

HOONE AUDITEERIMISE METOODIKA
RE-X PROJEKTI NÄITEL

Kristo Paalandi
Tallinna Tehnikaülikool, Ehituse ja arhitektuuri instituut
Teadmistepõhine ehitus | 29.10.2026 | Paralleelsessioon II B – Ringne ehitus

AUDITEERIMISE KAKS SUUNDA

RENOVEERIMISEELNE AUDIT (pre-renovation audit)

Hoone kasutusea pikendamine

- Kandevõime, kahjustuste põhjused ja liidete seisukord
- Lisakoormuste mõju ning remondi ja tugevdamise vajadus

LAMMUTUSEELNE AUDIT (pre-demolition audit)

Elementide korduskasutus

- Elementide inventuur, seisukord ja ohtlike ainete kaardistus
- Demonteeritavus ja kandevõime uues kasutuskohas

ÜHISOSA: KONSTRUKTSIOONIDE SEISUKORD JA MATERJALIDE OMADUSED

Näiteks betooni, müürikivide survetugevus.
Kahjustused, elementide seisukord.

Allikad: Euroopa Komisjon (2024), EL ehitus- ja lammutusjäätmete protokoll
ISO 13822:2010

AUDITEERIMISE REGULATSIOON

MTM määrus nr 61 „Ehitise auditi tegemise kord“
https://www.riigiteataja.ee/akt/120102020004

§ 4. Auditi tegija kohustused

(1) Auditi tegija selgitab tellijale enne auditi tegemist auditi tegemise põhimõtteid, meetodeid, liike ning andmete ja dokumentide vajadust.

(2) Enne auditi tegemist määrab **auditi tegija koos tellijaga auditi eesmärgi**, meetodi, mahu ja liigi, arvestades ehitise seisukorda ja pädeva asutuse juhiseid nende olemasolul.

(3) Auditi tegija on kohustatud kaasama pädeva isiku auditi koostamisse juhul, kui auditi tegijal puudub pädevus auditi teatava osa koostamiseks.

Seega ei ole kehtivas hoone auditi tegemise korras käsitletud hoone auditeerimist lammutamise/demonteerimise eesmärgil ning see eesmärk tuleb tellija poolt täiendavalt sõnastada

TAL TECH

AUDITEERIMISE OSAD

1. EELINFO JA UURINGUTE PLANEERIMINE

- Auditi eesmärgi määramine: renoveerimine või elementide korduskasutus.
- Hoone taustandmed: ehitusaeg, kasutus, konstruktsioonitüüp ja varasemad ümberehitused.
- Projektide, arhiivimaterjalide ja varasemate uuringute kogumine.
- Esmane ühine paikvaatlus ning dokumentide vastavuse kontroll tegelikule olukorrale.
- Uuringute ulatuse, meetodite ja tegevuskava koostamine.

- **Re-x video:** https://youtu.be/SxolM-Z40pk

AUDITEERIMISE OSAD

2a. AUDIT RENOVEERIMISE EESMÄRGIL

- Materjalide, konstruktsioonikihtide, kandeskeemi ja elementide geomeetria tuvastamine.
- Pragude, deformatsioonide ja muude kahjustuste kaardistamine ning põhjuste hindamine.
- Digitaalne mõõdistamine, skaneerimine ja mittepurustavad uuringud.
- Konstruktsioonide avamised, proovivõtt ja laborikatsed: tugevus, karboniseerumine, külmakahjustused
- Kandevõime, kasutuskõlblikkuse ja edasise kasutusea hindamine kavandatud kasutustingimustes.
- Järeldused remondi, tugevdamise ja täiendavate uuringute vajaduse kohta.

2b. AUDIT KORDUSKASUTUSE EESMÄRGIL

- Lisaks punktis 2a kirjeldatud uuringutele:
  - Elementide liidete, demonteeritavuse ja võimalike eraldusmeetodite uuring.
  - Tõstevõimaluste, ajutise toestamise ning transpordi- ja ladustamistingimuste hindamine.
  - Demonteerimise töömahu, takistuste ja riskide hindamine, sh pealevalu eemaldamine ja liidete avamine.
  - Demonteerimiskontseptsiooni täpsustamine koostöös potentsiaalsete töövõtjatega.
  - Hoone digimudeli ja elementide registri koostamine koos mõõtmete, omaduste ja uuringutulemustega.
  - Korduskasutuspotentsiaali, kasutustingimuste ja võimalike piirangute määramine.

AUDITEERIMISE OSAD

3a. RENOVEERIMISTÖÖDE AEGSED TÄIENDAVAD UURINGUD

- Enne ehitust ligipääsmatute konstruktsioonide avamine ja kontroll.
- Täiendav proovivõtt ja laborikatsed materjaliomaduste usaldusväärseks määramiseks.
- Varjatud kahjustuste tuvastamine ning auditi lähteandmete ja eelduste kontroll.
- Kandevõimehinnangu ning remondi- ja tugevdamisvajaduse täpsustamine.

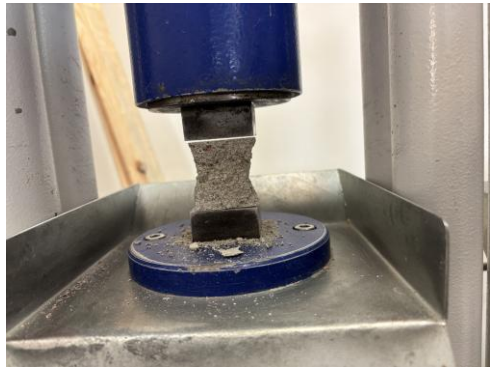
3b. DEMONTEERIMISE ALGFAASI TÄIENDAVAD UURINGUD

- Lisaks punktis 3a kirjeldatud tegevustele.
  - Proovidemonteerimise jälgimine ning valitud töömeetodi mõju hindamine elementide terviklikkusele.
  - Avanenud sõlmede, armatuuri ja liiteosade tegeliku lahenduse kontroll.
  - Elementide omaduste ja seisukorra vastavuse kontroll auditiandmetele.
  - Demonteerimisel tekkinud kahjustuste tuvastamine.
  - Demonteerimislahenduse, toestamise ja tööjärjekorra täpsustamine saadud tulemuste põhjal.

AUDITEERIMISE MEETODID











Meetodid ehituskonstruktsioonide ja piirdetarindite seisukorra hindamiseks võib jagada

- Mittepurustavad
- Osaliselt purustavad
- Purustavad

Peamised meetodid:

- Mõõtmised, deformatsioonid, praod, tasapindsus jms
- Betooni karboniseerumine (fenoolftaleiin)
- Tavaline haamer (koputamiseks ja kuulamiseks)
- Schmidt`i põrkevasar (hinnanguline betooni survetugevus)
- Betooni survetugevus (proovikeha laboris)
- Kaitsekihi paksus (proovikeha, elektromagneetiline (cover meter) meetod, skänner)
- Armatuuri korrosioon (proovikehad südamikpuuri abil laboris)
- Betooni tõmbe- ja nakketugevus
- Röntgendifraktomeetria (karboniseerumine, soolade sisaldus)
- Ultraheli impulsi lainelevi (mittepurustav kaudne tugevusomaduse hindamine)
- Elektromagnetlaine mõõtmisel põhinev maaradar

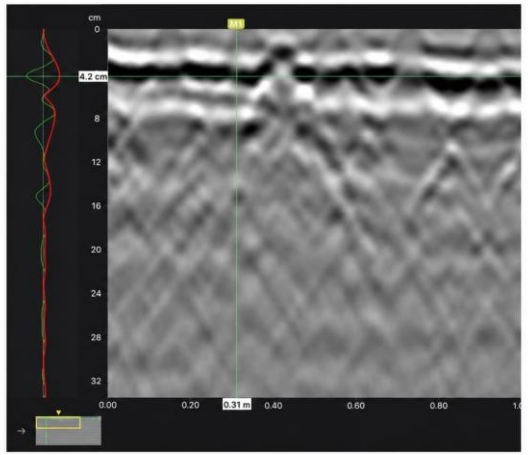
TAL TECH

ELEMENTIDE GEOMEETRIA, SEISUKORD

- Plaadi ja soojustuse paksuse variatsioon
  - 30..50 mõõtetulemust maja kohta
  - Traatkonksu abil puuritud D12mm ava
  - Puurkehade mõõtetulemus
  - **Maaradar Proceq GP8000**
- Parim tulemus kombineerides erinevaid meetodeid







Kaugus [mm]	Kihi paksus [mm]	
	A-skaneering	Traatkonks
100	41	-
310	42	45
500	42	-
700	45	-
900	58	-
1100	46	-
1300	64	-
1500	71	-
1700	83	-



Suurpaneelhoone AK6 betoonist kihtpaneeli (PCSP) maaradaripilt (vasakul) ja kihi paksuse mõõtmistulemused (paremal).

BETOONI SURVETUGEVUS

- Meetodid
  - Purustav meetod
  - Mittepurustavad meetodid Schmidti vasar. **Ultrasound seade UPVT A1220 kuivkontakt ja ühelt poolt mõõtmine!**
  - Kasulik kombineerida erinevaid meetodeid
- Purustav meetod
  - Silindrite katsetamine survele EN 12390-3:2019, EN 12504-1:2019
  - Arvestades plaadi väikest paksust katsekeha soovituslik läbimõõt Ø50mm
  - EN 12504 lisa A Täitematerjali terasuuruse mõju Ø100mm-Ø50mm-Ø25mm
  - Kõrguse-läbimõõdu suhe min 1:1
  - Pinnad saagida ja tasandada
  - Katsetulemuste normaliseerimine normtugevusele katsekeha mõõtmete alusel

.

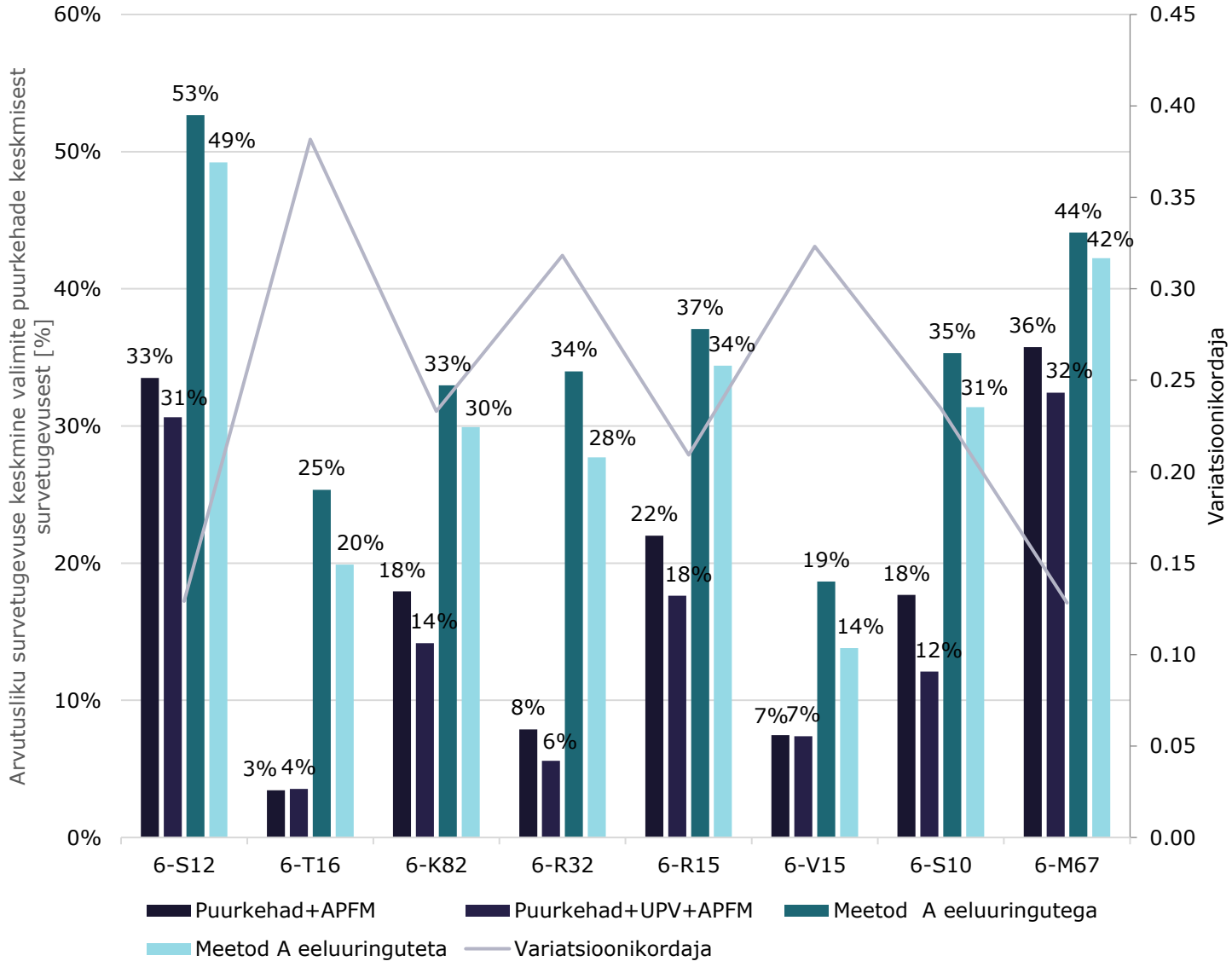






BEOONI SURVETUGEVUS

- Betooni arvutusliku survetugevuse määramine erinevate arvutusmeetoditega ja erineva variatsiooni kordahate korral
- Eurokoodeks 2 Lisa A kohandatud osavarutegurite meetod ja Eurokoodeks 0 Lisa D



SUURPANEELELAMU AUDIT ENNE TÖID

1. Eelinfo ja uuringukava

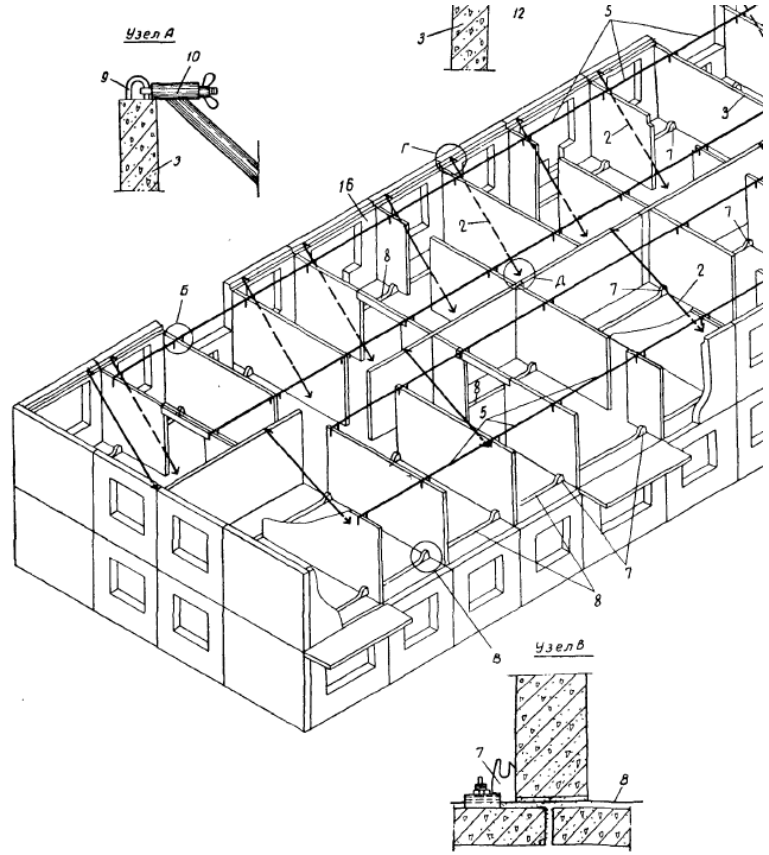
Arhiivimaterjalid, tüüpseeria ja paikvaatlus.
Kandeskeem ning elementide geomeetria.

2a. Ühine tehniline uuring

Kihtide paksus, armatuur ja kaitsekiht.
Korrosioon, karboniseerumine, külmakahjustused
ja survetugevus. Avamised ning väli- ja laborikatsed.
Kandevõime, edasine kasutusiga.

2b. Korduskasutuse lisauuringud

Sõlmed, tõstevõimalused ja demonteeritavus.
Töömaht, riskid ning elementide digitaalne register.



Kandeskeem ja elementide paiknemine

TÖÖDEAEGNE KONTROLL JA JÄRELHINDAMINE

3a. Renoveerimise käigus

Varjatud konstruktsioonide avamised ja lisakatsed.
Kandevõimehinnangu täpsustamine.

3b. Demonteerimise algfaasis

Proovidemonteerimise teostamine.
Sõlmede, töömeetodi ja kahjustuste kontroll.

4. Demonteeritud elementide järelkontroll

Geomeetria, seisukord peale demontaaži.
Lisakatsed, remondivajadus ja korduskasutusvõimalused.
Elementide registri ja lõpparuande täiendamine.



111-133 „Tartu" seeria, Valga 2023





Avanenud sõlmed ja liiteosad

KIVIMAJA AUDIT ENNE TÖID

1. Eelinfo ja uuringukava

Arhiivimaterjalid, projektid ja paikvaatlus.
Seina konstruktsioon, hoone kandeskeem, avad ja sillused.

2a. Ühine tehniline uuring

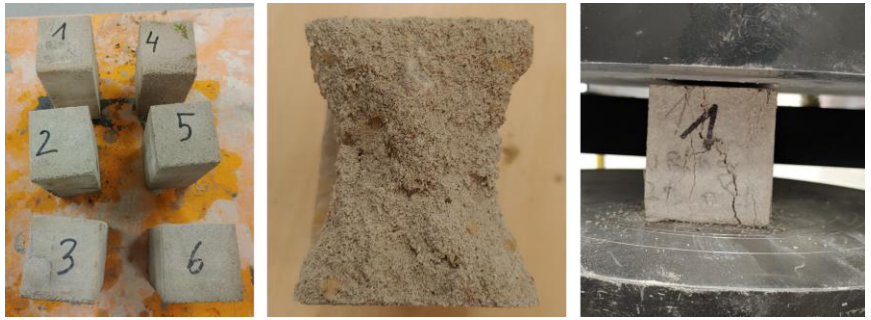
Müürikivide survekatsed ja mördi TPT-uuring.
Pragude põhjused, vuugipaksus ja välisvoodri sidemed.
Müüritise kandevõime, prognoositav kasutusiga.

2b. Korduskasutuse lisauuringud

Kivide eraldatavus ja puhastatavus.
Töömaht, kahjustumisrisk ning kivimaterjalide register.



Mördi omaduste hindamine TPT-meetodil



Müürikivide katsekehad ja survekatse

TÖÖDEAEGNE KONTROLL JA JÄRELHINDAMINE

3a. Renoveerimise käigus

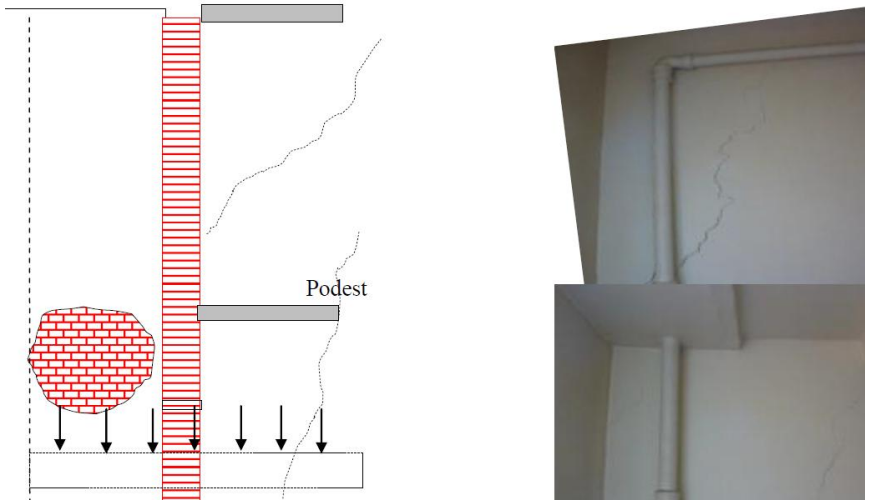
Varjatud müüritise ja silluste avamised.
Pragude, sidemete ja kandevõimehinnangu täpsustamine.

3b. Demonteerimise algfaasis

Prooviseina lahtivõtmine.
Kivide terviklikkuse ja puhastatavuse kontroll.

4. Eraldatud kivide järelkontroll

Seisukord, sorteerimine ja müürimaterjalide partiide eristamine.
Lisakatsed ning korduskasutustingimuste määramine.
Materjalide registri ja lõpparuande täiendamine.



Pragude ja koormuse ülekandumise näide



Välisvoodri sidemed ja sängitusvuugid

ÕISMÄE TEE 70: KORDUSKASUTUSE EELUURING

1. Eelinfo ja uuringute eesmärk

Rukkilille lasteaia paneelide, talade ja postide korduskasutus.
Arhiivjoonised ja tüüpseeria ИИ-04 võrdlus tegeliku tarindiga.
Paikvaatlus 12.2025, mittepurustavad uuringud 01.2026.

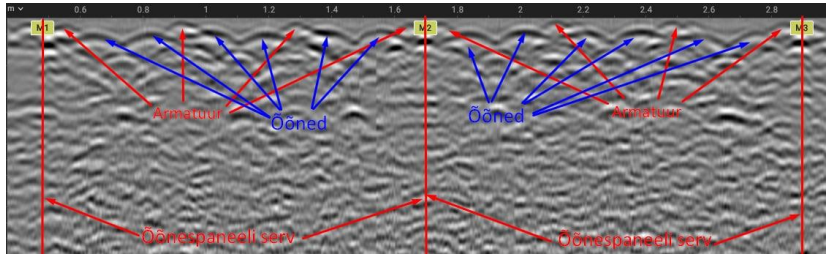
2a. Tehtud tehnilised uuringud

Mõõdistus, avamised ja armatuuri skaneerimine.
Põrkevasarakatsed, nivelleerimine ja karboniseerumise test.
Õõnespaneel: paksus 220 mm, avamisel armatuur Ø16 mm.

Raporti järeldus

Kandekonstruktsioonide üldseisund on hea.
Lokaalselt esineb pragunemist ja armatuuri korrosiooni.
Vahelae kandevõimehinnang on 8 kN/m². Raporti eeldustel on kontori lubatav kasuskoormus 3,0 kN/m².





Õõnte ja armatuuri paiknemine maaradariuuringus

TAL TECH

Allikas: Re-X projektimeeskond. Õismäe tee 70, Tallinn, veebruar 2026, lk 3–14 ja 26.

UURINGU TULEMUSED JA AUDITI JÄTK

2a. Tugevuse eelhinnang

Põrkevasara tulemused eri katsekohtades

Element	Hinnang, MPa
Ribipaneelid	**30–40**
Õõnespaneelid	**40–62**
Talad	**56–63**
Postid	**40–66**
Tala-posti sõlme betoon	**22–41**

Tulemused vajavad purustavate katsetega kontrolli.
Põrkevasara hinnang ei määra betooni tugevusklassi.

2b. Täiendavad uuringud

Armeeringu ja sõlmlahenduste täpsustamine.
Purustavad katsed koos mittepurustavate uuringutega.
Betooni omaduste ja varieeruvuse hindamine.

3. Tööde käigus

Renoveerimisel: varjatud tarindite lisakontroll (3a).
Korduskasutusel: proovidemonteerimine (3b),
ühenduste ja eemaldamiskahjustuste kontroll.

4. Pärast demonteerimist

Elementide seisukord, tähistamine, seisukord peale demonteerimist.
Vajadusel lisakatsed ning korduskasutustingimused.
Elementide registri ja lõpparuande täiendamine.

TAL TECH

Allikas: Re-X, Õismäe tee 70, Tallinn (02.2026), lk 15–26. Etapid 3–4: kavandatud jätk üldmetoodika järgi.

TÄNAN TÄHELEPANU EEST!

Kristo Paalandi | Tallinna Tehnikaülikool, Ehituse ja arhitektuuri instituut

Reusing Old Buildings (Re-X)

- FinEst Centre for Smart Cities pilootprojekt: olemasolevate hoonete auditeerimise metoodika, ehitusosade taaskasutuspotentsiaali hindamine, digitaalne tööriist ja ärimudel
- **Projektijuht:** Simo Ilomets, TalTech
- **Partnerid:** Tallinna linn, Valga linn, Cēsise linn (Läti), Hundipea, Tallinna Sadam
- **Projekti leht:** finestcentre.eu/project-pilot/re-x-building-scan
- **Koduleht:** www.rexbuildings.com

The setup of the FinEst Centre for Smart Cities is funded by the European Union´s Horizon 2020 Research and Innovation Programme, under the grant agreement No. 856602, by the European Regional Development Fund and the Estonian Ministry of Education and Research.