



Puidust müravarjed

HEINO PEDUSAAR

Juba aastaid on nii tervise- kui miljöökaitseorganite kesksete ülesannete hulgas seisnud müravastase võitluse tõhustamine. Kõrgkontsentreeritud asustusega linnad, intensiivne liiklus ja paraku üha lärmakamaks muutuv tootmistegevus nõuavad otsustavat sekkumist akustilisse situatsiooni peaaegu kõikjal. Väga oluliseks osaks selles on ka liikluse müra vähendamise või vähemalt varjestamine.

Kuivõrd mitmesuguseid müra allikaid – ronge, autosid – ei õnnestu kuigivõrd vaigistada, tuleb abiks võtta varjed, st müra levimist tõkestavad, helienergiat tagasipeegeldavad ja summutavad seinad (fotod 1). Nende püstitamiseks vajatakse vaba pinda võrdlemisi napilt ja ka konstruktsioonilt saab need kujundada üsna nägusana. Materjalide valikul nõutakse üha rõhutatumalt vastavust ökoloogia praegusaegsetele seisukohtadele.

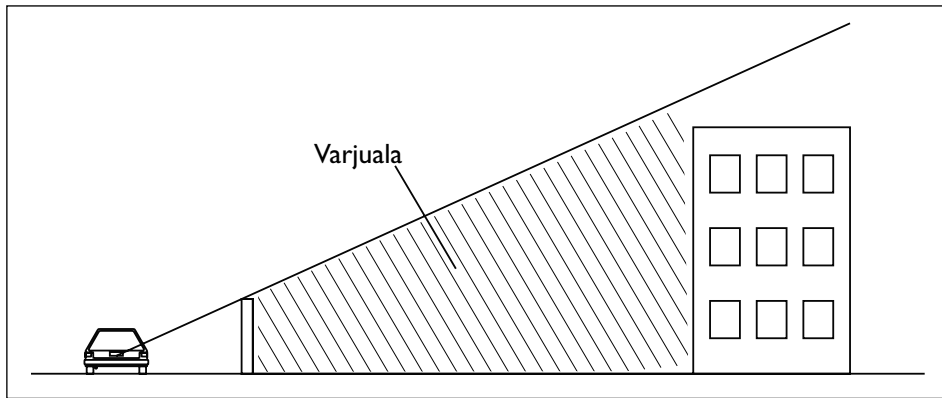
Niisiis tuleks kõigi teiste võimaluste kõrval otsustavalt eelistada taastuvat ja odavat looduslikku tooret – puitu.

Müravarjed ja akustika

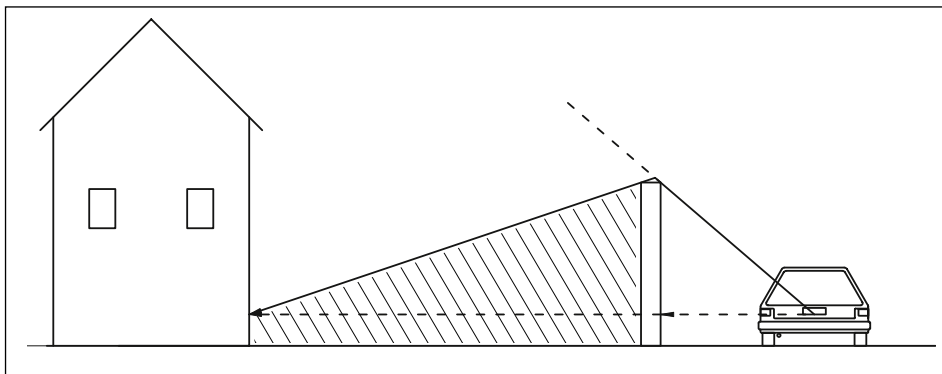
Müravarjed, niisiis piisavalt kõrged kas tavalised või erikonstruktsiooniga seinad, asetatakse akustiliste ekraanidena piki liiklusartereid – maanteed ja raudteid – eeskätt sinna, kus need läbivad tiheda-

malt asustatud paiku või jäävad üksikute elumajade või puhketsoonide lähikonda. Varje põhiülesanne on tõkestada müra levikut teatavas suunas, harvadel juhtudel ka seda summutada.

Liiklusvahendite müra puhul moodustub varjeseina taha akustiline varjuala (joonis 2). Paraku pole see – erinevalt valguse varjust – täiuslik, sest helilaine A paindub piirde ülaservalt difraktsiooni tõttu allapoole, muutudes sealgi kuuldavaks (joonis



Joonis 1. Helivarju tekkimine müratõkke taga.



Joonis 2. Helilaine paindumine müratõkke taha (difraktsioon)

3). Nähtus avaldub eriti ilmekalt madalatel helisagedustel. Kuid paraku just need prevaleerivadki liiklusrumal, mida varjetege talitseda püütakse.

Seetõttu tuleks kasutada võimalikult kõrget müratõkkeseina. Samas oleneb tehnoloogiliselt mitte ülemääraselt keeruka ja massiivse ning kõrge ekraani toime konstruktsioonist, kasutatavatest materjalidest ja ka nende füüsikalistest omadustest suhteliselt vähe.

Heli peegeldavad kõik lamedad jäigad pinnad, massiivne kivisein heidab tagasi 99% sellele langenud helienergiast. Mida õhem ja elastsem on tõke, seda rohkem ta helilaine vahelduva rõhu toimel deformeerub ja hakkab võnkuma, ning konstruktsiooni tagapind osutub omakorda õhku kiirguva heli allikaks.

Sellel põhjal peegeldab ka suhteliselt kerge, kuid tihedast (poorideta) materjalist sein helienergiast tagasi vähemalt 80%. Ometi sellest ei piisa. Seepärast võetakse eeskätt ruumiakustikas kasutusele mitmesugused helineeldurid. Heli sumbub nendes hõõrde toimel – võnkeenergia muutub soojuseks. Tõsi, seda eraldub üsna tagasihoidlikult: pneumovasara vahetus lähikonnas tekkiva üsna valju, 100-detsibellise müra täielikul summutamisel eraldub soojusvõimsust kõigest 0,01 vatti ruutmeetri

kohta.

Samas tähendab heliintensiivsuse kahanemine 80% võrra helitaseme langust napilt 7 dB jagu, mis on kuulmise logaritmilise olemuse tõttu täiesti tühine (näiteks muutus alla 3 dB võib jääda koguni märkamatuks). Nii tulebki tõdeda, et müra varjeseina sisse monteeritud tavakasutatavad poorsed helisummutusmaterjalid, eeskätt mitmesugused mineraal- ja klaaskiudmatid, isoleerivad läbivat heli väga tagasihoidlikult.

Siinkohal tuleks vahemärkusena lisada, et need on igati omal kohal seal, kus on vaja kohendada ruumide akustilisi omadusi, nende järelkõla kestust talitseda. Nimelt langeb summutavalt pinnalt tagasipeegelduv heli (olgu seda näiteks 20%) ruumi vastasseinas samalaadselt summutavale pinnale ja lakkab pärast paari-kolme niisugust edasi-tagasi-tsükli olemast. Vabas õhus asuvate müra varjete puhul on olukord hoopis teine: korduvaid peegeldumisi pole, mistõttu peegeldunud komponendi sumbumise määrab üksnes esimene ja ainus peegeldumine. Nii nõrgenebki varjelt tagasipõrkuv heli üsna napilt, näiteks 7 dB, ning meluallikas, olgu rong või auto, jääb ikkagi prevaleerima. Nii polekski nagu mõtet varustada müra varjeseinu küllaltki kallite summutavate manustega,

sest kasu neist on enamjaolt pigem näiline.

Tõsi, tänu neeldematerjalile seina läbi-va heli intensiivsus mõnevõrra kahaneb. Kuid siin põrkub konstruktorite taotlus füüsikaga. Tavaliselt kasutatavad poorsed (kiudstruktuuriga) helisummutusmaterjalid toimivad eelistatult kõrgematel sagedustel, madalamad helid – liiklusrumal – pääsevad sellest juhul, kui sein pole väga massiivne, päris hõlpsasti läbi. Tõelise teaduse tagamiseks peaks isoleerkihi paksus olema võrreldav helilaine pikkusega, aga madalamatel toonidel on see üsna mitu meetrit! Seepärast ei hakkagi konstruktiivselt vähegi vastuvõetav, võrdlemisi õhukese kihina paigaldatav summutusmaterjal seina või varjet läbivat heli kuigivõrd isoleerima.

Võrdluseks: hoonetes peaks korteritevahelise seina helisumbumus olema üle 40 dB(A). See aga tähendab heli intensiivsuse 10 000-kordset kahanemist, mis on võrreldav valju hüüde ja võrdlemisi vaikse sosina erinevusega. Liiklusrumal varjestamisel tuleb muidugi piirduda märksa nigelamate, kuid praktiliselt saavutatavate näitajatega.

Puidust müratõkked

Puidust saab valmistada nägusaid, nii linnakeskkonda sulanduvaid (üksluisete kivi- ja betoonstruktuuride ning suurte asfalt-pindade veeres tekib "rahustav" kontrast) kui maale sobivaid (loomuliku seotisena maastiku ja rajatiste vahel) müra tagasipeegeldavaid tõkkekonstruktsioone ning kujundada need suurepinnalised ja sageli üsna kõrged seinad meeldivana nii müraal-liku poolelt kui ka müra eest kaitstavalt küljelt, kus see jääb vaateväljas paratamatult domineerima. Sageli kombineeritakse puitu klaasi, betooni ja alumiiniumiga, loomaks omanäolist disaini, teinekord lisatakse ka ronitaimkate.

Alatasa viidatakse puidust müratõkete napile vastupidavusele välistingimustes, kuid mitmete katsetega on tõestatud selle väite paikapidamatust juhul, kui materjalina kasutada immutatud puitu.

Pinnalt peegelduva heli seisukohalt ja-gunevad müratõkkeseinad järgmiselt:

- reflekteeriv pind;
 - absorbeeriv (ühtlasi reflekteeriv) pind;
 - kõrgabsorbeeriv (väherreflekteeriv) pind.
- Puidust müratõkete puhul tuleb arvestada eeskätt:
- ehitustehnilisi ja akustilisi reegleid;
 - konstruktiivselt lähteandmeid ja esteetilisi nõudeid;
 - materjali püsivuse tagamise meetmeid.



Materjalid ja disain

Puidust müratõke võib olla kas lihtne “üleni” puitsein või puidust karkass, millesse on asetatud spetsiaalsed mineraal- või klaaskiust helisummutusplaadid, näiteks lahtiste pooridega mineraal- ja klaaskiudvilt. Samas väidetakse, et nende toime ei ole korrelatsioonis tehtud kulutustega.

Tavaliste liiklusravarjete valmistamiseks võib soovitada immutatud männipuitu. Vajadusel, näiteks seintel, mis jäävad inimeste puuteulatusse, või kõnni- ja jalgrattateede veeres lisatakse niisugusele varjele kaitsekate (joonis 4). Selleks sobivad ka tehismaterjalist geotekstiilid ja metallvõrgud, kuid enamasti kinnitatakse mürarvarjele kitsad latid, mis ühtlasi annavad talle nägusa liigenduva disaini.

Summutusplaadid peavad olema vettõrjuvad ja valguspüsivad, taluma sooldumist, mitte kõdunema ning vastama DIN 4102 kohaselt ehitusmaterjaliklassile B1. Plaadid tuleb paigaldada nii, et need ajapikku või vananemise tõttu ei nihkuks ega vajuks. Mineraal- ja klaaskiudplaadid, mille toortihedus on 90...100 kg/m³, tagavad selle nõude probleemitult.

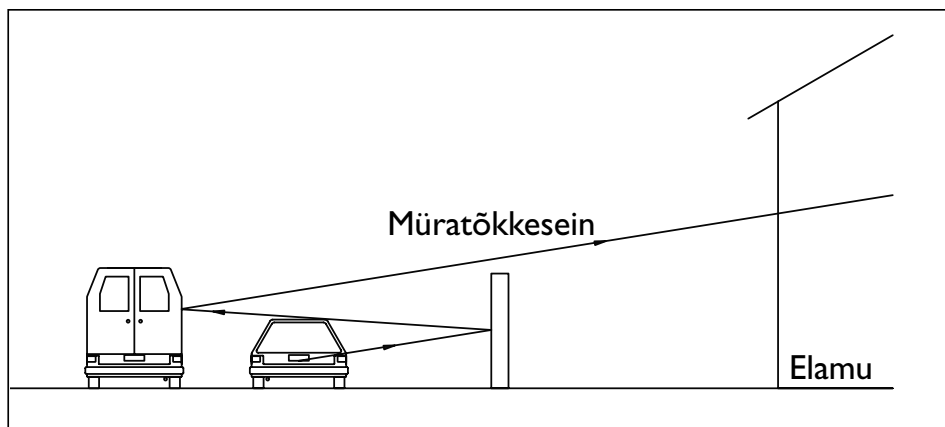
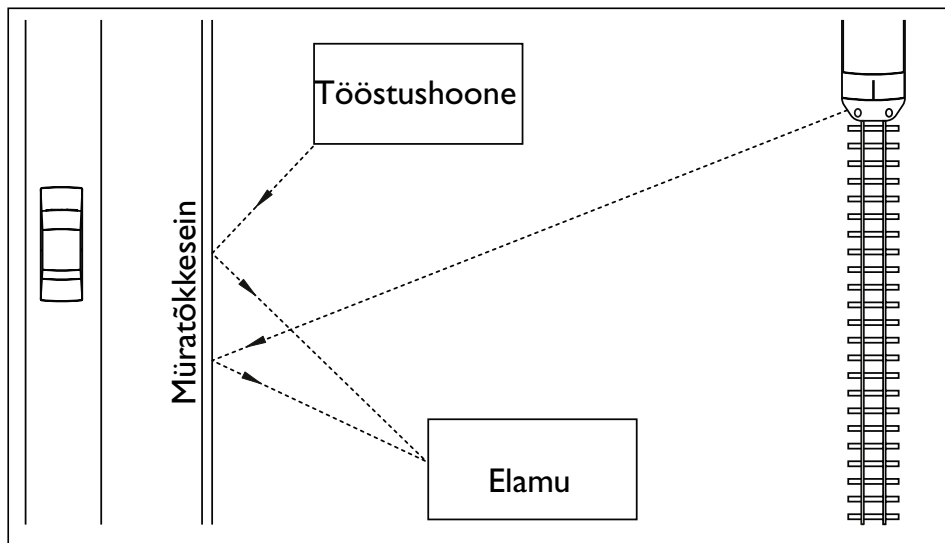
Müratõkked liiklusringte veeres

Neid võib püstitada nii tee ehitamisel selle “ametliku” koostisosana kui ka vajaduse tekkimisel erakrundile. Ekraanid kinnitatakse maasse puuritud/rammitud või betoonvundamentidele asetatud vaiadele.

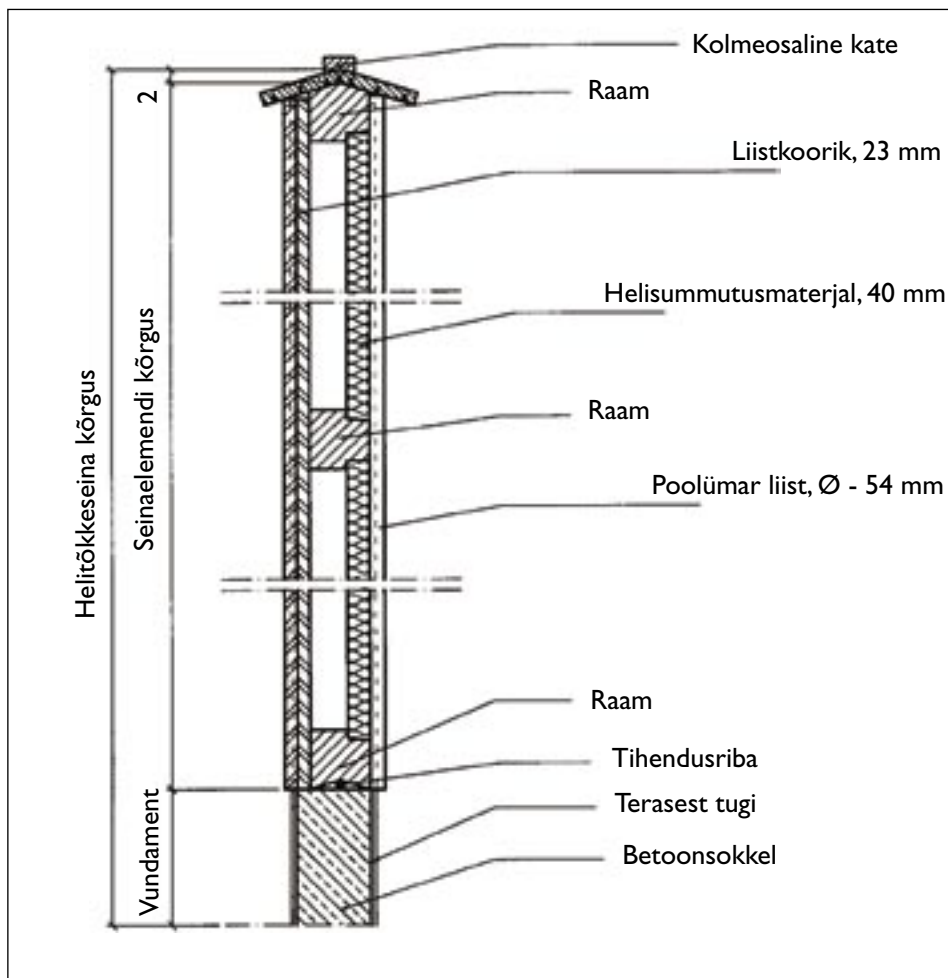
Põlevast materjalist müratõkkeseinas peavad olema tule levikut takistavad postid või mõnemeetrilised mittepõlevast materjalist, näiteks betoonplaatidest lõigud.

Muidugi tuleb arvestada tuulekoormust. See jaguneb kogu seina pinnale, vaheldumisi mõlemal küljel. Tekkiv jõud oleneb eeskätt seina kõrgusest ja maastiku profiilist, kuid ka lähedal asuvatest suurematest ehitistest, mis võivad õhuvoogu suunata. Järelikult vajab kõrgem tõke täiendavat toestamist (foto 6).

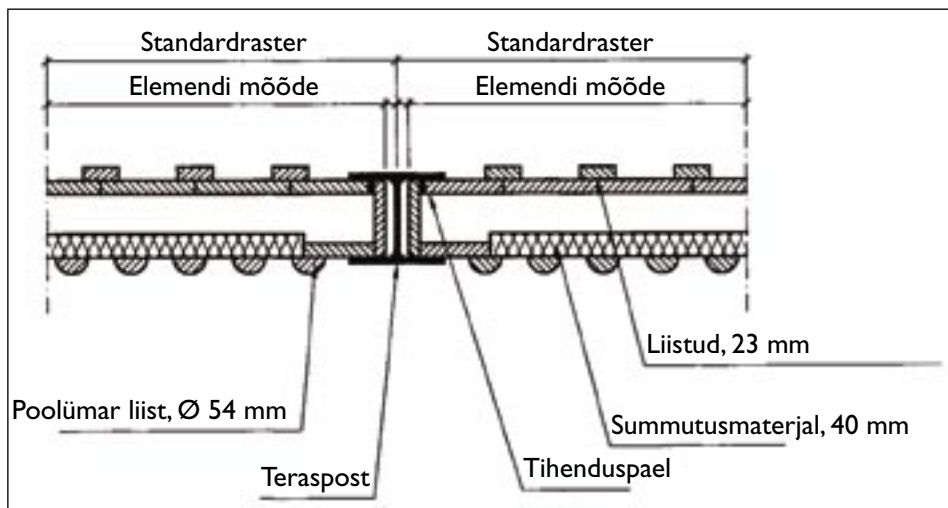
Müratõkkeseinte praktilise toime saab välja arvutada. DIN EN 1793-2 (Saksamaal) või normi ZTV-Lsw 88 järgi peavad nad kahandama ehitisse pääsevat müra vastavalt kas vähemalt 24 dB(A) või 25 dB(A). Kui seina mass kõige õhemas kohas jääb alla 40 kg/m², tuleb selle vastavust nendele nõuetele eraldi katsetada. Selgituseks: inimkõrv tajub keskmise kõrgusega toone subjektiivselt valjemana kui madalaid ja üsna kõrgeid. Seda A-mõõtmisel arvestataksegi. Näiteks tuvastatud



Sobimatu paigutusviis: tekivad korduvad peegeldused.



Heli neelav müratõke lõikes.



Helienergiat neelav sein rõhtlõikes.

helitaseme vähenemist 10 detsibelli võrra tajutakse enam-vähem kui subjektiivselt tajutava helitugevuse kahanemist pooleni esialgselt.

Kõrvuti helilaine difraktsiooniga sein ülaserval (joonisel 3: A) võib osa helienergiast ka seda läbida (B). See osis tuleb hoida võimalikult napp; näiteks määrab Saksamaa norm ZTV-Lsw 88, et müratõ-

ket läbiv heli peab kahanema vähemalt 25 dB(A).

Müra absorbeerimine

Teatud juhtudel oodatakse kasu helienergiat absorbeeriva esiküljega müratõketest. Suur osa sein tabanud sõidukite müra sumbub selles ja peegeldub tagasi üsna

tühiselt. Kui teisele poolele teed jääb suuremaid ehitisi või muid objekte, siis teine peegeldumine nendelt on juba nõrgem (joonis 7).

Puidust müratõkete tegusust saab mõnevõrra suurendada poorse absorberi, näiteks 50 mm paksuse mineraalkiudplaadiga (joonis 8), mille toortihedus on ca 100 kg/m³. Varje absorbeerival küljel võib kiudplaati mehaaniliselt kaitsta dekoratiivsete puidust trapetsliistudega, kitsaste laudade või poolkumerate varbadega (foto 4), paigaldades need küllaldase vahemaaga, et heli saaks vabalt absorberisse siseneda.

Poorne helisummutusmaterjal (mineraal- või klaaskiudmatid) paigaldatakse enamjaolt tõkkeseina tagaküljele; kui sein ise on tihedast materjalist, piisab tavaliselt kogusest 15 kg/m². Helienergiat neelav poorne materjal summutab müra kõrgemasageduslikke komponente paremini kui madalaid. Samas, piisava kõrgusega sein puhul pole 25-detsibellist miinimumnõuet raske saavutada ka lihtsate puidust seinaelementidega.

Poorse absorberiga müratõkke toimekus oleneb selle akustilistest omadustest, paigaldamise viisist (õhuvahemiku olemasolu kiudmati ja konstruktsiooni tagaseina vahel) ning helilainele avatud pinna suurusel. Fotol 9 on erakordselt lahtine, ent samas nägus helienergiat neelav konstruktsioon. Enamasti ongi tulus jätta absorptsioonimatt tagaseinast veidi eemale – see suurendab helisumbumust (joonis 10).

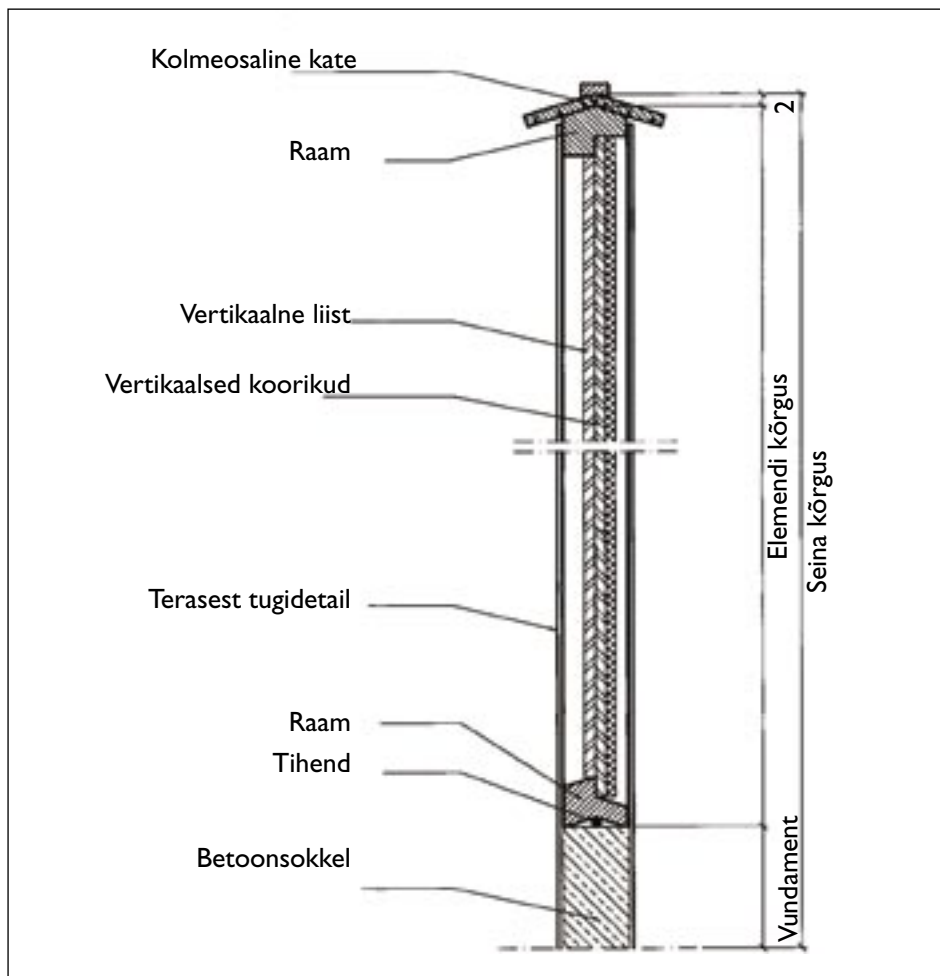
Müra reflekteerimine

Peegeldavaid, helineeldurita müratõkkeid (joonis 11) tohib asetada piki tänavaid või raudteid ainult sinna, kus nende vastas ei ole mürakaitse seisukohalt olulisi objekte, näiteks elamuid, lasteaedu või vaba aja veetmise paiku. Nimelt "põrkub" müra selliselt pinnalt tekitaja suunda tagasi.

Vundament

Müratõkkerajatise vundamenti valik oleneb aluspinnast, materjalist ja kohalikest oludest. Lamepõhjaline toetus on erandlik: kui vundamenti tegemine sügavamale ei tule torustike jm kommunikatsioonide tõttu kõne alla. Tavaliselt kinnitatakse müratõkkeseinad sissepuuritavatele terasbetoon- või rammitavatele metallvaiadele. Eriti soodne on kasutada torumaterjali.

Kui kandevaiad on puidust, on soovitatav need asetada õõnsatesse betoonist soklitesse (joonis 12). Vundamenti üla- ja alumine pind peab olema mõlemale poole vähe-



Peegeldava pinnaga müratõke püstloikes.

malt 1:20 kaldu. Metallpostid tuleb katta korrosioonivastase kihiga (näiteks etüülsilikaat + tsingipulber paksuses ca 80 µm). Sildadel ja tugirajatistel kinnitatakse vaiad aluse külge näiteks ankurkruvidega. Tänavate veeres valitakse postide vahekauguseks tavaliselt 5 m, sildadel jt juhtudel soovitatavalt 2 m.

Müratõkke seinaelemendid valmistatakse reeglina tehases. Vajadusel võib neid monteerida ka ülestikku. Standardkonstruktsioon tagab hõlpsa paigaldatavuse ja asendatavuse. Hea heliisolatsiooni saavutamiseks tuleb hoolitseda vuukide tiheduse eest.

Puidu kaitsmine

Müratõkked on ilmastiku meelevaldas. Seepärast tuleb need valmistada suhteliselt kvaliteetset ja optimaalselt töödeldud puidust. Ehitustehnilised kaitseabinõud on puitu hävitavate putukate eemalhoidmine ja püsiva niiskumise vältimine. Keemilised vahenditega kaitstakse puitu seen- ja hallituskahjustuste ning kõdunemise eest.

Puitkonstruktsioonide säilivuse olulisim

parameeter on materjalis leiduv loomulik niiskus. See antakse veesisaldusena protsentides kuivmassist. Seenetamine tekib siis, kui puidu niiskus ületab 20% ja see võib ilmuda alles mitme kuu pärast. Lisaks peavad sobima välistingimused, nagu temperatuur, hapniku juurdepääs ja toitainete sisaldus puidumassis.

Puidu niiskusesisaldus võib olla olenevalt ümbrustingimustest erinev. Aja jooksul kujuneb välja teatav keskmine niiskusprotsent ehk niiskustasakaal, mis enamasti on 15...20 protsendi ringis. Kui kuivamine on takistatud, näiteks mittepiisava aurumisvõimaluse tõttu (ehitusvead), võib niiskusprotsent tõusta kõrgemaks.

Primaarne puidukaitse põhimõtte nõuab niiskuse hoidmist madalamal tasemel kui kahjurorganismide elutegevuseks vajalik (DIN 68 800-2). Selleks võib müratõkkeseinale kinnitada kate, põiki süüid lõigatud pinnad peitsida, horisontaalsed laudad asetada teineteisele lapiti kaldu, vältida pinnapragusid ja liitekohti, kuhu võiks vesi koguneda jne. Sobivate soklielementide abil tuleb hoolitseda selle eest, et puitdetailid jääksid maapinnast vähemalt 30

cm kõrgusele. Vähemkvaliteetseid puiduliike kasutades peab abiks võtma ennetava keemilise kaitsetöötuse (DIN 68 800-3).

Müratõkkeseinad tehakse enamasti okaspuidust – männist, kuusest, sest need on pidevalt muutuva niiskuse suhtes küllalt vastupidavad, eriti kui neid on keemiliselt töödeldud. Ennetava keemilise töötlemisega saab kaitsta ka madala kvaliteediga puitu. Sellekohased meetmed (DIN 68 800-3) on juba aastakümneid kasutusel elektriliinide puitmastide puhul, mis on vahetus kontaktis pinnasega. Samad preparaadid on andnud häid tulemusi ka müratõkkete juures.

Soovitav on puitmaterjali immutada rõhu all. Saksamaal tohib müratõkkete staatiliselt koormatud detailide töötlemiseks kasutada ainult ehitusjärelvalve lubatud kaitsepreparaate. Nende, nagu ka mitte kandvate konstruktsioonide puhul annab DIN 68 800-3 konkreetseid viited. Lisaks kontrollitud toimekusele peavad keemilised vahendid olema ökotoksikoloogiliselt sobivad ja inimesele ohutud. Need on kantud puidukaitsevahendite loetelusse DIBt 1999, mis ilmub (Saksamaal) täiendatuna igal aastal.

Kujundusvõimalused

Nõudlikuma disainiga müratõkkeseintesse integreeritakse mõnikord ka läbipaistvaid materjale (joonis 5), olgu klaasi või transpaarseid plaste, et anda suurele seinapinnale nägusaid aktsente. Kenad on ka erivärvilised geomeetriselised muustrid, taime või muud motiivid.

Nüüdisaja puidust müratõkked on nägusad ja materjali omapära esile toova disainiga. Rajatis peab olema funktsionaalne, kuid sobituma kontinuiteedilt või liigenduselt ümbrusse. Et seda saavutada, kasutatakse värviaktsente, korduvat muustrit, kombineeritakse erinevaid materjale või, vastupidiselt, piirduakse tagasihoidlike loomulike värvidega, säilitades puidu suuremuustrilised struktuurid või jooned.

Liiklussoone veerde jääv müratõke ei tohiks sõiduturvalisuse huvides autojuhi pilku köita. Maanteeäärased müravarjed võiks kohati katta elavate ronitaimedega, et ka handada pikal teekonnal tekkivat väsitavat monotoonust (mõlemal pool maanteed kümnete kilomeetrite kaupa kõrguvad "helikilbid" loovad klaustrofoobiaalaise muust maailmast eraldatuse tunde).

Väljaande Informationsdienst Holz. Holzbau Handbuch. Reihe 1 Teil 6 Folge 1 järgi Arvo Kiiver