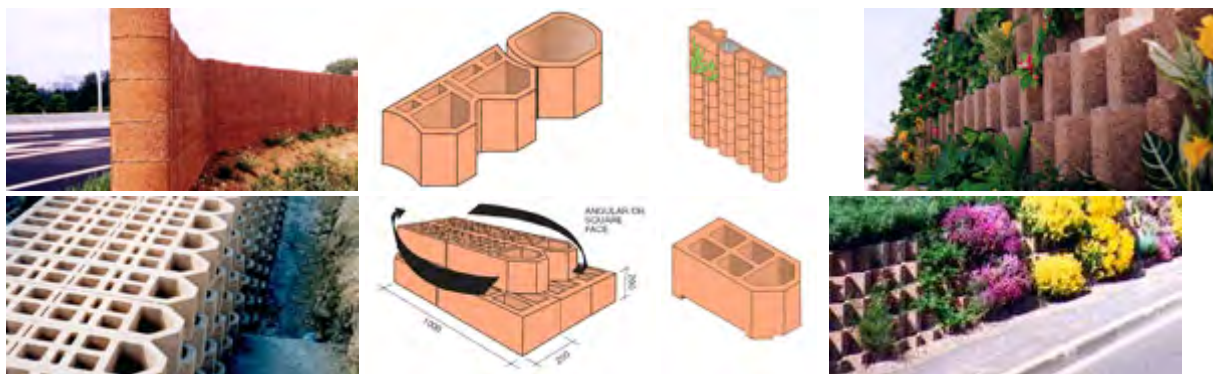
⁸ Myndir fengnar af heimasíðum.

Netveggir með skriðplöntum sem fela vegginn sjálfan eru vinsælir erlendis. Slíkir veggir hafa ekki verið notaðir hérlendis ennþá. Veggirnir eru byggðir upp með málmplötu í miðjunni sem er klædd með ull báðum megin og er hún varin með neti með misstórum möskvum. Veggirnir eru í meðfærilegum einingum og því auðveldir í uppsetningu. Hægt er að fá mismunandi þéttleika og þykkt allt eftir hvað þarf til. Eftirfarandi myndir sýna nokkrar gerðir af slíkum veggjum ásamt uppbyggingu og uppsetningu.



Mynd 3-6: Dæmi um einingar sem hægt er að fela með gróðri. NoiStop⁹.

Einnig eru í boði gróðurhólf úr steiptum einingum sem er hlaðið upp í vegg. Einingar fást í mismunandi stærðum og gerðum allt eftir því hversu háan vegg þarf til. Einingarnar mynda gróðurhólf sem planta má í. Eftirfarandi myndir lýsa uppbyggingunni og sýna nokkrar mismunandi gerðir frá framleiðanda (GrassConcrete). Steyptu einingarnar eru endingagóðar og tærast síður.



Mynd 3-7: Dæmi um steipt gróðurhólf sem hægt er að hlaða upp.¹⁰

⁹ Soundflex Støjskærm - http://www.lemming-hegn.dk/page_control.asp?page_nbr=63
 Noistop - <http://www.noistop.dk/fleksibelt+og+effektivt+stoejhegn/billeder+galleri>

Einnig hafa verið þróaðar plasteiningar sem að virka eins og steypu einingarnar sem er lýst hér að framan og er uppbyggingin sambærileg. Plasteiningarnar eru þá fylltar, ýmist með grjóti og/eða mold til þess að styrkja þær og oftast en ekki er gróðursett í þær. Slíkar plastmanir hafa verið skoðaðar hérlandis til notkunar í snjóflóðavarnir. Einingar, sambærilegar við þær hér að ofan eru ýmist úr steypu eða plasti, en einnig úr málm eða timbri.

3.3.1 Virkni

Gróðurveggir og jarðvegsmanir eru tiltölulega góðar til hljóðisogs og þá sérstaklega þegar gróðurinn er kominn vel á veg. Þeir gróðurveggir sem eru byggðir upp af stálneti með ull inni eru í flestum tilfellum með málmplötu í miðjunni og því vel þéttir og þar af leiðandi vel hljóðeinangrandi. Aðrar gerðir hafa mikla þyngd, líkt og netakörfur og steypu einingarnar ásamt plast- og málmkössum. Gróðurveggir hafa reynst vel til hljóðvarna og er það þéttleiki þeirra sem eykur hljóðeinangrunargildið. Framleiddir gróðurveggir hafa verið að skila allt frá 28 dB upp í 32 dB fyrir stærri, þéttari og þykkari veggi og hleðslur. Stálnetaeiningar með hljóðisogi eru vel ísogandi hvort sem að búið að er gróðursettja í þá eða ekki og er það þeirra helsti kostur. Hljóðeinangrunargildi slíkra veggja er samkvæmt framleiðendum 30 dB eða meira eftir þykkt.

Jarðvegsmanir eru ekki endurkastandi og henta því vel til hljóðvarna ásamt öllum þeim gróðurveggjum sem búið er að sá í og plöntur þekja vel.

Gróðurveggir henta vel hvað varðar virkni en erfitt getur reynst að planta í þá og halda lífi í plöntunum því gróðurskilyrðin eru oft erfið. Olía, salt, umferðarmengun og fleira eru allt þættir sem vinna gegn því að plöntur geti þrífist í þannig umhverfi.

3.3.2 Kostnaður

Fjöldaframleiddir gróðurveggir eru misdýrir en þó oftast dýrari en jarðvegsmanir. Þeir eru þó ekki jafn plássfrekir og manirnar. Oft er notast við afgangsjarðveg úr framkvæmdum til að mynda jarðvegsmanir og því er efniskostnaður við slíka hljóðvörn oft lítill og liggur kostnaðurinn því aðallega í framkvæmdavinnunni. Kostnaðurinn við gróðurveggina felst fyrst og fremst í gróðrinum. Einingarnar sjálfar eru ekki dýrar í innkaupum og eru meðfærilegar og auðveldar í uppsetningu og kalla á lítinn framkvæmdakostnað. Gróðurinn hins vegar getur verið dýr og þá sérstaklega í viðhaldi ef skipta þarf oft út plöntum.

3.3.3 Viðhald og ending

Jarðvegsmönum fylgir ekki mikið viðhald og er lítið um skemmdarverk á þeim. Eina sem að þarf að huga að við viðhald jarðvegsmana er sláttur og hirðing. Sláttur jarðvegsmana getur verið mismikill en getur þó verið töluverður í góðri tíð. Erfiðara og dýrara er að viðhalda mönum eftir því sem brattari þær eru.

Lítið er um skemmdarverk á gróðurveggjum en erfitt getur verið að finna plöntur sem að þrífast í hörðu umhverfi vega. Búast má við miklu viðhaldi fyrstu 3-5 árin þegar verið er að koma plöntunum upp og þær aðlagast erfiðum lífsskilyrðum með salti, útblæstri bíla og olíu. Gróðurinn sviðnar í þessu

¹⁰ Myndir fengnar af heimasíðu: GrassConcrete <http://www.grasscrete.com/docs/walls/betotitan.html>

umhverfi ef að ekki er farið rétt að og réttar tegundir plantna valdar. Þegar búið er að koma plöntunum á legg er lítið viðhald nema að skipta þurfi út plöntum. Veggirnir sjálfir þurfa lítið viðhald og geta enst í 20-30 ár eftir gerð þeirra. Á þurrkatímum þarf vökvun og eru sumir veggir útbúnir sérstöku vökvunarkerfi en þá er innkaupsverðið líka hærra.

Ef sáð er í netakassa sem oft eru fylltir af steinum, líkt og svokallaðar netakörfur, hefur í einhverjum tilfellum stálið í netinu tærst og steinarnir runnið úr kassanum/farið á skrið og veggurinn skemmst. Stálið tærst frekar þegar plantað er í kassana þar sem súrefnisflæðið verður meira. Gæta þarf vel að húðun með tilliti til þess, því til eru netakassar eins og fyrr segir sem ekki eru ætlaðir til að gróðursetja í. Ending netakarfa er almennt góð og viðhald lítið. Reikna má með meira viðhaldi vegna tæringar ef gróðursett er í netakörfurnar.

3.3.4 Umferðaröryggi

Áhrif þess að bíll keyrir á varnirnar er mjög mismunandi eftir gerð varna. Þó virka hljóðvarnir í flestum tilfellum eins og veggur og því ber að setja árekstrarvarnir framan við þá ef hætta er á ákeyrslu.

3.3.5 Íslenskar aðstæður

Jarðvegsmanir hafa reynst vel hérlendis nema hvað þær geta verið plássfrekar. Eina sem þarf að huga að við jarðvegsmanir er sláttur og almenn hirðing sem getur reynst mismikil eftir veðri. Á góðum sumrum getur sláttur jarðvegsmana verið töluverður. Reynsla hérlendis af gróðurveggjum er lítil enda hefur gengið erfiðlega að koma upp slíkum veggjum. Erfitt hefur verið að finna nógu harðgerar plöntur sem þrífast í umhverfi vega hérlendis. Erfiðlega hefur gengið að koma upp gróskumiklum plöntum og telja sumir að það sé nánast ógerlegt hérlendis og menn nánast hætta að reyna slíkt. Þó hafa aðstæður breyst vegna hlýnandi veðurfars og lengri sumra.

Notkun á grindum og körfum við gerð hljóðvarna hefur verið lítil hér á landi. Styrktur jarðvegur hefur þó verið notaður við gerð snjóflóðmannvirkja. Fyrsta hljóðvörnin byggð úr körfum/grindum (e. gabions) var sett upp við Reykjanesbraut í Garðabæ árið 2007-2008. Þar eru notaðar netgrindur en ekki heilir kassar/körfur. Grindurnar eru ankeraðar inn í fyllinguna.



Mynd 3-8: Styrkt mön, grindur við Reykjanesbraut



Mynd 3-9: Styrkt mön, grindur við Reykjanesbraut, skjólmegin

Lítill reynsla er enn sem komið er af grindunum, og því ekki hægt að fullyrða um endingu. Vera má að íslenskt veðurfar þ.e.a.s. þær tíðu sveiflur í kringum frostmark valdi meira álagi á grindarefnið en annarstaðar. Einnig er mikil notkun salts á götum á Íslandi einn þeirra þátta sem geta valdið tæringu.

Á umferðarmiklum vegum er líka hættu á tæringu vegna útblásturs bíla og einnig ætti að huga vel að tæringarþáttum ef slíkir veggir eru settir upp nærri stóriðju eða efnaverksmiðjum sem hugsanlega losa tæringarhvata út í andrúmsloftið.

Með breyttu veðurfari er þó ekkert því til fyrirstöðu að skoða og prófa gróðurveggi héraendis með því velja hentuga staði. Gróðurveggir eru góð viðbót í flóru hljóðvarna. Einungis þarf að huga vel að því hvaða plöntur gætu hugsanleg þrífist við vegi landsins. Alls ekki má útiloka slíka veggir vegna þeirrar úreltra kenninga um að hentugur gróður þrífist illa héraendis. Aðstæður hafa breyst á undanförunum árum og áratugum og skilyrði til ræktunar hafa batnað til muna, bæði með nýjum gerðum plantna og einnig vegna hlýnandi veðurfars.

3.3.6 Fagurfræðin

Á grænum svæðum er reynt að viðhalda gróðureiginleikum umhverfisins og getur það einnig virkað róandi á ökumanninn hvort sem um er að ræða jarðvegsmanir eða gróðurveggi. Nýir gróðurveggir geta verið hráir og kuldalegir í útliti en ef vel tekst til við gróðursetningu þá geta þeir blandast mjög vel inn í umhverfið og ökumaðurinn nánast ekki tekið eftir því að um hljóðvörn sé að ræða.

3.4 Steypa

Mikið er um að hljóðvarnir séu úr steiptum einingum. Kostir þeirra eru að þær eru þungar og stöðugar og þurfa lítið pláss nema ef um stór gróðurhólf sé að ræða (sjá kafla nr. 3.3 um jarðvegsmanir og gróðurveggi). Steiptir veggir eru auðveldir í viðhaldi þótt þeir verði oft fyrir veggjakroti. Mögulegt er að reyna að koma í veg fyrir veggjakrot með því að hafa hrjúft yfirborð eða með sílan- eða fituhúðun til að vernda yfirborðið fyrir skemmdum.

Steypar einingar hafa í för með sér minni vinnu við uppsetningu heldur en staðsteiptir veggir. Hægt er að nota steypu í hljóðvarnir á mjög mismunandi formi. Auðvelt að móta veggina í ákveðið form og nota mismunandi yfirborðsáferðir. Steypar einingar koma í mörgum stærðum og gerðum og oftar en ekki eru þær notaðar með öðrum einingum sem eru þá ef til vill hljóðísogandi.

Einnig hefur verið notast við steypu sem gerð er úr viðarkurli bundnu saman með sementi. Þá hefur lag af hljóðísogandi steypu með viðartrefjum verið sett utan á eina eða báðar hliðar veggis. Hljóðísogið ræðst af lögun og þykkt trefjasteypulagsins.

Í flestum tilfellum er um að ræða steypar einingar sem raðað er upp á hvor aðra eða hlið við hlið. Yfirborð þeirra getur verið mismunandi og geta sumar útfærslur verið mjög líflegar og skemmtilegar en sléttir steiptir veggir geta líka oft virkað þungir í sjónrænu samhengi. Eftirfarandi myndir sýna nokkrar mismunandi gerðir af steiptum veggjum.



Mynd 3-10: Ýmsar útfærslur af steyptum hljóðveggjum.¹¹

3.4.1 Virkni

Steyptir hljóðveggir geta verið mjög hljóðendurkastandi sem eins og áður hefur komið fram getur verið óæskilegt þar sem það getur hækkað hljóðstigið þeim megin við vegginn sem hljóðuppsprettan er. Hins vegar eru steyptir veggir verulega þéttir og vel hljóðeinangrandi. Vegna þess hversu hljóðendurkastandi slétt steypa er, er nauðsynlegt að meðhöndla yfirborðið þannig að dregið sé úr beinu endurkasti. Þar sem mikil hætta er á hljóðendurkasti eru steyptir veggir ósjaldan klæddir með málmgataplötum og steinull/ísogi á bakvið. Æskilegt er blanda steyptum einingum saman við hljóðísogandi einingar þar sem því er komið við eða hafa yfirborðið þannig að það dreifi hljóðinu eða

¹¹ <http://www.environmental.co.uk/Highway.html>

ConnectEast - <http://www.connecteast.com.au/page.aspx?cid=594>

<http://www.durisol.nl/index.php?page=elementen&cmd=downloads>

http://lanark.se/u1_2.aspx?SoundBarrier_Bullerskydd

Triangle Green Home - <http://trianglegreenhomes.wordpress.com/2009/07/31/toll-road-coming-and-i-40-construction/>

Hollowcore - <http://my.opera.com/thienthanbenho1/blog/?startidx=8>

AFTEC - <http://www.aftec.com/highway-sound-walls.php>

sé jafnvel hljóðisogandi. Hljóðeinangrun þéttra steyptra veggja er með hæsta móti og fer eftir því hversu þykkur veggurinn er.

3.4.2 Kostnaður

Steyptir veggir eru jafnan mun dýrari en timbur veggir en líklega ódýrari en málm- og glerveggir.

3.4.3 Viðhald og ending

Viðhald á steypum veggjum er lítið. Aðallega er um kostnað vegna veggjakrots að ræða og almenn þrif. Auðvelt er að háþrýstipvo steyptra veggja. Í flestum tilfellum er um minni einingar að ræða sem má auðveldlega skipta út við árekstur eða önnur óhöpp.

Veðrun og salt getur brotið niður steypuna en ef frágangur er réttur og veggur rétt settur upp á það að vera minniháttar. Ending steyptra veggja er mjög góð og samkvæmt upplýsingum frá framleiðendum eiga þeir að geta enst í 40 - 50 ár. Veðrun og salt á það til að brjóta þá niður og er því mikilvægt að taka tillit til þess í framleiðslu og vanda gæði steypunnar.

3.4.4 Umferðar öryggi

Steyptir veggir gefa lítið eftir. DeltaBloc er með veggeiningakerfi sem hefur verið prófað samkvæmt EN 1317-2. Kerfið gerir ráð fyrir deilisteini framan við vegg á vegum með háan umferðarhraða.

3.4.5 Íslenskar aðstæður

Steinsteyptir veggir hafa ekki verið mikið notaðir sem hljóðvegir, miklu frekar sem stoðveggir til þess að halda við jarðveg. Á að minnsta kosti þremur stöðum í Reykjavík má finna hljóðveggi úr forsteyptum einingum, við Sæbraut, Reykjanesbraut við Mjódd/Stekkjarbakka (Grófarhverfi) og við Gullinbrú/Strandveg í Grafarvogi.



Mynd 3-11: Steypur veggur við Sæbraut



Mynd 3-12: Steypur veggur við Sæbraut, séð frá íbúðum



Mynd 3-13: Steyptur veggur við Gullinbrú



Mynd 3-14: Steyptur veggur Gullinbrú, séð frá íbúðum

Eins og áður segir verða steyptir hljóðveggir oft fyrir barðinu á veggjakroti eins og aðrir steyptir veggir. Með tímanum geta slíkir veggir því orðið nokkuð flekkóttir og ljótir. Steinsteypa er algengt byggingarefni á Íslandi og er mikli reynsla af henni í íslenski veðráttu. Aldur veggja skv. myndum 3-11 til 3-14 er 15-20 ár. Þeir líta vel út og eru heilir, engar sprungur eru sjáanlegar. Þó er brotið upp úr vegg við Sæbraut á nokkrum stöðum en líklegt er að það hafi gerst við uppsetningu.

3.4.6 Fagurfræðin

Steyptir veggir geta virkað þungir og einsleitir. Þetta má leysa með skriðplöntum, munstri eða hljóðísogandi flötum. Einnig er hægt að setja gróðurhólf framan við veggina, en þá virka veggirnir lægri og blandast þannig við gróðurinn. Mikilvægt er að hafa heildarmyndina í huga við gerð munstra.

3.5 Timbur

Timburveggir hafa verið notaðir hérlandis sem og erlendis sem hljóðvarnir í fjöldamörgum árum. Timburveggir eru hlýlegir og er timbur þekkt byggingarefni nálægt umferðarmannvirkjum, til dæmis í girðingum og gerir vegfarandi oft ekki greinarmun á girðingu og hljóðvörn. Timburveggir falla því vel inn í umhverfið og er auðvelt að þá fyrir mismunandi aðstæður. Fjalirnar geta ýmist verið láréttar eða lóðréttar. Oftar en ekki er gróður hafður meðfram slíkum veggjum þar sem því er komið við sem lætur veggina falla enn betur inn í umhverfið. Með þróun í uppbyggingu á timburveggjum og betri fúavörn hefur ending þeirra lengst

Hljóðísogseiginleikar timburs eru ekki miklir og því er nauðsynlegt að uppbygging timburveggja sé með því móti að veggurinn verði hljóðísogandi. Það má gera með því að hafa töliverða opnun milli planka þar sem steinull eða annað hljóðísogandi efni gerir vegginn hljóðísogandi. Auðvelt er að útbúa hljóðísogandi veggir úr timbri þar sem bil milli fjala getur verið mismunandi ásamt breytilegri breidd fjalanna. Því meiri sem opnunin er því meira hljóðísog fæst. Hefðbundnar uppbyggingar á góðum hljóðvarnartimburveggjum má sjá á eftirfarandi myndum.



Mynd 3-15 Dæmi um timburveggi.¹²

¹² Lemming Hegn - http://www.lemming-hegn.dk/page_control.asp?page_nbr=64
Noistop - <http://www.noistop.dk/trae+stoejhegn/galleri>

3.5.1 Virkni

Timbrið sjálf hefur takmarkaða hljóðisogseiginleika en þó er auðvelt að útbúa timburveggi þannig að þeir séu hljóðisogandi og vel hljóðeinangrandi.

Virkni timburveggja er nokkuð mismunandi eftir uppbyggingu og gerð þeirra. Hefðbundnir timburveggir með steinull/hljóðisogandi og plötu í miðju ætti ekki að skila mikið síðri hljóðeinangrun heldur en til dæmis gróðurveggir. Gróðurveggirnir eru þó í flestum tilfellum töluvert öflugari í hljóðisogi þar sem opnunin er meiri en í timburveggjum

3.5.2 Kostnaður

Hefðbundnir timburveggir sem mikið hefur verið notast við hér á landi teljast ódýrir. Ætla má að timburveggir séu ódýrustu hljóðveggirnir. Þeir eru þó dýrari en jarðvegsmanir þar sem þær eru gjarnan myndaðar úr afgangsjarðvegi úr framkvæmdum.

3.5.3 Viðhald og ending

Viðhald timburveggja er nokkuð mismunandi og fer aðallega eftir eiginleikum timbursins. Harðgert timbur þarf lítið viðhald fyrir utan það þegar skipta þarf út einingum vegna skemmda eða veggjakrots. Ekki er mælt með því að mála timburveggi með þekjandi málningu vegna umhverfissjónarmiða auk þess sem að því fylgir meiri viðhaldsvinna við málun. Hins vegar þarf að fúaverja allt timbur á 5-10 ára fresti. Einnig skal forðast að setja timbur út áður en það er varið. Vegna mikillar þróunar í uppbyggingu á timburveggjum hefur ending þeirra lengst og tala framleiðendur um að þeir endist í allt að 20-30 ár. Gæði timbursins þurfa að vera mikil til að koma í veg fyrir sprungur og rifur í timbrinu eða að plankarnir klopni en það getur haft áhrif á virkni veggjarins. Með góðu viðhaldi eykst ending veggjarins. Huga þarf að því hvernig undirstöður og festingar fara með timbrinu. Neðsta hluta veggjarins þarf að vera auðvelt að skipta út þar sem að bleyta getur legið upp við þann hluta í lengri tíma og skemmt timbrið. Aldrei skyldi steypa timbur beint inn í vegg vegna frostáhrifa og fúahættu.

3.5.4 Umferðaröryggi

Timburveggir geta skapað hættu sé keyrt á þá. Timbrið kvernast og geta beittar flísar valdið skaða. Einnig er hættu á að timbrið dreifist yfir göngu- eða hjólaleiðir séu þær handan við vegginn og þannig skapað hættu fyrir vegfarendur.

3.5.5 Íslenskar aðstæður

Timburveggir eru nokkuð algengir á Íslandi og eru flestir hljóðveggir á höfuðborgarsvæðinu smíðaðir á staðnum. Töluverð þróun hefur verið í gerð timburveggja og þeir útfærðir eftir aðstæðum hverju sinni. Ástand þeirra er almennt gott og hafa þeir reynst vel við íslenskar aðstæður. Fæstir veggjanna sem finna má á höfuðborgarsvæðinu eru þó hljóðisogandi eins og æskilegt væri.



Mynd 3-16: Timburveggur í Garðbæ, með steypum undirstöðum.



Mynd 3-17: Timburveggur í Garðbæ, skjólmegin er sléttur veggur.



Mynd 3-18: Timburveggur ofan á jarðvegsmonn í Kópavogi.



Mynd 3-19: Timburveggur á lóðarmörkum við Strandgötu í Hafnarfirði.

3.5.6 Fagurfræðin

Timburveggir falla vel að umhverfi sínu og auðvelt er að hanna mismunandi veggir fyrir mismunandi aðstæður. Miklir möguleikar felast í því að nota timburveggi þar sem auðvelt er að forma úr timbri. Timbur er þekkt byggingarefni í nágrenni vega, t.d. timburgirðingar og skjólveggir og falla því hljóðdeyfandi timburveggir í góðan jarðveg hjá flestum.

3.6 Samsettir veggir

Algennt er, til þess að mæta þörfum umhverfisins, að notast við samsetta veggir. Það er að segja að blanda saman gegnsæjum vegg, sem oft er eftirsótt þar sem óskað er eftir birtu og yfirsýn, með vegg úr timbri, málm, steypu, eða einhvers konar hljóðísogandi veggjagerðum. Með því að blanda saman nokkrum mismunandi gerðum á þennan hátt má fá fram eiginleika sem uppfylla hljóðfræðilega, öryggis- og fagurfræðilega þætti hljóðvarna.



Mynd 3-20 Samsetning af málmeiningum og gegnsæjum einingum.¹³

Kostnaður við samsetta vegg er mismunandi og fer algjörlega eftir samsetningu. Það sama á við um viðhald. Varðandi fagurfræðileg sjónarmið þá eru margir möguleikar í að blanda saman mismunandi veggjum. Því ætti að vera hægt að finna lausn sem fellur vel að umhverfinu hverju sinni. Mögulegt ætti að vera að finna hljóðvörn sem sameinar fagurfræðina, virknina og gæðin í eina vörn. Gæta þarf þess að ekki sé of mikið að gerast í veggnum þannig að það hafi truflandi áhrif á ökumenn og að samsetningin passi vel saman. Erfitt getur reynst að fá mismunandi vegg til að passa saman þannig að öllum líki.

3.7 Bráðabirgðaveggir

Til eru nokkrar gerðir bráðabirgðaveggja og fer það einna helst eftir umfangi og gerð hljóðuppsprettunnar sem skerma skal hvernig vörn skal velja. Um er að ræða steyptar einingar, málmvaggi eða netaveggi svo eitthvað sé nefnt. Hérlandis er ekki mikið um það að bráðabirgðaveggir séu notaðir til skermunar á hávaða heldur frekar notaðir til afmörkunar á framkvæmdasvæði. Erlendis tíðkast hins vegar að nota bráðabirgðaveggi í formi hljóðvarna fyrir hávaða frá framkvæmdum. Má þar nefna hávaða frá byggingarframkvæmdum ýmiskonar, jarðborun og öllum framkvæmdum sem kunna að hafa í för með sér hávaðamengun fyrir umhverfið.

3.8 Nýjungar

Ýmsar nýjungar hafa verið að skjóta upp kollinum í sambandi við hljóðvarnir og eru þær margar hverjar í frumlegri kantinum. Hér á eftir verða helstu nýjungar nefndar en ekki fjallað ítarlega um hvert efni. Eftirfarandi eru dæmi um nokkrar slíkar nýjungar.

3.8.1 Hljóðveggir með sólarsellum

Árið 1989, nánar tiltekið í Sviss, var fyrst sýnd skilvirk leið til þess að beita sólarrafhlöðu-einingum sem hljóðvörn. Síðar var lausninni einnig beitt í nokkrum öðrum Evrópulöndum. Einingar eru festar á vegg (timbur eða þéttan vegg) á mismunandi vegu, t.d. lóðrétt eða bútar settir upp hallandi á víxl 45° til að endurkasta hljóðinu upp, sjá mynd 3-21.

¹³ Noise barrier XGP, <http://nnewcon.en.ec21.com/>
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geluidscherm_Overschie.jpg



Foto: Wolfgang M. Seemann, © Copyright 2003



Mynd 3-21: Sólarraflöður við vegi.¹⁴

Gallar

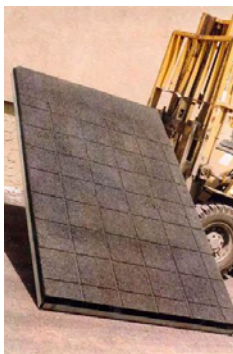
- Endurkasta hljóði

Kostir

- kostnaður
- rafmagn, umhverfissjónarmið

3.8.2 Gúmmí

Endurrunnið gúmmí úr dekkjum hefur verið notað í umferðarmannvirki og hafa verið framkvæmdar allnokkrar rannsóknir af ýmsum stofnunum á heimsvísu. Niðurstöður vinnu þeirra sýna mismunandi árangur í að reyna að aðlaga þessa tegund efnis í nothæfa vöru. Gúmmí er í eðli sínu ekki nægilega stíft til að teljast burðarhæft efni í hljóðvegg. Því þarf að styrkja gúmmíð til að það teljist nægilega sterkt til þess að þola vindálag, eða festa það á viðeigandi stífur, svo sem plötur eða ramma.



Mynd 3-22: Dæmi um vegg í endurunnu gúmmí.¹⁵

Gallar

- eldfimmt, eittraður reykur
- möguleiki á vandamálum v. eiturefna

Kostir

- endurrunnið úr gömlum dekkjum
- mismunandi yfirborð

¹⁴ <http://www.sonnenkraft-freising.de/images/ssw11k.jpg>

http://www.gammasolar.com/solar.asp?page_name=company

¹⁵ http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/noise_barriers/design_construction/design/design05.cfm

3.8.3 Kókósveggur

Hljóðveggir úr kókóstrefjum eru með náttúrulegt útlit. Kókóseiningar samanstanda af galvaniseruðu stáli, U-prófil fylltum með tvöfaldri röð af plaststöngum vöfðum með kókóstrefjum. Hljóðeinangrandi plata er sett á milli plaststanganna. Plasteiningar eru styrktar með tveimur stálteinum. Stangirnar eru gerðar úr endurunnu plasti. Hægt er að endurvinna kókóstrefjarnar.



Mynd 3-23. Kókósveggur¹⁶

Gallar

- upplitast

kostir

- náttúrulegt útlit
- hljóðísogandi
- umhverfisvænt / endurvinnanlegt

3.8.4 Green barrier frá Pilebyg As

Víðitré er aðalefnið í þróun PileByg á hljóðveggjum. Veggeiningar eru ýmist úr þurrkuðum eða lifandi víðigreinum með steinullarkjarna milli tveggja eininga. Burðarkerfið/grind er úr harðviði eða stáli. Kjarninn er sjálfberandi 240 mm steinull byggður upp með 120 mm ull og plötum. Víðistafirnar eru þykkir, 2-3 ára gamlar greinar. Með tímanum, mun börkurinn þó eldast náttúrulega. Þetta eru lausnir sem eru hannaðar til að endast lengi og vera viðhalds litlar. Vænta má 30-40 ára endingu á öllum hlutum sem notaðir eru í einingarnar. Um er að ræða umhverfisvæna sjálfbæra hönnun, framleidd 100% úr endurunnum efnum. Þessir veggir hafa verið notaðir á Norðurlöndunum, Þýskalandi og Englandi.

¹⁶ <http://www.kokosystems.co.uk/kokowall-noise-barrier.htm>



Mynd 3-24. GREEN BARRIER veggir, úr lífandi víði eða ofin úr þurrkuðum víði.¹⁷

Gallar

- plöntur þurfa viðhald

kostir

- náttúrlegt útlit
- hljóðísogandi
- umhverfisvænt
- góð hljóðeinangrun

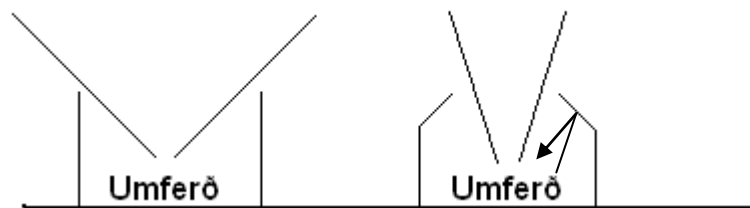
¹⁷ GREEN BARRIER - <http://www.pilebyg.dk/Støjskærm.asp>

3.9 Hallandi og sveigðir veggir

Veggir sem halla inn yfir veginn eða eru á einhvern hátt yfirbyggðir inn á veg líkt og eftirfarandi myndir sýna, auka hljóðstigið á veginum sjálfum en beina þó hávaðanum meira beint upp í loftið heldur en hefðbundnir sléttir veggir. Töluverður ávinningur er því fyrir umhverfið að notast við veggir sem eru yfirbyggðir eða halla inn á veginn en aukin hættu er á að streita skapist hjá ökumanninum sjálfum vegna innilokunartilfinningar sem getur leitt til aukinnar hættu á veginum.



Mynd 3-25: Dæmi um sveigða hljóðveggi.¹⁸



Mynd 3-26: Skýringarmynd sem sýnir áhrifa yfirbyggða/yfirhangandi hljóðveggi

Á mynd 3-26 er útskýrt hver munurinn er á sveigðum og hefðbundnum hljóðveggjum. Sveigðir veggir beina hljóðinu meira beint upp í loftið heldur en hefðbundnir veggir og skerma því hávaðann betur af gagnvart umhverfi sínu en í staðinn er meiri hættu á að hljóðið endurkastist aftur inn á veginn og getur valdið streitu hjá ökumönnum. Æskilegt væri því að slíkir veggir væru hljóðisogandi hljóðuppsprettumegin. Eitthvað er um það að veggir séu látnir halla út fyrir veg í stað inn á við. Með slíkum veggjum mun hávaðinn að öllum líkindum dreifast meira í allar áttir þar sem greiðari leið er fyrir hljóðið frá hávaðaupsprettunni/veginum.

¹⁸http://www.francescolipari.it/projects/SELECTED/HK_NB/hong%20kong%20noise%20barrier.htm
<http://www.dreamstime.com/foto-de-archivo-libre-de-regal-iacuteas-barrera-del-ruído-image4488325>
http://www.materials.fraunhofer.de/fhg/vwb_en/extra/bigimg/Bild332g.jsp

4 Samantekt og niðurstöður

Mikið og fjölbreytt úrval er til af hljóðvörnum. Hérlendis hefur mest verið notast við hefðbundnar hljóðmanir og timburveggi. Einstaka gegnsæja eða steypa vegg er að finna hérlendis og eitthvað er um málmveggi. Hugsanlega eru menn of ragir við að prófa eitthvað nýtt af ótta við að þær lausnir þoli illa íslenskar aðstæður. Hins vegar ef litið er til hinna Norðurlandanna þar sem að aðstæður eru sambærilegar má sjá breiðari flóru hljóðvarna en hérlendis.

Erfitt var að finna gögn frá framleiðendunum um öryggisþætti varna þar sem vísað er í staðla. Veggjum er komið þannig fyrir að nægt svæði sé á milli veggjar og umferðar eða notast við vegrið framan við þær varnir sem ekki uppfyllta öryggiskröfur. Einnig hafa öryggismálin verið leyst með steypum undirstöðum eða deilisteinum. Við umferðarminni götur, þar sem ekki er þörf fyrir sérstakar varnir eru oft hjólastígar eða gangstéttir milli veggjar og umferðar.

Kostnaður við gerð og rekstur hljóðvarna er oft á tíðum þó nokkur. Reynsla annars staðar frá sýnir að timburveggir reynast oftast ódýrasti kosturinn hvort sem um er að ræða endurkastandi vegg eða vegg með ísogi. Þar á eftir kemur kostnaður við gróðurveggi, steypa vegg og málmplötueingar. Gegnsærir plast- eða glerveggir eru í flestum tilfellum dýrustu lausnirnar.

Tafla 4-1: Samantekt á eiginleikum hljóðvarna úr mismunandi efnum.

Gerð	Virkni	Kostnaður	Viðhald	Öryggi	Ending	Útlit
Málmar	Góð	Dýrt	Lítið	Getur skapað hættu	Mjög góð	Margir möguleikar fyrir hendi
Gler og plast	Góð, en endurkastandi	Dýrast	Nokkuð	Getur skapað hættu	Ásættanleg	Létt yfirbragð
Jarðvegsmanir og gróður	Góð	Ódýrast	Lítið	Í lagi	Góð	Falla vel að umhverfi,
Steypa	Góð, en endurkastandi	Dýrt	Lítið	Í lagi	Góð	Þungir og einsleitir
Timbur	Góð	Ódýrt	Nokkuð	Getur skapað hættu	Ásættanleg	Falla vel að umhverfi

Heimildaskrá

Skrifaðar heimildir

1. GR Watts, PA Margan. Noise Barrier review. TRL Limited. Ágúst 2005.London
2. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Highway Traffic Noise. Noise Barrier Design Handbook.
3. Vejdirektoratet. Støjskærme, Projektering. Rapport nr. 184, ágúst 1999.
4. Vejdirektoratet. Støjskærme, Eksempler og erfaringer. Rapport nr. 183, ágúst 1999.
5. Vejdirektoratet.Vej trafik og støj, en introduktion. Rapport nr. 183, 1998.

Af netinu

- i. Idekatalog. Støyskjermer, Eksempler fra Oslo og Akershus. Statensvegvesen, Region Øst. Desember 2008. <http://www.vegvesen.no/attachment/99460/binary/157658>
- ii. The Federal Highway Administration (FHWA). Noise Barrier Design Handbook. Mars 2011. http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/noise_barriers/design_construction/design/design00.cfm
- iii. Road directorate. Noise Barrier Design, Danish and some European Examples. Report 174. Danish Road Institute. 2009. <http://www.vejdirektoratet.dk/pdf/rap174vi.pdf>
- iv. Windowcollisions: „Good solutions (Noise barriers & transparent walls)“.Október 2010. http://www.windowcollisions.info/i/good_solutions/noise_barriers_transparent_walls.html
- v. New Zealands Transport Agency. Transport noise, Design considerations. <http://acoustics.nzta.govt.nz/management/design-considerations>
- vi. New Zealands Transport Agency. NZTA State Highway Noise Barrier Design Guide, V1.0. Ágúst 2010. <http://acoustics.nzta.govt.nz/0B9D26A5-D5A4-437C-9292-588013CF9704/FinalDownload/DownloadId-B6A4E739BBCCB5C89D4F9F8279D7BD8/0B9D26A5-D5A4-437C-9292-588013CF9704/system/files/NZTA%20Noise%20Barriers%20v1.0.pdf>

Viðauki - Framleiðendur í Evrópu

Stál

IAC Nordic A/S - http://www.industrialacoustics.com/nordic/industry/acoustic_barriers.asp

Bosco Italia - <http://www.boscoitalia.it/>

http://www.boscoitalia.com/pdf/SCHALLSTOP_ST_2005G.pdf

Ál

Schütte - <http://www.schuette-aluminium.de/en/>

Acoustax - <http://www.acoustax.com/>

Nassau - http://www.nassau.dk/Produkter/Akustik_og_Stojdaempning/Trafikstojsdaempning.aspx

Van Campen Aluminium - <http://www.campen.nl/campen/nl/>

Aluplus - <http://aluplus.dk/produkter/stoejskaerme/>

Titan - <http://www.ischebeck-titan.co.uk/>

Gegnsæir

Vink - <http://www.vink.dk>

Tilon - <http://www.tilon.co.uk/>

PLEXIGLAS - <http://www.plexiglas.de/product/plexiglas/en/Pages/default.aspx>

Steypa

Perstrup - <http://www.heidelbergcement.com/dk/da/perstrup/home.htm>

Hercules - <http://hc-paneler.dk/>

DeltaBloc - <http://www.deltabloc.com/>

Grassconcrete - <http://www.grasscrete.com/index.html>

Lanark Group - http://lanark.se/u1_2.aspx?SoundBarrier%20Bullerskydd

Timbur/ sement

Durisol - <http://www.durisol.nl/index.php>

Netakassar

Byggros - <http://www.byggros.com/forside>

Maccaferri - <http://www.maccaferri.co.uk/PAGES00319.html>

Geoweb® Slope Protection System - Green Solutions & LEED® Credits, (plast, pólýetýlenefn)Gnýr

Timbur

Fröslev Træ - <http://www.froeslev.dk/page.asp?sideid=82&zcs=64>

Lemming Hegn - http://www.lemming-hegn.dk/page_control.asp?page_nbr=62

Taasinge - <http://www.hydronail.dk/idd488.asp>

Jacksons - <http://www.jacksons-security.co.uk/acoustic-security-barriers.aspx>

UrbanFencing - http://www.urbanfencing.co.uk/noise_barrier.php

Buffalo - <http://www.buffalo-fence.co.uk/acoustic-intro.htm>

Gróður

Pilebyg - <http://www.pilebyg.dk>

RockDelta - <http://www.rockdelta.com/>

- <http://www.rockwool.com/about+the+group/the+group+in+brief/business+areas/rockdelta>