

## HINNANG

### tn. munitsipaalelamu fassaadilahenduse kohta ning renoveerimislahendused.

Vastavalt \_\_\_\_\_ tellimusele teostame ülalnimetatud hoone fassaadilahenduse hinnangu ja esitame üldised soovitusel renoveerimiseks. Tellimuse aluseks olevat elanike pidevad kaebused korterite niiskuskahjustuste kohta.

Lähteinfo:

- 1) Visuaalne ülevaatus 07.03.2018
- 2) \_\_\_\_\_ OÜ ekspertiis \_\_\_\_\_, 28.03.2017

Olukorda on kirjeldatud \_\_\_\_\_ OÜ ekspertiisis.

#### Projekteeritud/paigaldatud süsteemidest

Fassaadi soojustussüsteemid jagunevad põhimõtteliselt kaheks suureks grupiks: 1) tuulduvad fassaadi soojustussüsteemid 2) fassaadisoojustuse liitsüsteemid (lühendina e.k SILS, ingl.k. ETICS, sks.k. WDVS). Tuulduvatel fassaadisüsteemidel on välimise dekoratiivse fassaadikatte ja sisemise soojustuskihi vahel tuuldud õhuvähe. SILS-del puudub õhuvähe. Mõlemad süsteemid tuleb kanda tugevale kandvale seinale. Antud objektil on kahte tüüpi seinu vastavalt \_\_\_\_\_ toodud infole:

- 1) VS07 (25mm kips+150 mm termoprofiil villaga + Raketherm 46 mm)
- 2) VS03K (200 mm raudbetoon+150 mm termoprofiil villaga + Raketherm 46 mm).

Kumbki seinalahendus ei vasta ei SILS-de põhimõttelisele lahendustele ega ka tuulduvate süsteemide lahendustele. SILS lahendusele ei vasta seepärast, et SILS peab olema üles ehitatud tervikuna ehitusplatsil (mitte tehases) massiivseinale või mittekandva aga jäiga aluspinnal puhul spetsiaalsetele siinidele kinnitussammuga 30 cm. SILS-i ei sobi kandmiseks otse karkassile. Karkass ei ole jäik aluspind. Tuulduvatele süsteemidele ei vasta antud lahendus tuulutusvahe puudumise tõttu. Antud lahendused (VS07 ja VS03K) ning suur hulk analooge Eestis on Eesti projekteerijate või ehitajate omalooming.

Seinakonstruktsiooni VS07 võib käsitleda kui karkasskonstruktsiooni, millele on viimase kihina paigaldatud aurutihe kiht PUR-vahust ja tellisplaatidest. Selline karkassmaja lahendus on ehitusfüüsikaliselt mittetoimiv. Teoorias võiks sellist konstruktsiooni kasutada kui oleks tagatud sisemine absoluutne ( $S_d > 1500\text{m}$ ) aurutõke, mistõttu on tungivalt soovitatav karkassmajade SILS-süsteemide puhul alati konsulteerida pädevate spetsialistidega. Praktikas tagada absoluutne aurutõkestus seestpoolt meie ehituskultuuri juures on äärmiselt vähetõenäoline. Seetõttu on soovituslik kasutada karkassmajade tegemiseks hoopis tuulduvaid süsteeme ning fassaadikateteks võivad olla erinevad katted (plekk, puit, plaat, kivid, jm).

Avatäidete RAL-paigalduseeskirjad näevad ette, et avatäited tuleb paigaldada mehaaniliste kinnititega või stabiilsete paigaldusklotsidega tugevale ja kandvale aluspinnale. Puitpruss ja vaht ei ole kinnituselement eelnimetatud eeskirja tähenduses. Avatäidete paigaldusel on veel olulised 3 elementi: 1) sisemine aurutõke aknaraami ja sisepinna aurutõkke vahel 2) aknaraami ja seina vaheline soojusisolatsioon 3) välimise ilmastikukaitse aknaraami ja ilmastikukindla fassaadikihi vahel. Allakirjutajal on arvamus, et antud tingimusi ei ole täidetud. Seega ohustavad liidet aknaraamiga järgmised ohutegurid: 1) sisemine aur pääseb külmale aknaraamile ja kondenseerub 2)

avatäite kinnitus ei ole teostatud järgalt ja tugevalt. Tavaliselt kasutatav puitpruss ei ole püsiv ja stabiilne kinnituselement; 3) liite välise ilmastikukaitse puudumise tõttu siseneb vesi kuni siseruumideni.

### Ehitusfüüsikast

- 1) Sein VS07 on ehitusfüüsikaliselt mittesobiv lahendus. Sellise tulemini oleks pidanud ka projekteerija jõudma, kui oleks teinud vastavaid arvutusi. Antud süsteemis on ehitusfüüsikaliste difusiooniarvutuste järgi talvisel ajal seinas kondensaatvett ca 2,7 kg/m<sup>2</sup>. Eeldatavasti kuivab see välja suvel, soojal ajaperioodil. Üldtunnustatud nõuete (Saksamaal ka normide) järgi, ei ole lubatud välistarindisse kondensaatvett üle 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Kondensaatvee tekke põhjustab aurutihe (suhtes villaga) PUR-kiht ehk Rakethermi klinkerplaatide alusplaat. Kondensaatvesi võib olla seinte kahjustuste üheks (aga mitte ainukeseks) põhjuseks.
- 2) Sein VS03K on ehitusfüüsikaliselt toimiv tänu sisemisele 200 mm betoonile. Selles lahenduses tekib arvutuste kohaselt kondensaatvett PUR-kihi alla on 0,01 kg/m<sup>2</sup>, mis on äärmiselt väike ja lubatavuse piires.
- 3) Avatäidete paigalduseeskirjade kohast teostust VS07 seina puhul ei olegi võimalik täita, kuna puudub sisemine seina aurutõke, puudub jäik ja stabiilne avatäite kinnitusvõimalus, puudub aknaraami liite ilmastikukindlus.
- 4) Avatäidete paigalduseeskirjade kohast teostust VS03K seina puhul oleks olnud võimalik täita. Allakirjutaja aga arvab (ekspertiis seda ei kirjelda) et seda ei ole tehtud.

### Raketherm süsteemist

Raketherm on AS Rake poolt toodetav fassaadikatte lahendus. Antud lahendused/süsteemid ei ole Euroopas uued. Need on PUR-plaadid, mille peale on paigaldatud tehases klinkertelliseplaadid. Paigaldades neid plaate fassaadile, näevad nad välja tellisfassaadina. Seda lahendust on kasutanud ka AS Rake oma süsteemi idee turustamisega Eestis. Erinevalt teistest tootjatest, kasutab AS Rake PUR-plaadi tootmisel lisandiks lisaks EPSi, mis viib tema tuletehnilise püsivuse EPS-ga samasse klassi, samuti muudab hinda veidi odavamaks.

Antud PUR-plaatidega süsteeme testitakse Euroopas reeglina kahel viisil sõltuvalt tellija eesmärgist:

1. SILS-i valiktestide alusel, mis kasutab osasid olulisi Euroopa tehnilise tunnustuse suunise ETAG004 nõudeid fassaadisüsteemidele (staatiline ja dünaamiline püsivus, tulekindlus, kliimaatiline püsivus, niiskusrežiim, soojustälbivus). Testid tehakse massiivaluspinnal. Euroopas puudub aga üldine nõue kasutada Raketherm sarnaste paneelisüsteemide puhul Euroopa tehnilise tunnustuse suuniseid ETAG004, kuna selle normi kohaselt ei kuulu nimetatud süsteemid SILS-de klassifikatsiooni. ETAG 004 järgi ehitatud süsteemi ülesehitus toimub ehitusplatsil, kus teostatakse veekindel armeeringkiht+kattekiht. SILS-dele on kehtestatud üldised veekindla montaaži ja liidete teostuse juhendid. SILS-i valiktestide alusel sertifitseeritud süsteemid kinnituvad massiivsele aluspinnale (tellissein, betoon, kergplok, täispuitaluspind, tsementplaadid) või siinisüsteemi abil fikseeritud kindla kinnitusviisiga. SILS-valiktestide alusel tehtud testid kontrollivad ka vuukidega süsteemi veekindlust, mistõttu on sellise sertifikaadi tellijal vajalik lahendada ka vuugid ning liited.
2. Euroopa tehnilise tunnustuse suunise ETAG 017 järgi, millega saab sertifitseerida ka fassaadile monteeritavaid iseseisvaid paneele, nt plekk-sändvitsh paneele. ETAG 017 järgi ei testita kogu kattesüsteemi (koos vuukidega) veekindlust. Sellise süsteemi sertifikaadi taotlejal ei ole vaja lahendada veekindlaid liiteid. Selle süsteemi sertifikaadis ei käsitleta

niiskusrežiimi. Plaatide kinnitus sõltub kasutatava plaadi läbipaindest, mis plekk-sändvitshplaadi puhul võib olla plaadi servadest kuni 6 m sammuga. Kasutades 1,2 m laiuseid PUR-plaate on nende deformatsioonide vältimiseks vajalik seniste sertifikaatide info järgi kinnitus maksimaalselt 0,4 m sammuga. Süsteemi ülesehitus toimub paneeli kaupa tehases. Ehitusplatsil toimub ainult paneelide montaaž. Sertifitseeritud veekindlat montaažilahendust ei ole. Sertifitseeritud liidete veetihedust ei ole ette nähtud. Paneeli vuugid tihendatakse soojapidavuse jaoks PUR-vahuga (mis ei ole veetihe) ning paigaldatakse vajadusel peale dekoratiivne liist vm kate (nt vuugimaterjal), mis samuti ei ole veetihe. Seega testib sertifikaadi tellija süsteemi ETAG 017 järgi kui ei ole oluline paneelidest fassaadilahenduse kompleksne veetihedus ning niiskusrežiim.

Sellise ebamääraast olukorda, kus puuduvad konkreetsed tehnilised nõuded veekindluse ja niiskusrežiimi osas plaatidest koostatud fassaadikatte kohta on võimalik mõnedel tootjatel ära kasutada tellides väheolulisi teste ning minnes mööda olulistest testidest.

Sellele vaatamata peavad aga mõlema variandi järgi testitavad süsteemid tagama plaatide stabiilsuse seinas, mis PUR-plaatide puhul on mehhaanilise kinnitussammuga maksimaalselt 0,4 m. Lisaks on deformatsioonide testides lahendatud ka kinnitite konstruktsioon (nt 60 mm tüüblipeaga, või spetsiaalse vuuke järgiva ristiga tüüblipeaga, vm) ja vajadusel aluspinnale liimimisnõuded. Liimimisnõuetest saab antud paneelide lahenduse puhul loobuda kui on tagatud piisavalt tihe kinnitite samm, mis võib olla tihedam kui liimimisega variandi puhul. Tehniliste paigaldustingimustega, mis Euroopas antud PUR-paneelidega lahendeid käsitlevad, kahjuks AS Rake ei arvesta, eelkõige 0,4 m nõuet plaatide deformatsioonide minimeerimiseks. Karkassmajale, kus kinnitite sammu pole võimalik järgida ei ole lubatud neid süsteeme kinnitada. Eestis kahjuks ignoreeritakse neid nõudeid täielikult.

Raketherm süsteemid on käsitletavad kui karkassile monteeritavad plaadid. Sellised monteeritavad plaadid on samuti näiteks PUR-vahuga täidetud plekist seinapaneelid nn plekk-sändvitshid. Antud paneelide katsetamine kuulub Euroopa tehnilise tunnustuse suunise ETAG 017 alla. Aga Raketherm PUR-plaadi kinnitussamm on tunduvalt suurem kui sellistel analoogsüsteemidel on lubatud. Puudub igasugune testkatse, kas Rakethermi süsteemi lubatud kinnitussammuga säilib Raketherm plaadi ja nendest koostatud fassaadikatte stabiilsus. Seetõttu on plaadi deformeerumine eksploatatsioonis ootuspärane. Selle tulemusel toimub plaatide vuukide väga suur deformatsioon, kasutatavad mineraalsed vuugisegud ei talu selliseid deformatsioone. Ka ei ole mineraalsed vuugisegud kunagi veetihedad. Ei ole praktikas mõistlik kasutada süsteeme, mille vuuke peab maksimaalselt peale viit aastat eksploatatsiooni igal aastal üle vaatama ja vajadusel remontima (tootja kasutusjuhendi põhjal). Lahti pudenenud vuugid on ka tuleohtlikud kui PUR vaht (segatud EPS-ga) on ilmastikule täielikult avatud.

Erinevalt plekk-sändvitsh kasutamiskohtadest on Raketherm visuaalne pilt mõeldud ikkagi elumajade katteks. Kuna Raketherm paneelide vuukide ja liidete veetihedus on lahendamata, siis ei sobi nad eluhoonete katmiseks. Samuti on süsteemis lahendamata Päästeameti nõuded hoonete tulekaitse nõuete täitmiseks (ümber akende mineraalvillast tulekaitsekatikud või korruste vahelised tulekaitsevööd). Tulekaitse nõuded fassaadikattesüsteemidele muutuvad oluliseks kortermajade ja ühiskondlike hoonete puhul, kus on vaja takistada tule levikut tuletõkkesektsioonide vahel soojutusmaterjali kihi sees. Kesk-Euroopas ei kasutata tuleohutusnõuetest lähtuvalt PUR-paneelidega süsteeme kõrgemal kui 2 korrust.

AS Rake ei ole paigaldusjuhendites pakkunud välja mitte ühtegi lahendust liidetele nii, et need oleksid veetihedad. SILS-süsteemides on olemas terved kataloogid erinevate lahendustega, kuidas SILS liited teha veetihedaks. Need PUR-paneelide liidete lahendused, mida kasutavad Euroopa

analoogsüsteemide tootjad ei sobi karkassmajadele, kuna deformatsioonid on liiga suured. Karkass-seina sisse tunginud vesi leiab suure tõenäosusega tee siseruumidesse.

Liidete veetihedaks tegemine Raketherm süsteemides on tehniliselt võimalik (aga kallis). Kui seda ei (oska) paku välja süsteemi tootja ise, ehk pole välja töötanud liidete lahenduste kataloogi, siis on seda raske oodata ka projekterijalt, veel vähem ehitajalt. Seega liidete veetihedus on tagamata. Vuukide veetiheduse saavutamine deformeeruvate plaatide ja mineraalse vuugisegu kasutamisel on praktiliselt võimatu.

**Hinnang Raketherm süsteemile: Lühiajaline, kondensaadvee tekke ohuga, deformeeruv, vett mittepidav, tuleohutuslikke lisaabinõusid (tulekaitsekatikud, tulekaitsevööd) mittevõimaldav.**

### Lahendusvariandid objektil

Süsteem peab tehniliselt olema: 1) kondensaadveevaba 2) ilmastikukindel. Avatäidete liited peavad olema: 1) stabiilsed 2) kondensaadveevabad 3) ilmastikukindlad

Sein VS07 ei ole kondensaadveevaba, mistõttu on selle seina kondensaadveevaba muutmiseks 2 varianti: 1) kas paigaldada siseseinale absoluutne aurutõke, mida aga tellija sõnul ei ole võimalik teha 2) eemaldada Raketherm ja paigaldada tuuldud süsteem. Tuuldud süsteem koosneb siis: 25 mm kips+ 150 mm vill + 25 mm mineraalvill tuuletõke+ õhutusvahe + fassaadikate. Fassaadikatteks võib olla nt fassaadiplaadile kantud krohvkatte või tellisvooderdis. Ilmastikukoormus langeb siis fassaadikattele ning õhuvähe jääb kuivaks – puudub vesi mis võiks tungida läbi karkass-soojustuse siseruumidesse. Antud tuuldud süsteem on kondensaadveevaba. Ilma sisemise aurutõkketa kondensaadveevaba karkassiga villsoojustust ja PUR-plaatide viimistlusega teha pole võimalik. Tuuldudate süsteemide liidetes on võimalik projekteerida vettpeidavad aknaliited, aknaplekiliited ja muud. Need liited on vajalik pädeva inseneri poolt projekteerida, mitte jätta need ehitaja lahendada, kes ei tunne antud süsteemide spetsiifikat.

Probleemiks jääb tuulduva süsteemi karkass. Kõigepealt peab termoprofiil kandma välise süsteemi raskust ja tuulekoormust, mida tuleks konstruktsiooniinseneril kontrollida. Teiseks on vaja teada fassaadiplaatide kinnitussammu, mis määrab ära lisakarkassi vajaduse või mitte.

Avatäidete liited VS07 seinas ei ole stabiilsed, ei ole kondensaadveevaba, ei ole ilmastikukindlad. Avatäidete stabiilsust muuta tõenäoliselt ei saa, mistõttu jääb oht avatäidete deformatsioonideks. Selle tõttu peavad liited olema teostatud nii, et võimalikud avatäidete deformatsioonid ei kahjustaks liite veetihedust.

Paigaldades tuulduva süsteemi seinalle VS07 ei teki ohtu avatäite niiskusrežiimile – see on samasugune kui seinal endal. Ilmastikukindluse tagab ülemisel ja külgmisel põsel veetihe liiteprofiil tuulduva fassaadikatte ja aknaraami vahel. Alumise aknapõse veetiheduse tagab süsteemiga sobilik aknaplekilahend. Antud fassaadil ja paljudel analoogidel on paigaldatud vett läbilaskvad aknaplekilahendused.

Sein VS03K on praegu sisuliselt kondensaadveevaba. Süsteem ei ole aga vuukides veetihe.

Avatäidete liited VS03K seinal ei ole stabiilsed, ei ole kondensaadveevabad, ei ole ilmastikukindlad. Avatäidete stabiilsust muuta tõenäoliselt ei saa, mistõttu jääb oht avatäidete deformatsioonideks. Selle tõttu peavad liited olema teostatud nii, et võimalikud avatäidete deformatsioonid ei kahjustaks liite veetihedust.

Kuna süsteem on sisuliselt kondensaadveevaba tekib võimalus olemasolevat süsteemi renoveerida veetihedaks. Veetiheduse saavutamist tuleb vaadelda 2 elemendi suhtes: sein ise ja avatäidete liited.

Pidevalt deformeeruvad PUR-plaatidest välistarindid on võimalik üle pahteldada elastse polümeerpahtliga ja armeerida klaaskiudvõrguga. Selline kate on veetihe. Dekoratiivseks lahenduseks võib see pind üle krohvida või paigaldada ka tellisviimistlus (kallim). Tuleb aga arvestada, et PUR-plaatide deformeerumisel võib pinnasiledus olla kõikuv, kuna plaadid ei ole täispinnaliselt ja/või piisava kinnitussammuga aluspinnas kinni. Lisaks tuleb täiendavalt teostada puuduolev täiendav mehhaaniline kinnitus minimaalselt 8 tüüblit ruutmeetri kohta, et suurendada süsteemi kandevõimet.

Probleemiks jäävad avatäidete liited. Aurutihedaks liiteks on vajalik avatäidete põsed väljapoolt avada kuni sisepindadeni välja ning paigaldada betooni ja aknaraami liitesse sisemine aurutõkke butüülteip. Ainult sellise lahendusega on võimalik tagada liite veeaurupidavus, mis on eelduseks süsteemi lõhkumata täiendada katet polümeerse pahtliga. Lahendus on sarnane SILS-süsteemi lahendusega. Avatäite sellisel viisil mittetegemisel on suur tõenäosus kondensaadvee tekkeks avatäidete juures. Aknaraami ja polümeerse pahtli liited lahendatakse 3d-profiilidega. Kui avatäite niiskusrežiimi aurutiheduse tagamisega liites ei muudeta, siis sellist polümeerse pahtliga lahendust ei saa teostada vaid tuleb teha analoogselt VS07 seinaga tuulduv süsteem.

Arvestades aga, et sein VS03K osa on suhteliselt väike oleks otstarbekas kogu fassaad teha tuulduvaks.

Tuleb ka kontrollida, et akende kondensaadvee väljavooluavasid ei oleks kaetud.

### **Rõdupiirded**

Need ei mõjuta siseruume. Lagunemisprotsess on samasugune nagu fassaadil. Ülekaetava polümeerpahtli variant aitab kaasa kestvusele ja visuaalsele tulemusele.

### **Kahe avatäite vaheline U-plekk**

See on otsene kondensaadvee tekkekoht – selline lahendus ilma sisemise aurutõkketa on lubamatu. Sõlme lahenduseks vajalik pöörduda spetsialisti poole lähtuvalt valitud süsteemilahendusest

### **Edasised tegevused**

Vastavalt tellija otsusele ühe või teise lahenduskäigu kasuks tuleb fassaadile teha renoveerimisprojekt. Renoveerimisprojekti aluseks peaks olema käesolev hinnang ning tellija soov ühe või teise lahendi kasuks. Enne lahendusvaliku tegemist on vajalik kindlaks teha, kas karkassi kandevõime on piisav peale 10 aastast roostetamist.

Projektis peab olema lahendatud kõik liited. Soovi korral on võimalik tellida liidete eskiisid allakirjutanu käest või tellida sõlmede lahendused mõne teise pädeva isiku käest.

Juhin tähelepanu, et 10 aastaga on muutunud tuleohutuseeskirjad, mistõttu on tõenäoline, et pakutavad lahendused peavad olema kooskõlas 2017 aasta MKM määrusega nr17.

Alar Piirfeld  
Insener  
5010176 , [alar@tarmatrade.ee](mailto:alar@tarmatrade.ee)  
09.03.2018