

# Uuring: betoontee on ajas vastupidav

Hiljaaegu viis Teede Tehnokeskus läbi põhjaliku Tallinna–Narva maanteele 1967. aastal ehitatud vana betoonkattega tee uuringu, enne, kui see lammutati. Teede Tehnokeskuse aruanne ja kogunud teedeinseneri, betoonteede eksperdi **Arvo Tinni** kommentaarid annavad väärtuslikke juhtnööre tulevikus Eestis betoonteede projekteerimiseks.

**KAIRI OJA, VABAKUTSELINE AJAKIRJANIK**  
ehitaja@aripaev.ee

**N**arva maantee betoontee lõigu uurimise eesmärk oli vana betoonkatend põhjalikult läbi töötada, testida, analüüsida ja dokumenteerida ning saadud informatsioon arhiveerida. Uuringu viis läbi Teede Tehnokeskus AS **Marek Truu** eestvedamisel, koostades aruande "Riigimaantee nr 1, Tallinn–Narva, Iru lõigu vana betoontee omaduste väljaselgitamine ja analüüs".

Uuringu koostamise eestvõtja oli Austraalias elav eestlasest teedeinsener Arvo Tinni. Tema veenis kõiki siinseid ametimehi oma kogemuse varal uuringu otstarbekuses, kuniks selle leidis põhjendatud olevat ka Maanteeameti toonane juht **Aivo Adamson**. Tinni ettepanekul saatis ka Eesti Betoonühing Maanteeametile kirja, et uuring läbi viidaks, enne kui tee üles võetakse ning selle varasemat ehituslikku struktuuri poleks enam olnud võimalik tehniliselt uurida.

Arvo Tinni pani uuringu tulemuste kohta kokku ka omapoolsed kommentaarid. "Mõni aasta tagasi hakkasin kuluaarides rääkima, et peaks tegema tehnilise hinnangu üsna pea vahetusse mineva vana Tallinna–Narva maantee betoontee kohta. Väitsin, et meil on olemas väga väärtuslik materjal, millele tuginedes saaks tulevikus teha uusi

hinnanguid betoonteede rajamiseks Eestis," meenutab Tinni oma kommentaari sissejuhatuses.

"Kuigi mul ei palutud kommenteerida, on dokumenteeritud aruandes väga palju väärtuslikku informatsiooni, mis tegelikult lükkab ümber mitu meie naabrite välja öeldud nõuandvat kommentaari," märgib Tinni.

Seetõttu pidas ta ainuõigeks panna kirja ka omapoolsed tähelepanekud saadud tulemuste kohta. "Minu kommentaaride eesmärk on juhtida tähelepanu nende betoonteede kohta käivatele aspektidele, mis on kirjas Teede Tehnokeskuse aruandes, ning võrrelda neid nii Eesti Maanteeameti kehtestatud maantee hooldusnõuete kui ka Austraalias kehtivate nõuete ning praegu kasutatavate betoonteede ehitamise tehnoloogiatega," põhjendab kogunud teedeinsener.

Oma kommentaaris juhib Tinni muu hulgas tähelepanu ka 2012. aastal Ramboll Eesti läbi viidud uuringule "Eesti tingimustele vastava betoonkatendi projekteerimine ja selle tasuvusanalüüs", mis betoonteede temaatikat Eesti tingimustesse ülekantuna üsna põhjalikult kritiseeris. "Praegused järeldused lükkavad paljuski ümber Soome nii-öelda ekspertide



Arvo Tinni veenis kõiki siinseid ametimehi oma kogemuse varal uuringu otstarbekuses, kuniks selle leidis põhjendatud olevat ka Maanteeameti toonane juht Aivo Adamson.

"Dokumenteeritud aruandes on väga palju väärtuslikku informatsiooni, mis tegelikult lükkab ümber mitu meie naabrite välja öeldud nõuandvat kommentaari."

MÄRGI TINI

nõuanded. Teede Tehnokeskuse aruanne ja minu kommentaarid annavad väärtuslikke juhtnööre, mida silmas pidada, kui tulevikus hakatakse Eestis betoonteeid projekteerima," märgib Tinni.

Samuti peaksid mehe hinnangul tema kommentaarid ajendama uuringuid jätkama, seda n-ö hallides valdkondades, nagu mahukahanemine, tsemendi hüdratiseerumise kuumus ja sobilik surveugevus.

## Hindab uuringu igati tasemel olevaks

Tinni hindab Teede Tehnokeskuse poolt läbi viidud nüüdseks 47 aastat vana betoontee lõigu uuringu igati kompetentseks ja objektiivseks.

Uurimuses välja toodud puudustena loetleb spetsialist enne kõike vale plaadi pikkuse, sealjuures muutuva pikkuse, kuni 8 m. Teiste seas tuuakse miinusena välja plaadi nominaalpaksus 220 mm, mis on ka Tinni kinnitust mööda kasutusel oleva tehnoloogia jaoks liiga õhuke. "Ka 20 mm sügavused ristpraod sisselõiked on mahukahanemise vuukide tarbeks praktiliselt kasutatud. Mahukahanemise vuugid peaksid olema lõigatud ¼ plaadi paksusest (D/4 mm) või antud juhul vähemalt 55 mm," märgib Tinni.

## Betoon peab ajale vastu

Uuringu tulemuste olulisemate tähelepanekutena tuuakse uuringu aruandes välja tähtsaim väide, et betoon kui materjal on ajas vastupidav. Märkimisväärseks on peetud asjaolu, et vesi saab imbuda teekatete alla üksnes hooldamata vuukide kaudu. "Teisisõnu: kui hooldus oleks tehtud asjakohaselt, poleks sellist võimalust vee kattedepinnase alla tungimiseks jäänud," kommenteerib Tinni.

Samas lisab ta, et näiteks sool(vesi) pole betooni tunginud ega seda kahjustanud. Veel ütleb aruanne, et betoonkate on täielikult karboniseerimis- ja ka külma-



FOTO: MAREK TRUU

kindel. "Külmakahjustusi ei ole," kinnitab Tinni uuringu aruande kommentaarides.

Teekate vastab klassile F150, teepinnasel on suurepärase haardevõime. Aruande kohaselt oli betooni survetugevus umbes 20 MPa ehituse ajal. Nüüd, 47 aastat hiljem, oli see kivistunud juba 60 MPa peale. "Ei paista olevat mingit põhjust, miks peaks suurendama betooni tugevust üle 35 MPa, mis on praegu enamikus maades kasutusel," tsiteerib ta uuringus tõdetut.

## Olemasoleva info pinnalt peaks minema edasi

Nii uuringu läbiviijad kui ka Arvo Tinni on veendunud, et käes on aeg, mil oleks vajalik Eesti riigi seisukohast teha otsus, kes ja mida peaks olemasoleva informatsiooniga edasi tegema. "Kõige loogilisem oleks anda ülesanne kas Maanteeametile või Teede Tehnokeskusele, kes peaks määrama spetsialisti, inseneri, kes hoiab ennast kursis betoonteede disaini ja ehitamise tehnoloogiaga ning kes koostaks ka dünaamilised juhised betoonteede projekteerimiseks, ehitamiseks ja hooldamiseks tulevikus," on teedeinseneri selge seisukoht.

Uuel, Tallinnasse Õismäele 2016. aasta suvel rajatud betoontee lõigul soovitatatakse aruande kohaselt kavasse võtta roobaste tekke testimine. Ka Tinni on igati nõus aruandes toodud soovitusega kehtestada asjalikud ja ajakohased kvaliteedi tagamise standardid betoonteede ehitamisele. ▶

Testlõigul mõõdeti betoonplaadi paksuseks 220 mm.

FOTO PAREMAL: Narva mnt betoontee läbilõige Eesti Maanteeamusemi ekspositsioonist.

FOTO: UNO TRUMM



- 1 – tsementbetoon
- 2 – kahekihilise bituumeniga immutatud jõupaber
- 3 – bituumeniga stabiliseeritud liivakiht
- 4 – paekillustiku alus
- 5 – killustikust ja peenliivast tasanduskiht muldkeha peal
- 6 – peenliivast muldkeha

## PANE TÄHELE!

ASI Teede Tehnokeskus aruanne: "Riigimaantee nr 1, Tallinn–Narva, Iru lõigu vana betoontee omaduste väljaselgitamine ja analüüs" on kättesaadav aadressil [www.mnt.ee/public/ARUANNE\\_140819\\_Iru\\_betoontee.pdf](http://www.mnt.ee/public/ARUANNE_140819_Iru_betoontee.pdf)

## Uuringu kokkuvõte ja tehnilised kommentaarid

**ARVO TINNI,**  
AM, RFD  
BE, FIEAust, AIArBA, CPEng  
Managing Director of Tinni Management Consulting  
Eesti Betoonühingu auliige

### Betoonpinnas

#### Disainis oli ette nähtud:

- 22 cm betoon
- 6 cm bituumeniga segatud jäme liiv
- 29 cm killustikku
- 57 cm (kogu paksus)

#### Kommentaar:

1. Paistab, et 57 cm paksus oli piisav, kuna külmakajustusi betoonil polnud.

### Plaadi pikkus

#### Uuringu tulemused:

1. Pole teada, miks olid teeplaadi pikkused 4...10,8 m. Keskmine pikkus oli 7,7 m.  
2. Betooni laius oli 7,5 m. Osal piki-juuke polnud. Kus oli, need polnud seotud, nagu oleks pidanud olema.

#### Kommentaar:

1. Plaadi pikkust ehk põikjuukide vajalikke vahesid on lihtne arvestada. Plaadi maksimumpikkus kujuneb tsemendi kivistumise ajal, kui vesi tsementi muutma hakkab. See tekitab nn *heat of hydration*'i, mis omakorda kuumendab betooni ja tekib paisumine. Plaadi jahtumisel ei tohi kokkutõmme olla rohkem kui 1 mm, et mitte kaotada killustiku omavahelist lukustust indutseeritud praos. 35 MPa segus on plaadi pikkus 4,0...4,5 m.  
2. Plaadid, mis on pikemad, pragunevad mitteplaanitud kohtadel.

### Vuugid

#### Uuringu tulemused:

1. Põikjuukide laius oli 10...30 mm.  
2. Pikivuugid, kus neid oli, oli 30...40 mm.  
3. Mõni plaat oli vajunud või tõusnud kuni 10 mm juukide kohal.  
4. Mõni plaat on liikunud kuni 7 mm võrreldes kõrval olevaga.  
5. Põikjuugid, mis lõigati, et alus-

tada pragude indutseerimist, olid ainult 20 mm sügavad.

#### Kommentaar:

1. Et indutseerida plaatide kokkutõmbamise pragusid, peavad saetud lõigud olema D/4 ehk 55 mm 220 mm paksusele plaadile.  
2. Indutseerimise saagimine peab toimuma enne, kui plaat kahaneb hakkab.  
3. Pikivuugid on harilikult saetud ainult 3 mm laiad. Kuna need polnud seotud, liikusid need aeg-ajalt laiemaks.  
4. Hr **Olev Raid**, kes sellel ehitusel töötas, on öelnud: "... vuuke ei jõutud piisavalt kiiresti sisse lõigata ...", mis tähendab, et mitteplaanitud plaatide pragunemine toimus juba varem.  
5. Kui on ebaühtlane side betooni ja bituumeniga liiva vahel, tuleneb sellest ka ebaühtlane plaadi pikkus. On lihtne välja töötada, et 8 m pikkune plaat võib kokku tõmmata kuni 5,5 mm. Nii juhtubki, et lähemad plaadid pragunevad hiljem ja vuugi laius pikas plaadis suureneb samal ajal.

### Vuukide seisund ja hindamine

#### Uuringu tulemused:

1. Originaalsed plaanitud vuukide laused pole teada.  
2. Fotod näitavad "häid" ja "halb" vuuke ning täitsa hooldamata vuuke. (Üks on vähemalt üle 10 mm lai ja ilma mingisuguse veekindlustusega.)

#### Kommentaar:

1. Mõni vuuk ei paista, et oleks üldse liikunud. See tähendab, et nende vajalikud liikumised toimusid uskumatu mugalt.  
2. Mõni on täis liiva ja peenikest killustikku ilma mingisuguse vee

kindlustamiseta. Neil pole võimalik plaadi paisumisele reageerida.

### Betoonisegu

#### Uuringu tulemused:

1. On öeldud, et killustiku maksimumsuurus oli 32 mm.  
2. Killustik oli graniit.  
3. Fotodelt on näha, et mördis oli palju poore.

#### Kommentaar:

1. Betooni graniitkillustiku soojusliku paisumise koefitsient (*Coefficient of Thermal Expansion*) on  $9,6 \times 10^{-6}$  mm/mm/°C.  
2. Need poorid pole aga vastastikku seotud, mis tähendab, et betoonis pole ka külmakartust.

### Betooni survetugevus

#### Uuringu tulemused:

1. Mõni foto näitab väga hea kvaliteediga kokkusurumist, suure killustiku kive aga polnud näha.  
2. "Heast" lõigust keskmine betooni survetugevus oli 56,9 MPa, "halvast" lõigust aga 61,8 MPa. Selle ebaloogilise vahekorra peale pole kommentaari antud.

#### Kommentaar:

1. Betooni disaini tugevust pole, aga 47 aasta jooksul tõusis see umbes 60 MPa peale. (Australias Warringah Expressway disainitud betooni survetugevus oli 17 MPa. Ka pärast 47 aastat oli 44 proovisilindri keskmine survetugevus 55 MPa.)  
2. Sellest võib järeldada, et disaini tugevus võis olla umbes 20 MPa.

### Roobaste mõõtmine

#### Uuringu tulemused:

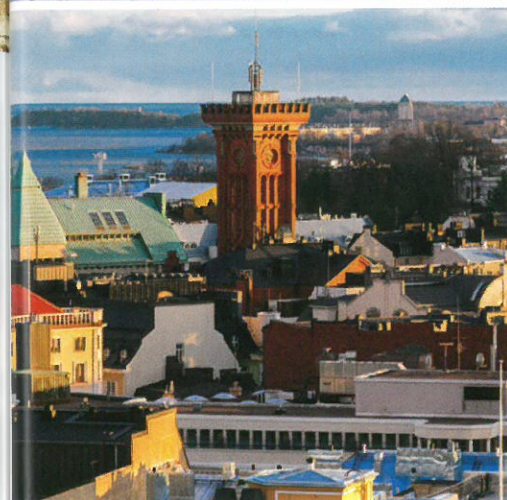
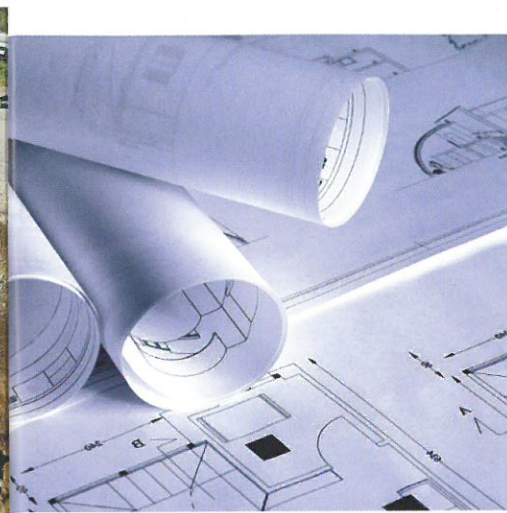
1. Narva-Tallinn: keskmine nelja ratta roopa sügavus - 14,5 mm.  
2. Tallinn-Narva: keskmine nelja ratta roopa sügavus - 13,0 mm.

FOTO: MAREK TRUJ



### Uuringute lõigud

Detailsed uuringud võeti ette 110 ja 140 m pikkustel läänepoolsetel teedel Pirita jõe sildadest.



VAHETUD KOHTUMISED. EHMAD ELAMUSED. TULEVIKU PUUDUTUS.

# FinnBUILD

Rahvusvaheline ehituse ja ehitusteenuste mess  
12.-14. oktoober 2016 Messukeskus Helsinki

Profexpo OÜ – Messukeskus Helsinki esindaja Eestis  
Tel 626 1347, [www.profexpo.ee/messukeskus](http://www.profexpo.ee/messukeskus)

[finnbuid.fi](http://finnbuid.fi)

Messukeskus

**Vuukide remont ja hermetiseerimine**

**Hoonete üldehitus- ja remont**

**Fassaadide soojustus ja viimistlus**



### Uudis Eestis ehituse turul!

Tsementkiud fassaadi plaadid Jaapanist  
Üle 200 toote valikut. Tule tutvuma!

**OÜ MEGALET GRUPP**



**Kommentaariid:**

1. Harilikult hakatakse roobaste parandamist plaanima, kui need on juba üle 20 mm sügavad.

**Haardetegur**

**Uuringu tulemused:**

1. Keskmine väärtus Tallinna-Narva sihil oli 0,38 (0,32...0,45) ja Narva-Tallinna pool 0,36 (0,28...0,44).

**Kommentaariid:**

1. Haardetegurid > 0,35 on täiesti vastuvõetavad kiirteede jaoks.  
2. Haardetegurid 0,36/0,38 on väga head 47 aastat vana pinnase kohta.

**Vee penetratsioon**

**Uuringu tulemus:**

1. Standard vee penetratsiooni testi tulemused olid 35...108 mm, keskmisega 65 mm.

**Kommentaariid:**

1. Eesti Betooniühingu soovitus on, et alla 100 mm penetratsioon tähendab, et materjal on veekindel.  
2. Sellest võib oletada, et poordid mõrdis pole omavahel seotud.

**Karbonisatsioon ja soola imbumine**

**Uuringute tulemused:**

1. Testid näitasid, et võimalik karbonisatsioon ei ulatanud sügavale kui 7 mm.

2. Teised testid näitasid, et soola(vee) penetratsioon oli 0,041...0,055%.

**Kommentaariid:**

1. Betoon oli täielikult karbonisatsioonikindel.

2. Soolase vee penetratsiooni polnud ja mingisugust allakäiku betoonis polnud.

3. Need võrdlused kinnitavad, et külmetused betoonile kahju ei tee.

**Külmetuse vastupidavus**

**Uuringu tulemused:**

1. Pärast 50 tsükli jätamist ja sulamist oli keskmine betooni silindri survetugevus 47,4 MPa.

2. Pärast 100. tsükli oli see 44,8 MPa.

3. Pärast 100. tsükli oli kaalu kaotus 0,223%.

**Kommentaariid:**

1. Pole selge, miks oli kasutatud 47,4 MPa silindrit, kuna keskmine survetugevus oli 60 MPa.

2. Igal juhul, pärast 100. tsükli oli kaalukaotus 2,3%. See võrdub F150 külmetusevastasele reitingule, mis on kõige kõrgem teede ehituseks.

3. Isegi see 47,4 MPa proov kaotas ainult 5,4% survetugevusest, mis on umbes sama nagu klass F100 külmetuse vastu.

4. F100 on vajalik teepinnastele.

5. Pärast 100. tsükli oli kaalu kaotus < 0,5%, mis on 1/10 lubatust.

**Armatuur**

**Uuringu tulemused:**

1. Mõõtmised näitavad väga ebakorrapäraselt paigutamist.

2. Arvatavasti kasutati armatuuri-na 150 x 150, 6 mm traatvõrku.

3. Armatuuri kohustus erines 45...140 mm pinnast.

4. Mitmes kohas oli näha armatuuri roostetamist, aga pole leitud, et kusagil oleks olnud päris läbiroostetanud armatuurtraate.

**Kommentaariid:**

1. Armatuuri on paigaldatud umbropsu või plaanilt, millest võib järeldada päris puudulikku kontrolli ehituse ajal.

2. Õige armatuuri koht 220 mm paksusel plaadil on keskmise kolmandiku sees, s.o vahemikus 73...147 mm.

3. Kuna uuringu lõikudes on palju lai vuuks, võib oletada, et armatuurivarraste nn *yield strength* on kohati ületatud ja sellepärast pole neid ka paljudes vuuksides nähtaval.

**Kalle**

**Uuringu tulemused:**

1. Tallinn-Narva: keskmine 1,4%, miinimum 0,9%.

**Kommentaariid:**

**Tallinna-Maardu teelõigu ehitus 1964-1967**

ARHIIVIPOTO

1. Normaalne kalle betoonteedel on 2...3%.
2. Paistab, et need variatsioonid on ehitusaegsed vead.
3. Kalde varieerumine teeb sõidu ohtlikuks.

**Plaadi paksus**

**Kommentaariid:**

1. 220 mm oli nähtavasti disaini paksus.

2. Ehitatud paksuse kohta on kaks eraldi uuringut. Esimene näitab, et keskmine paksus oli 207 mm, 203 mm miinimumiga. Teine aga, et keskmine paksus oli 195 mm, 183 mm miinimumiga.

3. 17% vähem kui disain võrdub paljutähendavale kandjõu kaanemisele, ja eluea tsüklile.

4. Muutused plaadi paksuses tekitavad ka variatsiooni plaadi sidumises alumise kihiga ja nii ka pragunemise omadustes ja asukohtades.

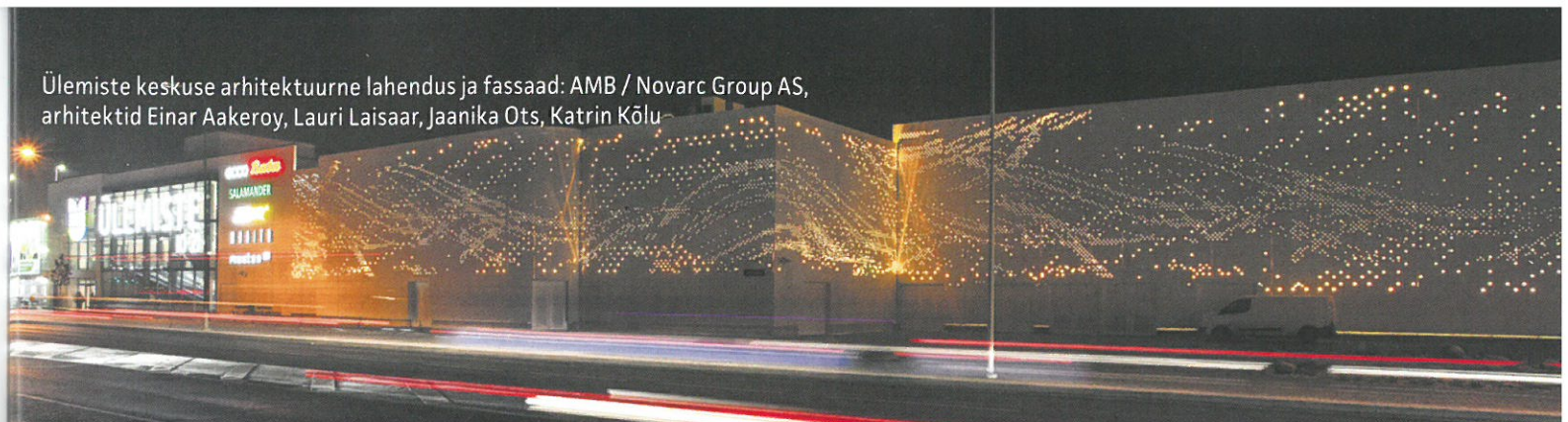
**LÕPPJÄRELDUSED**

Olgugi et ehituse standardid on olnud päris puudulikud, eriti tänapäevaste nõuete ja kvaliteedi kontrolli mõttes, tõestavad detailised uuringud selle 47 aasta vanuse betoontee lõikudest, et betoonteed on sobivad ja vastupidavad Eesti oludes ning külmas kliimas.

Informatsioon on nüüd olemas, et ümber lükata kõik kohalikud subjektiivsed vastuarvamused. **E**

**Mida peaks ette võtma?**

1. Otsustama, kes ja mida peaks tegema informatsiooniga, mis on nüüd olemas. Kes peaks olema selle tegevuse vahendaja?
2. Määrata alaline insener, kes peab ennast kursis hoidma betoonteede tehnoloogiaga ja levitama seda informatsiooni.
3. Uurida lubjakivi vastupidavust betoonteedes.
4. Füüsiliselt uurida külmetuse sügavust betoonpaneelide all.
5. Panna kokku betoonteede disaini õpetus Eesti olude kohta ja ka kvaliteedistandardid.
6. Organiseerida uute teede instrumentatsioon: liiklus, rasked veokid, telje raskused, roobaste kulumine ja hoolduskulud aastast aastasse.



Ülemiste keskuse arhitektuurne lahendus ja fassaad: AMB / Novarc Group AS, arhitektid Einar Aakeroy, Lauri Laisaar, Jaanika Ots, Katrin Kõlu

**Fassaadide ja interjööri ERILAHENDUSED**



Ülemiste City, Bernhard Schmidti maja, Löötsa 5, arhitektuurne lahendus: Novarc Group AS, arhitekt Ilmar Klammer

**PARMET®**

**AS Parmet**  
Tehvandi põik 3, Otepää  
tel 766 0044, faks 766 0040  
parmet@parmet.ee

**Tallinna esindus:**  
Laki tn.34  
tel 766 0071, 7660072  
www.parmet.ee

Ülemiste keskuse sisearhitektuurne lahendus ja akustilised torud: JOONPROJEKT, sisearhitektid Priit Põldme ja Reet Sepp, akustika konsultant Linda Madalik

