

build EST



EHITUSAEGNE KAITSE SADEMETE EEST

A2.1 KAHJUSTUSTE UURING JA EHITUSVIGADE INFOKAARDID LISA 8

12/2023

Life IP BuildEST

Life 20 IPC/EE/000010

Autorid

Kristo Kalbe, Tallinna Tehnikaülikool

Üllar Alev, Tallinna Tehnikaülikool

Juhtrühm/Tööpaketi koordinaator

Targo Kalamees, Tallinna Tehnikaülikool

Endrik Arumägi, Tallinna Tehnikaülikool



**Kaasrahastanud
Euroopa Liit**

Raport on valminud LIFE IP BuildEST projekti raames. Projekti rahastab Euroopa Liit Euroopa Kliima, Taristu ja Keskkonna Rakendusamet (CINEA) LIFE IP (*Integrated Projects*) programmi kaudu ja Eesti riik. LIFE IP programm on mõeldud keskkonna- ja kliimameetmete projektidele. Aruande sisu eest vastutavad autorid ja see ei peegelda tingimata Euroopa Komisjoni arvamusi. Dokumendis avaldatud seisukohtade ja arvamuste õiguse eest ei vastuta Euroopa Liit ega abi andvad asutused.

LIFE IP BuildEST programmi rahastusleping nr LIFE 20 IPC/EE/000010.

EHITUSAEGNE KAITSE SADEMETE EEST

Ehitusvea kaart nr 8

1. Sissejuhatus

Hoone katuse peamine ülesanne on takistada sademete jõudmist hoonesse. Paraku esineb alati enne uue katuse ehitamist või vana katuse vahetusel ajaperiood, mil katus ei suuda hoonet sademete eest kaitsta. Olenevalt hoone konstruktsioonide, tarindite või ka mööbli tundlikkusest, katuseaegse perioodi pikkusest ja aastaajast, on tarvilik erinevate meetoditega hoonet sademete eest ajutiselt kaitsta.

Arvestada tasub ka kaldvihma võimalusega. Seetõttu tuleb ehitusperioodil tuulise ilmaga vältida kaldvihma sattumist avatud (st ilma viimistluskihita) seinakonstruktsioonide või puuduvate avatäidete tõttu siseruumi. Kaldvihma mõjuala oleneb peamiselt tuule kiirusest, samuti räästa pikkusest ja hoone kõrgusest. Seetõttu tuleb fassaaditöödel tellingud katta kattevõrgu või -kilega. Samuti on aknaavad vaja ehituse ajaks kuni akende paigalduseni ajutiselt sulgeda, et vähendada vee sattumist hoonesse.

2. Vea kirjeldus

Sagedasti satub ehituse ajal hoone konstruktsioonidesse lubamatult palju niiskust. Sarnaselt uue hoone ehitamisega on niiskusriskiga seotud ka renoveerimistööd, kus avatakse piirdetarindeid või lisatakse olemasolevale uusi kihte. Renoveerimistöödel võidakse sademetele avada hooneosi (sh näiteks viimistlusmaterjale või sisustust), mis pole ette nähtud olema väliskeskkonnast tuleneva niiskuskooormuse all. Teisisõnu võib renoveerimistöödel väliskliima koormuse alla sattuda tava-pärasest rohkem niiskustundlikke materjale. Lisaks on renoveerimistööd pahatihti ajakriitilisemad kui uue hoone ehitus, sest ruumid võivad tööde ajal olla (osaliselt) kasutuses. Lühem ehitusperiood on kasulik, sest sademetele avatud oleku aeg on lühem, kuid teisalt on ka vähem aega, et konstruktsioonidesse sattunud niiskus saaks välja kuivada enne teiste (väljakuivamist takistavate) kihtidega katmist. Asjatundmatu niiskusohje võib viia uute niiskusest tingitud probleemideni, mis tingib enneaegse (järjekordse) renoveerimisvajaduse ja vähendab ehitise kui terviku eluiga.

Ehitusaegne kaitse sademete eest on elementaarne osa niiskusohjest ja vajab hoolikat läbimõtlemit juba tööde kavandamise etapis.

Allpool esitatud joonistel on fotod ja skeemid, mis toovad esile erinevad olukorrad, kus ehitusaegne niiskuskaitse on puudulik – materjalid on märgunud, vesi on sattunud tarindi kihtide vahele, pakendid on kahjustunud või on kasutatud ebasobivaid ehitusvõtteid ja materjale. Mõnel fotol on selgelt näha, milliseid tagajärgi võib kaasa tuua süstemaatilise niiskusohje puudumine. Iga joonise juures on selgitus, sealhulgas lühike kirjeldus soovitatavast lahendusest, mida rakendada, et parandada ehitusaegset niiskusturvalisust.



Joonis 1 Niiskustundlikke materjale ei tohi ladustada pinnasega kontaktis ega sademetele avatult (vasakul ja keskel). Pakkekile ei ole tavaliselt ilmastikukaitseks piisav (paremal). Parema lahenduse on ladustada materjale ajutise katuse all. Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 2 Pakkekile ja koormakatte kombinatsioon ei taga kaitset sademete eest. Ehitusplatsil ladustatud materjalide pakenditesse võib koguneda vesi (vasakul). Vajalik on pidevalt kontrollida ilmastikukaitse toimivust, sh avades/lõigates katteid, kui ilmastikukaitse on osutunud ebaõnnestunuks (paremal). Parema lahenduse on ladustada materjale ajutise katuse all. Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 3 Pakkekile ei ole sobiv materjal lisasoojustuspaneelide ilmastikukaitseks ladustamisel (vasakul). Selliselt ladustamise tulemusena algas hallituse kasv karkassipostidel (keskel). Kontrollimiseks avamise ajal oli puidu niiskussisaldus 20% (paremal). Parema on tarnida lisasoojustuspaneelid vahetult enne montaaži või ladustada ajutise katuse all.



Joonis 4 Puitpaneelide montaaž ilma ilmastikukaitseta on halb lahendus (vasakul ja paremal). Puit on niiskustundlik materjal ja sademetele avatult tõuseb puidu niiskussisaldus üle lubatud piirmäära (paremal). Fotod: Kristo Kalbe.

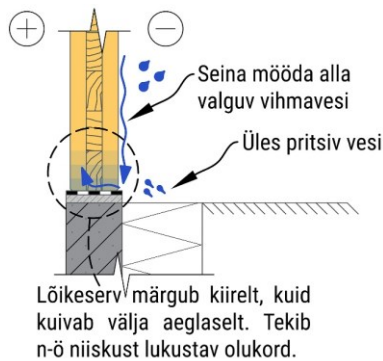


Joonis 5 Puit, aurutõkkemembraan ja tuuletõkkeplaat on niiskustundlikud materjalid ning nende paigaldus ilma ilmastikukaitseta on halb lahendus (vasakul). Lisaks pole soojustus paigaldatud kvaliteetselt – soojustusmaterjal ei tohi olla volditud karkassipostide vahele – nii tekivad õhukanalid, kus hakkab õhk liikuma ja soojustuskihi tõhusus väheneb. Niiskustundlikke materjale ei tohi paigaldada veelompi (keskel). Sademetele avatult ehitades tõuseb puitkarkassi niiskus sisaldus üle lubatud piirmäära (paremal). Fotod: Kristo Kalbe.

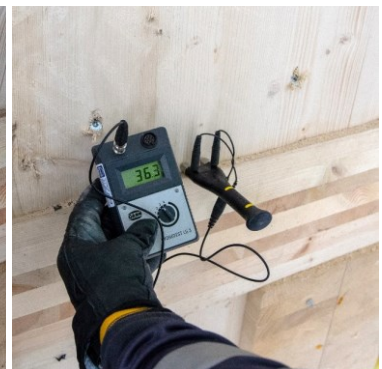
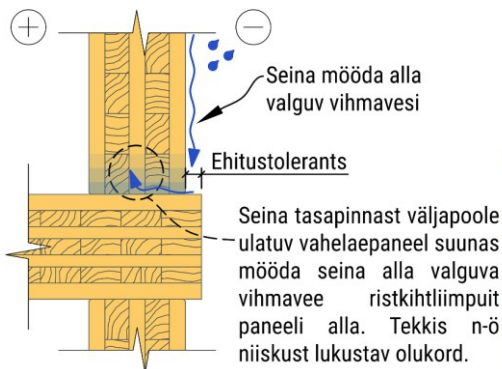


Joonis 6 Ajutine ilmastikukaitse tuleb hästi läbi mõelda. Ilmastikukaitse taha, alla ega sisse ei tohi koguneda sademevesi (vasakul). Oluline on pidevalt kontrollida ilmastikukaitse toimivust, vajaduse korral avades/lõigates katteid, kui ilmastikukaitse on osutunud ebaõnnestunuks (keskel).

Parem lahendus on pakendid alt lahti jätta (paremal) või monteerida täieliku ilmastikukaitse all. Fotod: Kristo Kalbe.



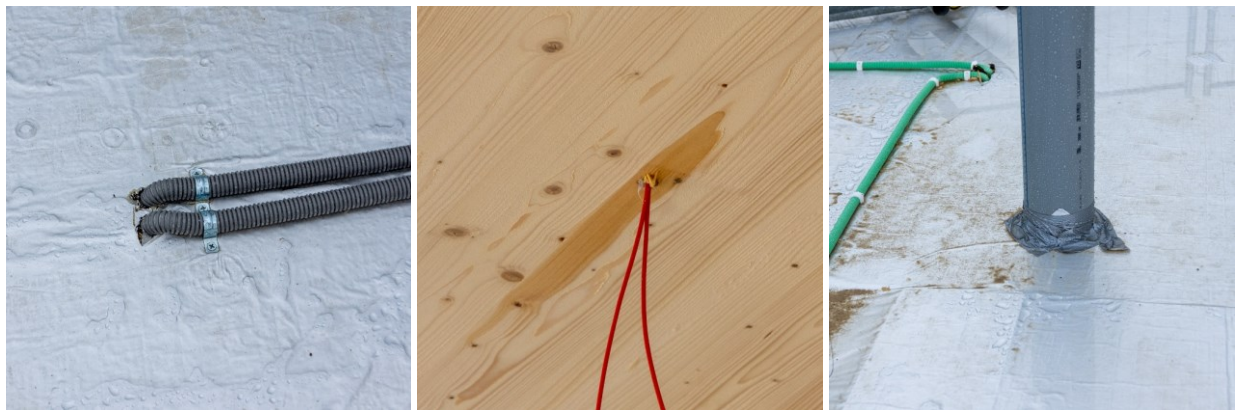
Joonis 7 Lokaalne ilmastikukaitse tuleb hästi läbi mõelda. Võib tekkida olukord, kus veetõkkena mõeldud detail (nt ristkihtliimpuitpaneeli serva all olev bituumenlint) ei taga piisavat kaitset, sest bituumenlindi ja puitpaneeli vahele jäävad tühimikud ja paneelist väljapoole ulatuv bituumenlint suunab mööda paneeli alla valguva vee kaitset vajava pinna alla (joonis vasakul ja foto keskel). Seinapaneelide (või ka muude vertikaalsete detailide) alumistele servadele ei taga piisavat kaitset ka vertikaalne kate (paremal), kuigi see vähendab üldist sademete koormust. Hea on kasutada läbipaistvaid katteid, sest siis on lihtsam ja kiirem visuaalselt kontrollida katte all toimuvat. Puitpaneelide, postide jm niiskustundlike materjalide alumised pinnad-servad on hea katta ühtlase katkematu kihi tekitava veetõkkega (nt vedelplastiga). Skeem ja fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 8 Sademete eest kaitsmisel on oluline liitekohtade geomeetria. Liigne ehitustolerants (vahelaepaneel ulatub seinat tasapinnast väljapoole) võib luua teekonna, mille kaudu satub mööda seinat alla valguv vesi seinapaneeli alla (joonis vasakul ja foto keskel). Ristkihtliimpuitpaneeli lõikeserva märgumine põhjustab lokaalselt väga kõrge niiskussisalduse (paremal). Parema oleks teha liitekohad ilmastikukindla teibiga kohe pärast montaaži – teip aitab mööda seinat alla valguva vee eemale suunata. Skeem ja fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 9 Sademete eest kaitsmisel on oluline liitekohtade geomeetria. Vältida tuleb nõgususi ja süvendeid, kuhu vesi saab koguneda (vasakul). Eriti halb on, kui tekivad niiskust lukustavad liitekohad ehk märjale liitekohale paigaldatakse väljakuivamist takistav kiht, nt vineer (keskel). Selline liitekoht võib kiirelt kahjustuda (sh mädanikseente tõttu). Parem on projekteerida liitekohad selliselt, et nõgususi ei teki (paremal). Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 10 Ilma kogu hoonet katva eraldiseisva ajutise ilmastikukaitseta ehitamisel on vajalik kohe hermetiseerida veekindlalt kõik läbiviigud. Korrektselt tihendamata läbiviigud (vasakul, paremal) põhjustavad veelekkeid (keskel) läbi muidu ilmastikukindla katuse. Majapidamisteip ei ole piisavalt ilmastikukindel ega sobi tarindite ja ajutise ilmastikukaitse läbiviikude tihendamiseks (paremal). Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 11 Ilma kogu hoonet katva eraldiseisva ajutise ilmastikukaitseta ehitamisel on vajalik kohe sulgeda ka katuses olevad avad (vasakul) ja katus peab saama vettpidavaks võimalikult kiiresti. Veelekked läbi katuses olevate avade võivad põhjustada tõsiseid niiskuskahjustusi (keskel, paremal). Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 12 Kui hoones tekib ehituse ajal mitu vettpidavat kihti, siis ei tohi sademetel lasta sattuda kahe kihi vahele, isegi kui alumine kiht talub vett. Näiteks võib suurpaneel-korterelamu olemasolev katus olla küll ilmastikukindel (vasakul), aga kui renoveerimisel lisatakse sinna uus kiht (keskel), tekitab kahe kihi vahele sattunud vesi liiga kõrge niiskustaseme, mis võib viia hallituse kasvuni (paremal). Kõik joonisel esitatud fotod on tehtud ühe hoone renoveerimise käigus. Fotod: Targo Kalamees ja Kristo Kalbe.



Joonis 13 Lisasoojustuspaneeli (vasakul) ei tohi paigaldada sademete ajal ega märjale aluspinnale. Kahe tarindikihi vahele võib sellisel juhul sattuda vesi ja tekib liiga kõrge niiskustasemega keskkond (paremal). Fotod: Kristo Kalbe.



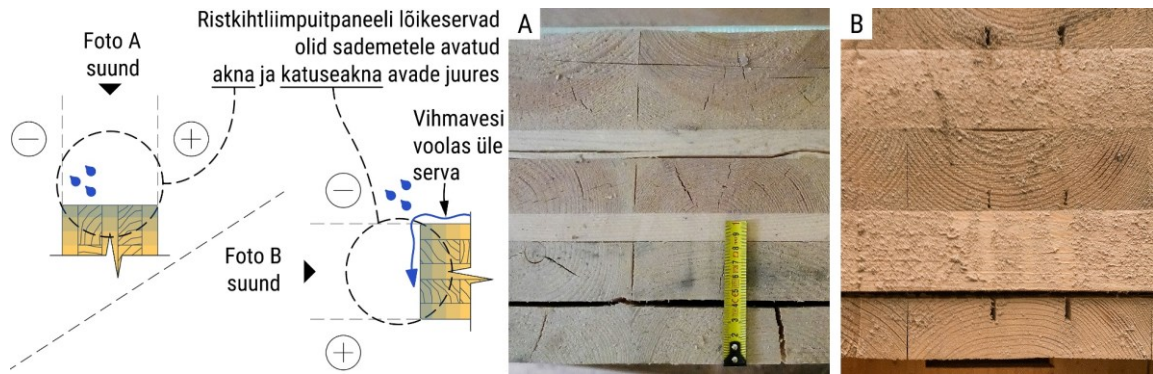
Joonis 14 Katusekonstruktsioonide montaaž ja paigaldus kaldeta koormakatte peal on vihmastel päevadel halb lahendus (vasakul). Lisaks tuleb tagada ajutise katte üleulatus seinast, et vihmavesi koormakattelt seinale ei valguks (paremal puudulik lahendus).

3. Veast põhjustatud probleemid

Puudulik ehitusaegne kaitse sademete eest võimaldab tekkida mitmesugustel niiskuskahjustustel. Need võiva olla näiteks:

- konstruktsioonide deformeerumine, kivikonstruktsioonide lõhki külmumine, puidu paisumine ja kahanemine (Joonis 16) ning sellest tingitud mõrad viimistluses või nt ristkihtliimpuidu delamineerumine (Joonis 15);
- mikroobide kasv (hallitusseened (Joonis 17), halvemal juhul ka mädanikseened), mis ohustavad hoone kasutaja tervist ja heaolu või põhjustavad konstruktsioonide lagunemist;
- materjalide soojuseriituvuse suurenemine (suurenenud niiskussisalduse tõttu), mis suurendab ka soojuskadu läbi tarindite;
- õhulekked piirdetarindites (Joonis 18);
- terasdetailide korrodeerumine;
- materjalide (nt liimide) keemiline lagunemine;
- elektriseadmete kahjustused veelekete või kõrge õhuniiskuse tõttu;
- ruumide sisekliima halvenemine (vähenenud soojuslik mugavus nt tarindite suurenenud soojuslähivuse tõttu).

Ehitusaegne veeleke võib mõjutada rohkem kui üht ala. Näiteks katusevahetuse-aegne läbisadu võib mõjutada kõiki konstruktsioone.



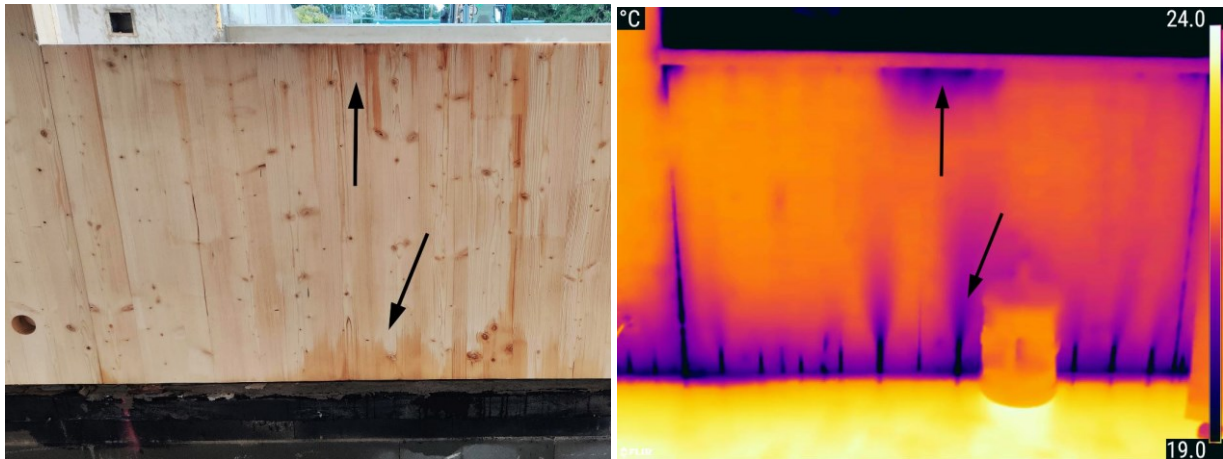
Joonis 15 Ehitusaegne liigne märgumine (vasakul) põhjustab ristkihtliimpuitpaneeli tavapärasest oluliselt ulatuslikumat lõhenemist/pragunemist ja see võib viia ka paneeli delamineerumiseni (keskel ja paremal). Parem on monteerida täieliku ilmastikukaitse all või vähemalt kasutada lokaalset ilmastikukaitset (veetõkkekihti). Lokaalne ilmastikukaitse tuleb projekteerida. Skeem: Kristo Kalbe.



Joonis 16 Ehitusaegne liigne märgumine põhjustab ristkihtliimpuitpaneeli tavapärasest oluliselt ulatuslikumat lõhenemist/pragunemist. Nooled fotodel osutavad samadesse kohtadesse (vasakul üldvaade, paremal lähivaade). Sama hoone, millest fotod Joonis 11. Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 17 Ehituse ajal sademete eest kaitsmata paigaldatud (vasakul) või puuduliku ilmastikukaitsega ladustatud (keskel ja vasakul) puitmaterjalil võib mikroobide kasv alata juba ehituse faasis. Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 18 Vasakul on foto ehitusjärgus olevast ristkihtliimpuitpaneeliga välisseinast, kus on näha märgunud kohad (noodled). Paremal on termopilt samast kohast aasta hiljem, kui hoone oli juba kasutuses. Nendes kohtades, mis said ehituse ajal märjaks, on hiljem selged õhulekked. Kuigi ristkihtliimpuitpaneel loetakse õhu- ja aurupidavaks, ei pruugi see kehtima jääda pärast ehitusaegset märgumist. Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 19 Vettinud palksein (vasakul) ja sama sein 45 päeva hiljem (paremal), sama maja otsasein seest, mis Joonis 14. Fotod: Üllar Alev.

4. Hea ehitustava kohane lahendus

Ehitusaegse liigse niiskuse ja märgumise vältimiseks on eelkõige vaja tagada järgmine:

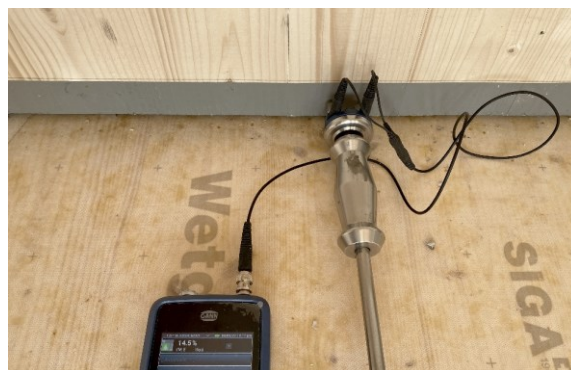
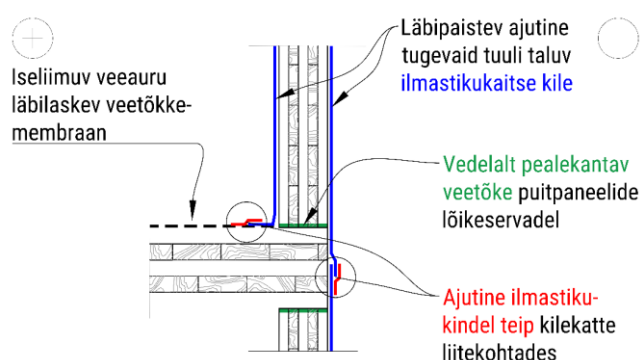
- niiskustundlikke materjale ei tarnita ega ladustata ehitusplatsile avatuna sademetele või niiskes keskkonnas (sh otseses kokkupuutes pinnasega);
- niiskustundlikke materjale ei paigaldata avatuna sademetele või niisketes oludes ega niiskele aluskihile (kuivamata (poor)betoon, märgunud puitpaneel vms);
- niiskustundlikud materjalid on ka pärast paigaldamist kaitstud sademete ja ehitustööde käigus tekkiva niiskuse eest (puurimisel kasutatav vesi, niiskusmahukate tööde puhul välja-kuivav niiskus jne);
- tehnosüsteemidest ja läbi piirdetarindite ei toimu veelekked (sh ajutistest tehnosüsteemidest);

- ajagraafik arvestab korrektse ehitustehnoloogiaga, sh piisava materjalide väljakuivamise ajaga enne nende katmist;
- hermetiseerimistööd on tehtud kvaliteetselt.

Niiskustundlikud materjalid võivad olla näiteks:

- korrodeeruvad metallidetailid (nt puuduliku või kannatada saanud tsingi- või värvikihiga terasdetailid);
- igasugused puidust detailid olemasolevates tarindites ja lisatavates kihtides (nt palgid, ristkihtliimpuit, puitkarkass, roovitus, viimistlemata laudis, viimistlemata puitkilbid, vineerplaadid);
- kipsplaadid (tuuletõkkekipsplaat, sisemine kipsplaat) ja teised õhksideainel ehitusplaadid;
- soojustusmaterjal (kivivill, klaasvill, tselluvill jm);
- muud märguvad ja hügroσκοopsed materjalid;
- niiskustundlikuks peab lugema ka muidu niiskust taluvad materjalid juhul, kui nende pind on hermetiseerimisel aluseks – näiteks peab muidu niiskust taluv PE kile olema kuiv, kui see liidetakse mastiksi või teibiga, sama moodi ka tehnosüsteemide torud jms.

Iga ehitus- ja renoveerimistöö jaoks on vajalik anda konkreetsed tehnilised lahendused niiskusturvalisuse tagamiseks. Lokaalsed niiskusturvalisuse meetmed, näiteks veetõkkekembraanide kasutamine, tuleb näidata projektis (Joonis 20). Tõhusam lahendus ehitusaegse niiskusturvalisuse tagamiseks on kogu hoonet ümbritsev täielik ilmastikukaitsetelk või katttega tellingud koos ajutise katusega (Joonis 21). Hästi läbi mõeldud ja koordineeritud töö ning sobivate abivahendite olemasolul (vett imevad tolmuimejad, kaabitsad, kiirelt paigaldatavad ajutised katted jne) võib katusevahetuse puhul kaaluda ka järkjärgulist tööd, kus iga päev avatakse ainult see osa katusest, mille saab sama päeva lõpuks kindlasti uuesti veetihedaks teha (Joonis 22).



Joonis 20 Näide lokaalse ajutise ilmastikukaitse tehnilisest joonisest (vasakul) ja hästi teostatud lahendusest ehituse käigus (paremal). Skeem ja foto: Kristo Kalbe.



Joonis 21 Näited täielikust ilmastikukaitsest ehk kogu hoonet katvatest ilmastikukaitselahendustest. Vasakpoolsel fotol toimus kogu ehitus katte all, sh ristkihtliimpuitpaneelide montaaž. Sildkraana kuulus ilmastikukatte koosseisu. Parempoolsel fotol püstitati ilmastikukaitse tellingud ja ajutine katus pärast kandetarindite püstitust ning seega olid vajalikud ka aktiivne niiskushohe ja lokaalsed võtted ehituse kaitsmisel sademete eest. Fotod: Kristo Kalbe.



Joonis 22 Näide renoveeritava korterelamu katuse järkjärgulisest vahetusest. Iga päev avati ainult väike osa katusest, et päeva lõpuks saaks sama osa uue katuse aluskatte ja pööning oleks sademete eest kaitstud. Samal ajal toimus ka lisasoojustuspaneelide paigaldus. Foto: Kristo Kalbe.

Esmalt tuleb hinnata perioodi pikkust, hoone tundlikust veekahjustuste suhtes ja ajutise katuse- lahenduse maksumust. Kõige sobivam periood katuse vahetuseks on mai algusest umbes jaani- päevani, kui sademete hulk on enamikul aastatel minimaalne. Kuigi ka sügiseti on mõnel aastal kuivemaid perioode, esineb enamikul aastatel alates augusti keskpaigast sageli hoovihmasid, mis raskendavad oluliselt katusevahetust ja võivad põhjustada hoone niiskuskahjustusi. Kindlasti ei tohi pikemat ilmaprognoosi usaldades hoone kaitset sademete eest katusevahetuse perioodil täiesti tähelepanuta jätta. Tingimata peab hoone olema ajutise katte all tööpäevavälisel ajal.

Ehitustööde planeerimisel tasub uue katuse tegemiseks vajalik ettevalmistus (lammutus- ja puhastustööd alumistel korrustel, betoonitööd, vahelae remont, palkseinte proteesimine jne) teha

võimalikult suures ulatuses ära enne vana katusekatte eemaldamist. Vahetult enne katuse eemaldamist peab selle all olev töömaa olema võimalikult puhas ehitusjäätmetest ja niiskust imavatest soojustusmaterjalidest. Puhtus on vajalik nii tööohutuse tagamiseks kui ka sademetest tekkinud riskide maandamiseks. Näiteks kui hoovihmaga saab märjaks pööningul olev saepuru, tuleb see terves ulatuses eemaldada, et vältida seenkahjustuste arengut.

Ajutise kaitse jaoks on kaks põhimõtteliselt erinevat lähenemist. Soodsam ja kiirem lahendus on olemasolevatele või ajutistele sarikatele kinnitatud koormakate või spetsiaalne ilmastikukaitsekangas. See lahendus sobib, kui katuse eemaldamisest kuni uue katusekatte või vähemalt aluskatte paigalduse lõpuni tehakse tööd suurema meeskonnaga järjest (näiteks nädala jooksul). Selle meetodi korral on oluline oodata sademeteta perioodi ja vältida tööseisakuid. Kui ringi ehitatakse ka katusekorruse kandvad konstruktsioonid ja tööperiood on pikem, on parimaks valikuks seinatellingutele toetuv ajutine katus (vt Joonis 23, vasakul). See lahendus on küll kallim, kuid võimaldab töödega ohutult jätkata ka vihma korral ega tekita vihmast tingitud tööseisakuid.



Joonis 23 Telk katusevahetuse perioodiks vana puitelamu kohal (vasakul). Koormakate säilitatavate sarikate peal katusekatte vahetuse töötsoonis (paremal). Fotod: Üllar Alev.



Joonis 24 Palkhoone kohale on ehitatud ajutine viilkatus koormakattega, ent katte üleulatus seinast puudub.



Joonis 25 Tellingute katmine fassaadi ümberehituse ajaks. Foto: Üllar Alev.