

Raudbetoon

AJALUGU JA RESTAUREERIMINE

2 KASUTUSAJALUGU EESTIS

- 2 Varajane kasutus
- 4 Raudbetoon vabariigi ajal
- 5 Kasutus nõukogude perioodil

6 RAUDBETOONKONSTRUKTSIOONID JA HOONE ENERGIATÕHUSUS

- 7 Paneel- ja mitmekihilised välisseinad
- 7 Välispidine lisasoojustamine
- 7 Seespoolne lisasoojustamine

8 KAHJUSTUSED

- 9 Külumumis- ja soolkahjustus
- 10 Täiteaine leelisreaktsioon
- 10 Betooni karboniseerumine ja sarruse roostetamine

11 HOOLDUS JA RESTAUREERIMINE

- 11 Hooldus
- 11 Raudbetooni seisukorra hindamine
- 12 Restaureerimine
- 13 Paranduskohtade esteetiline ilme

14 LISAMATERJALID



Kasutusajalugu Eestis

VARAJANE KASUTUS

Kaasaegset, portlandtsemendil põhinevat betooni hakati Lääne-Euroopas laiemalt tarvitama 19. sajandi II poolel, kui õpiti betoonkonstruktsioone terasega tugevdama ja seeläbi sündis uudseid ehituslikke võimalusi pakkuv materjal – raudbetoon.

Eestisse Kundasse rajati tsemendivabrik 1871. aastal, kuid on teada, et nii romaan- kui ka portlandtsementi imporditi siia juba varem. Betooni tarvitamine Eesti aladel jäi 19. sajandil siiski suhteliselt tagasihoidlikuks: uut materjali kasutati mingil määral tee- ja vesiehituses, truupide ja postide valmistamiseks, hoonetes eeskätt põrandakattena (nii tsementplaatidena kui ka valatud põrandana).

Läbimurre raudbetoontarindite kasutuselevõtus toimus Eestis 20. sajandi alguses ning esmalt just utilitaarset laadi ehitistes: sildades, tööstushoonetes ning militaarrajatistes. Tegemist oli maailmatasemel tarinditega, mis valmisid enamasti riikliku tellimuse käigus ning välismaise oskustööjõu käe all. Vähemal määral kasutati tsaariajal raudbetooni ühiskondlike hoonete (nt Estonia teater) ja elamute tarindamisel, viimasel juhul kohtas seda eeskätt keldrivahelagedes.



Tsaariaegsetest raudbetoonehitistest Eestis on kahtlemata kõige tuntum ja unikaalsem Tallinna vesilennukite angaar (1916–1917). Restaureerimiseelne vaade. Foto: M. Mändel



Eesti esimene raudbetoonsild (1904) üle Kasari jõe oli valmimisjärgselt Euroopa pikim raudbetoonsild. Foto: Le Béton Armé, november 1904

RAUDBETOON VABARIIGI AJAL

Eesti Vabariigi süünd, vaesed olud ja ehitusmaterjalide üldine defitsiit tõi siinsesse betoonikasutusse esmalt tagasilanguse, kuid 1930-ndateks aastateks oli betoon muutunud tavapäraseks ehitusmaterjaliks, mida kasutati nii kortermajade vahelagedes kui ka talumajapidamiste abihoonete püstitamisel. Tõuke betooni kasutamisele andis kahtlemata riiklik propaganda, mis soosis tulekindlaid materjale. Maapiirkondades oli küllalt levinud lisaks valatud seintega abihoonete püstitamisele ka tsemendisegust kohapeal valmistatud telliste ja katusekivide tarvitamine ehitusel. 1930-ndate lõppu jääb hulga konstruktiivselt keeruliste ning visuaalselt efektsete raudbetootarindite loomine. Samuti jõuab siis Eestisse modernistlikust mõttelaadist kantud materjaliaususe esteetika, mis väljendub muu hulgas puhaste, raketisejälgedega betoonpindade tahtlikus ja rõhutatud eksponeerimises. Selline lähenemine jäi küll paraku üürikeseks, sest sõjajärgne stalinistlik arhitektuuriideoloogia soosis taas raudbetooni varjatud kujul kasutamist.



Vabariigi ajal tehti abihooned vahel betoonseintega. Sellised tagasihoidlikud hooned on kohaliku betooniajaloo kontekstis olulised ja vääriksid säilitamist. Foto: M. Mändel



Pärnu rannakohvik (1939) on hea näide vabariigi lõpuaastate kõrgetasemelisest ehituskultuurist ning paljaste betoonpindade kasutamisest arhitektuuris. Foto: C. Sarap. [Virumaa Muuseumid SA](#)

KASUTUS NÕUKOGUDE PERIOODIL

Oluline murrang raudbetooni kasutamises Eestis toimus 1950-ndate lõpul, kui üleliiduliselt võeti suund monteeritavale raudbetoonile ning see kuulutati sisuliselt ainuõigeks ehitusmaterjaliks. Järgnevatel kümnenditel tootsid majaehitus-kombinaadid üle kogu Nõukogude Liidu tuhandeid omavahel äravahetamiseni sarnaseid korterelamuid ning Eestiski on paneelmajad nõukogudeaegset betoonikasutust iseloomustav märksõna. Monteeritavatest detailidest kokkupandud tüüp-projekteeritud ehitiste kõrval leidub vähesel määral siiski ka unikaalseid, enamasti monoliitbetoonist valminud hooneid. Raudbetoonist kooriktarindid ja kõrghooned võib lugeda selle perioodi kõige silmapaistvamateks ehitisteks. 1990-ndatel oli betooni kasutamine massiline, kuid arhitektuurselt tähelepanematu; puhaste betoonpindade esteetika ja materjali mängulisus taasavastati uue aastatuhande künnisel.



Nõukogude perioodil ehitati massiliselt monteeritavatest raudbetoonpaneelidest korterelamuid. Foto: M. Mändel



Narva mööblivabriku koorikkatus (1960). Foto: M. Siplane

Raudbetoonkonstruktsioonid ja hoone energiatõhusus

Ajaloolised raudbetoonkonstruktsioonid on valdavalt rajatud ajal, mil hoonete energiatõhususele tänapäevases tähenduses suurt tähelepanu ei pööratud. Varasemates hoonetes kasutati raudbetooni eeskätt kandetarindites – vahelagedes, talades, sammaste ja lintvundamentidena – ning välisseinte soojapidavus saavutati muude konstruktsioonikihtide abil. Nõukogude perioodil laialt levinud monteeritavatest raudbetoonpaneelidest hooned olid küll oma aja kohta ratsionaalsed ja kiiresti ehitatavad, kuid nende soojapidavus ei vasta üldjuhul tänapäevastele elamutele esitatavatele ootustele.

Raudbetoon on suure soojusjuhtivusega materjal ning toimib konstruktsioonis sageli soojussillana. Seetõttu on hoone energiatõhususe seisukohast määrava tähtsusega mitte ainult seinä täite- ja viimistluskihid, vaid ka raudbetoonist tarindite paiknemine ja liitekohad. Energiatõhususe parandamisel tuleb arvestada, et sekkumised muudavad betooni niiskus- ja temperatuurirežiimi ning võivad ebasobival lahendusel kiirendada sarruse korrosiooni ja betooni lagunemist.

Raudbetoonkonstruktsioonidega hoonete energiatõhususe parandamine on alati tasakaalu otsimine hoone arhitektuurse väärtuse, konstruktsioonide säilivuse ja tänapäevaste kasutusvajaduste vahel. Iga sekkumine peab lähtuma konkreetse hoone ehitusajast, tarindite lahendusest ja seisukorrast ning eeldab terviklikku lähenemist, kus energiatõhususe tõstmine ei toimu raudbetoonkonstruktsioonide pikaajalise kestvuse arvelt.

PANEEL- JA MITMEKIHILISED VÄLISSEINAD

Monteeritavatest raudbetoonpaneelidest hoonete puhul on välisseinad sageli mitmekihilised ning sisaldavad alupärast soojustuskihti. Selliste konstruktsioonide energiatõhusust võib mõnel juhul parandada:

- vuukide ja paneeliliidete õhu- ja veetiheduse parandamisega,
- lisasoojustuse paigaldamisega konstruktsiooni välisküljele,
- harvem olemasoleva, amortiseerunud või niiskuskahjustustega soojustuskihi asendamisega.

Paneelmajade puhul on sageli just liitekohtade õhupidavus ja soojasillad energiatõhususe seisukohalt kriitilised ning nende lahendamine võib anda märkimisväärse efekti ka ilma seina üldist paksust oluliselt suurendamata.

VÄLISPIDINE LISASOOJUSTAMINE

Raudbetoonhoonete puhul on energiatõhususe parandamiseks tehniliselt kõige töökindlamaks lahenduseks välispidine lisasoojustamine. See võimaldab hoida betoonkonstruktsioonid soojemas ja kuivemas tsoonis ning vähendada soojasildade mõju. Välispidine lisasoojustamine on üldjuhul võimalik juhul, kui:

- hoone välisviimistlus on ajalooliselt olnud krohvitud või lihtsa pinnatöötlustega,
- olemasolev viimistlus on hilisem ja arhitektuuriliselt väheväärtuslik,
- hoone miljöö- või muinsuskaitseelised piirangud seda võimaldavad.

Sellisel juhul saab kasutada nüüdisaegseid soojustusüsteeme, tingimusel et lahendus on kooskõlas hoone arhitektuurse iseloomuga ning ei varja ega moonuta väärtuslikke detaile.

Raudbetoonhoonete lisasoojustamisel ei ole üldjuhul sobiv kasutada õhekrohve, mis on mehaaniliselt haprad ning mille kahjustumine jätab fassaadile visuaalselt sobimatu ja raskesti parandatava välimuse.

SEESPOOLNE LISASOOJUSTAMINE

Juhtudel, kus hoone välisilmet ei ole võimalik muuta, võib kaaluda raudbetoonist välispiirete seespoolset lisasoojustamist. Tegemist on tehniliselt riskantse lahendusega, kuna pärast seespoolset lisasoojustamist langeb betoonkonstruktsiooni temperatuur ning suureneb selle keskmine niiskussisaldus. Selline olukord võib soodustada betooni karboniseerumist ning sarruse korrosiooni, eriti kui konstruktsioonis esineb pragusid või ebapiisavat kaitsekihti.

Seespoolne lisasoojustamine eeldab alati:

- hoonest ja konstruktsioonist lähtuvat niiskus- ja soojusarvutust,
- külmasildade ja liitekohtade detailset läbimõtlemit,
- niiskustehniliselt toimivate materjalide kasutamist.

Kahjustused

Raudbetoon on tugev materjal, mis peab sobivates tingimustes vastu aastakümneid. Raudbetoonkonstruktsioonide kestvus sõltub paljudest teguritest, nagu ümbritsevast keskkonnast, ehitustöö- ja materjali kvaliteedist ning hooldusest.

Probleemidest raudbetoonkonstruktsioonis annavad enamasti märku praod või pealispinnast lahti löönud sarruse kaitsekiht. Kui mikropraad võivad olla raudbetoonkonstruktsiooni juures paratamatu nähtus, mis ei häiri tarindi stabiilsust, siis pilt, kus betoonikihi alt on paljandunud sarrus, viitab juba selgelt progresseeruvale lagunemisele. Et raudbetooni on sageli kasutatud kandvates elementides, siis algavad tõelised probleemid hetkest, mil tarindi kandevõime muutub küsitavaks. Võimalusel tuleks sellisesse olukorda jõudmist ennetada, kuna parandused on siis juba väga ulatuslikud ja võivad tähendada suuri asendusi, mis ehitise autentsuse seisukohast on igal juhul ebasoovitavad.



Roostetav sarrus on põhjustanud betoonipinna pragunemise. Foto: M. Mändel

KÜLMUMIS- JA SOOLKAHJUSTUS

Raudbetooni lagunemismehhanismidest kõneldes tuleks eristada betooni ja sarruse kahjustusi. Betooni lagunemise peamised põhjused on paljuski sarnased teiste kivehitusmaterjalidega, ka siin on olulisel kohal külmumis- ja soolkahjustused. Märja betooni läbikülmumine toob jää suurenenud mahu tõttu kaasa pinged materjalis, põhjustades pragusid ning murenemist. Soolkahjustuste puhul reageerivad betooni sattunud soolad seal leiduvate mineraalsete komponentidega, mille tagajärjel muutub betooni koostis ja vastupidavus. Olulisemgi aga on asjaolu, et tekkinud uued ühendid on mahult kordi suuremad kui lähteained ning nende kristalliseerumisel on tagajärjeks suured pinged ja materjali purunemine. Soolad võivad sattuda betooni juba lähtekomponentides, aga ka hiljem vees lahustunult: vihmaveega, maapinna niiskusest kapillaartõusuga jms. Soolkahjustustega betooni pind muutub praguliseks ja lööb kihtidena lahti, betoon hakkab pudenema.



Talvine kliima ja libeduse tõrjeks kasutatav sool võivad betoonpindadele kahjulikult mõjuda. Erilise kujundusega raudbetoonaed (1935) Nõmmel Pesa ja Õie tänava nurgal on kultuurimälestis. Foto: M. Mändel

TÄITEAINE LEELISREAKTSIOON

Betooni võib lagundada ka täiteaine leelisreaktsioon, mille korral materjalis leiduv aluseline lahus reageerib täiteaines sisalduvate teatud liiki räniühenditega. Reaktsiooni saaduseks on silikaatgeel, mis vett absorbeerides paisub ning tekitab pingeid ja pragunemist. Tekkinud praod on iseloomuliku struktuuriga: pingevabas tsoonis moodustavad need ebakorrapärase „ämblikuvõrgu”, aga näiteks sarruse lähedal järgivad praod harilikult sarruse orientatsiooni. Kaugele arenenud kahjustuse puhul võib pragudest immitseda geeli. See kahjustusmehhanism tuleneb juba betooni valmistamisel kasutatud täiteaine koostisest ning peaaegu ainus ennetamise ja kahjustusprotsessi peatamise võimalus on hoida betoon kuivana.

BETOONI KARBONISEERUMINE JA SARRUSE ROOSTETAMINE

Väga sageli tulenevad raudbetooni kahjustused aga hoopis betooni sees oleva sarruse roostetamisest. Tekkiva rauarooste maht on märksa suurem kui roostetaval terasel, mistõttu metalli pinnale tekkiv rooste põhjustab pingeid betoonis ja viib sarruse kaitsekihi pragunemise ja lahtilöömiseni.

Sarruserauda ümbritsev betoon kaitseb seda kokkupuute eest niiskuse ja õhuhapnikuga, mis mõlemad on olulised eeldused roostetamiseks. Veelgi olulisem on aga betooni aluseline pH-tase (värske betooni pH on vahemikus 12,5–13,5), mille tulemusena tekib terase pinnale passiveeriv kiht, mis pakub tõhusat korrosioonikaitset. Betooni pH-taset muudab neutraalsemaks ajapikku toimuv reageerimine õhus leiduva süsihappegaasiga

ehk karboniseerumine. Kui pH langeb alla 9, kaob terast ümbritsev kaitsekiht ning piisava niiskuse korral hakkab sarrus roostetama. Karboniseerumine algab betooni pinnalt ja liigub järk-järgult sügavamale. Protsessi kiirus sõltub paljudest teguritest, peamiselt aga betooni koostisest ja süsihappegaasi sisaldusest õhus. Heakvaliteediline betoon karboniseerub harilikult väga aeglaselt, ka 50 aasta pärast ei ületa karboniseerumissügavus 5–10 mm. Samal ajal võib madala kvaliteediga betoon karboniseeruda 25 mm sügavusele vähem kui 10 aastaga. Seda soodustavad (mikro-)praod jms defektid betooni pinnal. Sõltumata karboniseerumissügavusest võib sarrus siiski korrodeeruda (rooste minna), kui betooni on sattunud vees lahustuvaid kloriide. Kloriidid lõhuvad kaitsva kihi sarruse pinnal ja võimaldavad seeläbi roostetamisprotsessil käivituda.

Hooldus ja restaureerimine



Sammal betoonil põhjustab pinna aeglast murenemist.
Foto: M. Mändel

HOOLDUS

Raudbetoonkonstruktsioonide hoolduspõhimõtted on suhteliselt lihtsad. Kõige olulisem on kaitsta tarindeid otsese kokkupuute eest vihmaveega, et vältida niimoodi materjali külmumiskahjustusi. Et raudbetooni on ajaloos peetud n-ö hooldusvabaks materjaliks, siis võib vanadel hoonetel raudbetoonitarinditel hüdroisolatsioon puududa ka sellistes kohtades, kus see ilmne ja hädavajalik oleks, näiteks võib vabariigiaegse abihoone raudbetoonkatuse olla ilma täiendava katusekatteta. Sellisel puhul tuleks tarindite vihmaveekaitset kindlasti kaasajastada.

Ehkki nende põhjustatud betoonikahjustused on suhteliselt tagasihoidlikud, tuleks sellist olukorda siiski vältida, kuna pikemas perspektiivis toob see kaasa betooni pinna murenemise.

Määrduvad betoonpindade puhastamiseks sobib survepesu. Puhastuse järgselt võib pinda immutada selleks ettenähtud värvitu vahendiga, et sel moel tõsta pinna veetihedust ning vähendada edaspidist märgumist ja määrdumist.

RAUDBETOONI SEISUKORRA HINDAMINE

Betoon- ja raudbetoonitarindite esmaseks kahjustuse märgiks on harilikult pinna pragunemine ja murenemine. Tõsi, vahel võib esineda küll ka olukord, kus betoon on sarruse küljest irdunud ning materjalis on sisepinged, ent välispind püsib veel terve. Kui paljandunud on juba roostetav sarrus, viitab see kaugele arenenud kahjustustele. Kui roostetanud sarrust on näha kandetarindites, oleks mõistlik enne parandustöid tarindi jääkkandevõime küsimuses konsulteerida ehitusinseneriga.



Siin on kahjustused juba tõsised.
Foto: M. Mändel

RESTAUREERIMINE

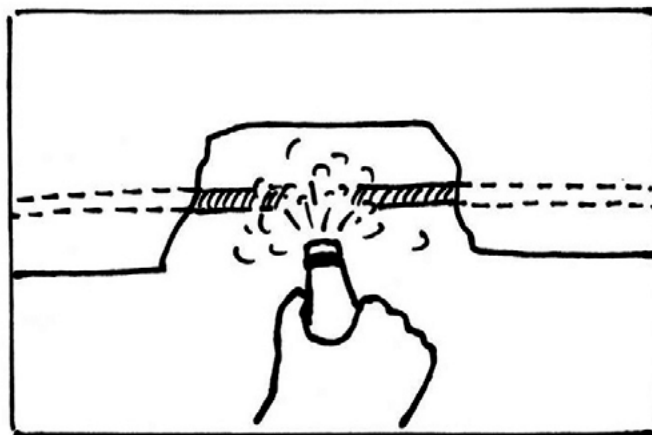
Raudbetooni restaureerimismetoodika valik sõltub kahjustuste iseloomust ja ulatusest, aga ka objektist ja selle väärtusest. Võimalikud on näiteks lisasarruste paigaldamine, pragude injekteerimine ja klambritega kokku tõmbamine, samuti on Euroopas väga oluliste objektide puhul kasutatud elektrokeemilisi konserveerimismeetodeid. Raudbetoonist kandetarindite restaureerimine nõuab üldjuhul projektlahendust ehitusinsenerilt, kes valib olukorrale sobivad meetodid.

Kõige tavalisem ja lihtsam raudbetooni restaureerimise meetod on siiski kohtparanduste tegemine. Raudbetoonitarindite **kohtparanduste tegemise tehnoloogia** on üldjoontes alljärgnev.

1. Puhastada betoonipind (näiteks survepesuga). Eemaldada kõik lahtised tükid.
2. Kahjustunud kohtades eemaldada betoon kuni sarruseni, nii et sarruse raud oleks kogu diameetri ulatuses puhas ja töödeldav.
3. Puhastada sarrus roostest ning töödelda seejärel korrosioonikaitsevahendiga.
4. Täita paranduskoht tsementmördiga. Saadaval on eri tootjate spetsiaalseid restaureerimismörte.
5. Teha sobilik pinnaviimistlus.



Betooni pealispinda on lõigatud sooned konstruktsiooni tugevdamiseks ettenähtud lisasarruste paigaldamiseks.
Foto: M. Mändel



Roostetanud sarrus tuleb puhastada ja töödelda roostekaitsevahendiga igast küljest. Joonis: M. Mändel

PARANDUSKOHTADE ESTEETILINE ILME

Betooni parandades on väga oluline pöörata tähelepanu parandatud kohtade väljanägemisele. Nõuded sellele sõltuvad algse pinna viimistlusest, mida ka paranduskoha viimistlus peaks jälgendama. Kui aga paranduskoht hiljem krohvitakse, ei ole selle viimistlusele olulist tähelepanu vaja pöörata.

Üle värvitava pinna puhul on parandades oluline järgida eeskätt algse pinna faktuuri. Näiteks kui algne pinnaviimistlus on olnud raketisejälgedega, peaks ka paranduskoha viimistlus selline olema. Õige faktuuri saavutamisel tuleb tähelepanu pöörata ka parandussegu täitematerjali jämedusele: kui näiteks originaalbetoon on tehtud jämeda kruusatäitega, siis ei olegi võimalik peeneteralise restaureerimismördiga sama faktuuri saavutada ning tuleb katsetada jämedateralisema täitega. Osa faktuure eeldab aga betooni pinna töötlemist pärast kuivamist.

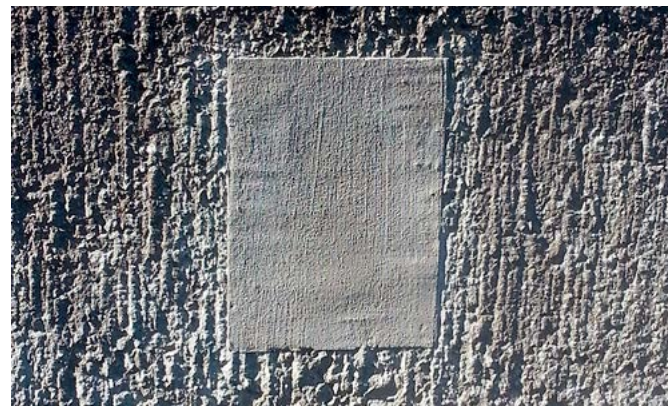
Kõige pretensioonikam on olukord puhta betoonpinna puhul, kus paranduskoht peaks originaalpinna sarnanema nii faktuuri kui ka värvitooni poolest. Sellisel juhul on prooviparandused enne ulatuslikumaid parandustöid vältimatud. Proovida tasuks eri tootjate valmissegusid, kuid kui nende hulgast sobivat ei leita, tuleks restaureerimismört vajadusel ise toonida või valmistada. Ehitustööde planeerimisel on oluline arvestada lisaajaga, mis kulub sobiva betooniparanduste mördi katsetamiseks ja leidmiseks, sest paranduste



Näiteid sobiva parandusmördi otsinguist. Kumbki katsetest ei sobi. Foto: T. Tiidor

sobivust saab hinnata alles pärast nende kuivamist ja sageli on vaja teha enne rahuldava tulemuse saamist mitu katset. Algse pinnaga päris identset tooni ei õnnestu tavaliselt saavutada, kuid üldkoloriidilt ning kindlasti hele-tumeduselt peaks paranduskoht originaaliga sarnanema, et parandatud kohad ei tuleks liialt esile ega hakkaks domineerima algse arhitektuurse kujunduse üle.

Paranduskohad tuleks hea tava kohaselt vormistada korrektsete ristkülikukujuliste lappidena, mitte jätta neid ebamääraste laikudena. Erandiks võivad olla väga väikesed parandused (alla 10 cm läbimõõduga kohad) ja pragude täitmine, mille puhul paranduskoha ristkülikukujuliseks lõikamine hävitaks mõttetult suure osa heas korras autentset betoonpinda.



Betooniparanduse proov. Toon on sobilik, faktuur aga mitte. Foto: M. Mändel



Eeskujulik betooniparandus: toon ja faktuur on õiged, paranduskoht korrektse ristkülikuna vormistatud. Foto: M. Mändel

**Kui tegemist on mälestisega
või muinsuskaitsealal paikneva
ehitisega, konsulteerige kindlasti
enne tööde alustamist muinsus-
kaitseameti spetsialistiga!**

LISAMATERJALID

Õiger, Karl. 2015. „**Ehitiste renoveerimine**”.
Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus

Trumm, Uno. 2014. „**Eesti betoonehituse ajalugu**”.
Tallinn: Pakett



MUINSUSKAITSEAMET

info@muinsuskaitseamet.ee
www.muinsuskaitseamet.ee

Infokaart uuendatud 2026. aastal
[LIFE HeritageHOME](#) projekti käigus.

Infokaardi algne koostaja:
Maris Mändel 2016. aastal.

Projekti kaasrahastab Euroopa Liit.
Siin väljendatud seisukohad ja arvamused
on ainult autorite omad ega pruugi kajastada
Euroopa Liidu või CINEA seisukohti.
Euroopa Liit ega toetust andev asutus
ei saa nende eest vastutada.



Kaasrahastanud
Euroopa Liit

 **muinsus
KODU**
renoveerimise teejuht