



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Tartu kolledž

**SOOJUSISOLATSIOONI LIITSÜSTEEMIDEGA
HOONETE FASSAADIDE KAHJUSTUSTE
HINDAMINE JA VÕRDlus LÄHTUVALT
FASSAADITOONIST**

**VISUAL ANALYSIS AND COMPAIRSON OF DAMAGES IN
THE ETICS BASED ON THE COLORS OF FACADES**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Kaija – Liisa Oras

Üliõpilaskood: EAEI 182344

Juhendaja: Aime Ruus

Tartu 2023

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.
Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

19. mai 2023

Autor: Kaija – Liisa Oras
/digi/

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"....." 20.....

Juhendaja:
/allkiri/

Kaitsmisele lubatud

"....."20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/nimi ja allkiri/

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, Kaija – Liisa Oras,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Soojusisolatsiooni liitsüsteemidega hoonete fassaadide kahjustuste hindamine ja võrdlus lähtuvalt fassaaditoonist,

mille juhendaja on Aime Ruus

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

19.05.2023 (kuupäev)

Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Kaija-Liisa Oras, 182344EAEI

Õppekava, peeriala: Ehitiste projekteerimise ja ehitusjuhtimise eriala,
projekteerimise ja arhitektuuri peeriala

Juhendaja(d): Aime Ruus (kaasprofessor)

Konsultant: Marti Dengo, tootejuht
Saint-Gobain Eesti AS, +372 5567 8989,
marti.dengo@saint-gobain.ee

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Soojusisolatsiooni liitsüsteemidega hoonete fassaadide kahjustuste hindamine ja võrdlus lähtuvalt fassaaditoonist

(inglise keeles) Visual analysis and compairson of damages in the ETICS based on the colors of facades

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Anda ülevaade soojusisolatsiooni liitsüsteemidest, tüüpprobleemidest ning hooldusest.
2. Olemasolevate objektide soojusisolatsiooni liitsüsteemides tekkinud kahjustuste visuaalne vaatlus ja vaatlusandmete analüüs.
3. Olemasolevate objektide soojusisolatsiooni liitsüsteemides tekkinud kahjustuste võrdlus fassaadielementidel lähtuvalt fassaaditoonidest.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Kirjanduse ülevaade (paigaldusjuhendid, juhendmaterjalid), paikvaatluste meetodika, infotabelite koostamine	15.03.2023
2.	Soojusisolatsiooni liitsüsteemidega hoonete visuaalne vaatlus	01.05.2023
3.	Kahjustuste hindamine ja võrdlus lähtuvalt fassaaditoonist	10.05.2023
4.	Töö vormistamine ja esitamine	19.05.2023

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 19.05.2023

Üliõpilane: Kaija-Liisa Oras ".....".....20.....a
/digi/

Juhendaja: Aime Ruus ".....".....20.....a

Konsultant: Marti Dengo	“.....”20.....a
	/digi/		
Programmijuht: Mihkel Kiviste	“.....”20.....a
	/digi/		

SISUKORD

SISSEJUHATUS	8
1. SOOJUSISOLATSIOONI LIITSÜSTEEMIDE ÜLEVAADE	10
1.1 Üldist soojusisolatsiooni liitsüsteemist	10
1.2 Normdokumendid soojusisolatsiooni liitsüsteemide kujundamisel	11
1.3 Soojusisolatsiooni liitüsteemi paigaldus	12
1.3.1 Üldist paigaldamisest	12
1.3.2 Aluspinna ettevalmistamine	14
1.3.3 Alusprofiili paigaldamine	14
1.3.4 Soojusisolatsiooni paigaldamine	15
1.3.5 Armeerimine	17
1.3.6 Viimistlemine	18
1.4 Soojusisolatsiooni liitüsteemi kahjustused	20
1.4.1 Pinnakahjustused	21
1.4.2 Värv ja esteetika kahjustused	22
1.4.3 Tasapinnalisus	25
1.5 Soojusisolatsiooni liitüsteemi hooldus ja renoveerimine	26
2. LÕPUTÖÖ EESMÄRGID	30
3. KAHJUSTUSTE VISUAALNE HINDAMINE	31
3.1 Objektid	31
3.2 Visuaalse uuringu läbiviimine	33
3.3 Veatüüpide jaotus ja klassifikatsioon	33
4. TULEMUSTE ANALÜÜS JA ARUTELU	38
4.1 Veatüübid kõikide hoonete hooneosade lõikes	38
4.2 Veatüübid heledate fassaaditoonidega hoonetel	42
4.3 Veatüübid värvilistel fassaaditoonidega fassaadidel	52
4.4 Veatüübid tumedate fassaaditoonidega fassaadidel	65
4.5 Veatüüpide võrdlus ja arutelu fassaaditoonide alusel	74
4.6 Fassaadikülgede seisukord	76
KOKKUVÕTE	78
SUMMARY	80
KASUTATUD KIRJANDUS	82
LISAD	85
Lisa 1 Veatüüpide esinemine hoonete lõikes	86
Lisa 2 Veatüübid heledate toonidega fassaadikülgedel	87
Lisa 3 Veatüübid värviliste ja keskmise intensiivsusega toonidega fassaadikülgedel	92

Lisa 4 Veatüübid tumedate toonidega fassaadikülgedel	96
Lisa 5 Hoonete üldinfo ja kahjustuste tabelid	100

SISSEJUHATUS

Energiatõhususe prioriteetsus on üks energialiidu peamistest põhimõtetest, et tagada konkurentsivõimeline energiavarustus Euroopa Liidus. Liit on seadnud eesmärgiks saavutada 2030. aastaks 30% suurem energiatõhusus. Alates 2021. aastast nõuab hoonete energiatõhususe direktiiv, et kõik uued hooned oleksid liginullenergiahooned ning samuti toetatakse hoonete arukat tehnoloogilist kohandamist. [1] Energiatarbimise vähendamine on ehitussektoris pidevalt kasvanud ja suurenenud energiatarbimise tõttu oluline. Euroopa Liit soovib luua säästliku, konkurentsivõimelise ja vähese CO₂ emissiooniga energiasüsteemi. [2]

Hoonefondi energiatõhususe parandamine on oluline Euroopa kliimastateegia eesmärkide saavutamiseks. Nõutav energiakasutamise vähendamine tuleb suures osas saavutada olemasolevate hoonete renoveerimisega. Soojustehniliste näitajate parandamiseks on võetud kasutusele soojusisolatsiooni-liitsüsteemid. [3]

Soojusisolatsiooni liitüsteem ehk SILS (inglise keeles External Thermal Insulation Composite System - ETICS) on maailmas laialdaselt kasutatav lahendus fassaadi soojustamiseks, mis võimaldab parandada nii uute kui ka olemasolevate hoonete energiatõhusust [4]. Pikaajalisel kasutusel olnud fassaadi soojustuslahendus kuulub tõhusate energiasäästlike lahenduste hulka, kuna antud lahendust kasutades on võimalik viia energiakadu läbi välisseina miinimumini. Laialdase kasutamise tõttu on SILS süsteemi võrreldes teiste soojustussüsteemidega kõige enam katsetatud ja arendatud. [5]

Kuigi soojusisolatsiooni liitsüsteem on laialdaselt kasutatav hoonete soojustamisel ning hea soojapüsivusega, on SILS süsteemidel täheldatud mitmesuguseid kahjustusi vähese aja möödudes fassaaditööde teostamisest. Kahjustused hõlmavad näiteks pragusid, viimistluskihi eraldumist ning mikroorganismide kasvamist fassaadipinnal [6]. Taolised anomaaliad tekitavad kahtlusi süsteemi pikaajalise vastupidavuse osas. Peamised kahjustuste põhjused on tingitud keskkonnast, paigaldustehnoloogia eiramisest ning mittevastavate materjalide valikust [5].

Fassaadi värvilahendus on põhiteguriks esteetilise ning arhitektuurilise välimuse saavutamisel. Energiatõhusatel fassaadidel on muutumas populaarsemaks intensiivsete toonide kasutamine, kuid siiski tuleb arvestada, et tumedate ja intensiivsemate toonide kasutamine fassaadilahendustes on riskantne. Tumedad fassaadid kuumenevad

päikesekiirguse mõjul rohkem kui heledad fassaadid, mis põhjustab teatud kahjustuste tekkimist, näiteks pragunemist ja deformatsioone. [7], [8].

Käesolevas magistritöö eesmärk on visuaalselt hinnata soojusisolatsiooni liitsüsteemidel esinevaid kahjustusi olemasolevate objektide näitel ning võrrelda kahjustusi fassaaditoonide alusel. Soojusisolatsiooni liitsüsteemide kahjustuste hindamisel arvestatakse välispiirete paiknemist ilmakaarte suhtes. Kahjustuste hindamine võimaldab hinnata fassaadi seisukorda ning planeerida õigeaegne fassaadide hooldamine.

Magistritöö esimeses osas antakse teoreetiline ülevaade SILS süsteemi puudutavast olulisest taustinformatsioonist, teises osas kirjeldatakse töö eesmärki ning kolmandas visuaalse vaatluse meetodikat. Neljas osa sisaldab visuaalse vaatluse tulemusi ning vaatlusandmete analüüsimist fassaaditoonide alusel. Lisades on esitatud uunigus osalevate hoonete paikvaatluste põhjal koostatud infotabelid.

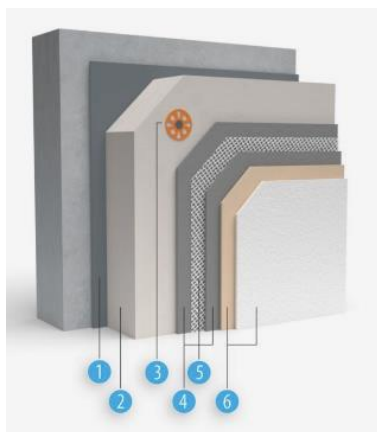
Võtmesõnad: SILS, kahjustused, tumedad fassaaditoonid, heledad fassaaditoonid, magistritöö

1. SOOJUSISOLATSIOONI LIITSÜSTEEMIDE ÜLEVAADE

1.1 Üldist soojusisolatsiooni liitsüsteemist

Soojusisolatsiooni liitsüsteem töötati välja Rootsis 1940. aastatel ning on laialdaselt kasutatud renoveeritavate ja uute hoonete välispiirete soojustamisel. SILS süsteemi lahendus põhineb soojusisolatsiooniplaatide paigaldusel otse välispiirdele liimsegu ja kinnitustüüblite abil, millele on omakorda kinnitatakse pinnakate. Soojustuse pinnale kantakse armeerimisvõrguga armeerimiskrohv, mis kaetakse viimistlus krohvi või muu viimistlusmaterjaliga (vt joonis 1.1) [6]. SILS süsteemi kasutusvaldkond on lai, populaarsus on suurenenud betonelementidest hoonete renoveerimisel ning uusehitustel, sõltumata hoonetüübist [9]. Pikaajalise ja väga laialdase kasutuse tõttu on antud fassaadisoojustussüsteemi ka kõige enam arendatud, katsetatud ja normitud [5].

Soojusisolatsiooni liitsüsteemid on süsteemitootjate poolt väljatöötatud koos toimivate materjalide süsteem, mida projekteeritakse ja paigaldatakse vastavalt Euroopa Tehnilisele Tunnustuse ehk EAD (inglise keeles European Assessment Document) juhendile. Tõhusa ja vastupidava lahenduse saavutamiseks tuleks kasutada ühe sertifitseeritud süsteemitootja materjale, tehnoloogiat ning paigaldusjuhendit. Materjalide koostoimivuse tõestamiseks on välja töötatud hindamisdokument ETAG004, mille alusel loetakse süsteemi kasutuseaks vähemalt 25 aastat. [10]



Joonis 1.1 SILSi ülesehitus (1 – liimsegu; 2- soojusisolatsioon; 3 – kinnitustüüblid; 4 – aluskrohv (armeerimissegu); 5 – krohvivõrk; 6 – viimistluskiht) [4]

Soojusisolatsiooni liitsüsteemi komponentidel on erinev roll. Soojusisolatsiooni kinnitus seintele koosneb liimsegust ning kinnitustüüblitest, mille ülesanne on tagada stabiilne

püsivus, mis on sõltuvuses aluspinna kandevõimest, isolatsioonimaterjalist ning hoone gabariitmõõtudest. Isolatsiooniplaatidel on soojustuse funktsioon ning elastselt termiliste pingete maandamine. Väliste mehaaniliste vigastuste eest kaitsevad isolatsiooniplaate armeerimiskrohv ning armeerimisvõrk, lisaks annavad eelnimetatud süsteemikomponendid tugeva aluspinna pealiskrohvide. Välimise viimistluskihi funktsioon on kogu süsteemi kaitsmine ilmastiku eest ning esteetilise väljanägemise tagamine. [11] SILSi rajamisega saavad seinad kaitsva kihi, mis vahendab sisemist ja välimist kliimat [12].

Soojusisolatsiooni liitsüsteemid jaotatakse soojustusmaterjalide alusel kaheks: SILS A ning SILS B. SILS A süsteemis kasutatakse soojustusmaterjalina mineraalvilla (klaas- ja kivivill). Süsteemi loetakse mittepõlevaks ning viimistlemiseks on sobilikud vaid mineraalkrohvid. SILS B süsteemis kasutatakse soojustusmaterjalina vahtpolüstüreeni (EPS), süsteemi loetakse raskesti süttivaks ning viimistluskihtidele on kõik krohvitüübid sobilikud. [13] SILS A vastab kõigis oma variantides ehitusmaterjalide tuletundlikkuse klassile A, SILS B vastab ehitusmaterjalide klassile B1 [14].

Soojusisolatsiooni liitsüsteemides kasutatakse isolatsiooniplaatidena EPS-ist, mineraalvillast, lamellvillast ning fenoolvahust ja polüuretaanist plaate. EPS-ist ehk vahtpolüstüreenist isolatsiooniplaate kasutatakse väikeehitiste ja kuni 22 m hoonete soojustamiseks. Vältida soojenenud grafiithallide soojusplaatide kleepimist, kuna soe pind pärsib kleepsegu nakkuvust ning plaadid võivad seinalt irduda. Mineraal- ja lamellvillast plaate kasutatakse väikeehitiste ning üle 22 m kõrguste hoonete soojustamiseks ning tuletõkkeseksioonide ribadena. Lamell-kivivillaplaadid sobivad painduvuse tõttu kõverate ja kumerate fassaadide soojustamiseks. Fenool- ja polüuretaanplaadid on madalaima soojuserijuhtivusega ja seega eriti sobilikud liginullenergia- ja passiivhoonete isolatsiooniks. [15], [16]

1.2 Normdokumendid soojusisolatsiooni liitsüsteemide kujundamisel

SILSi hindamiseks on kehtestatud Euroopas Tehnilise Tunnustuse suunised, mis on toodud juhendis ETAG 004 - Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering. Väljastatud sertifikaat kehtib SILS süsteemi kohta tervikuna ja selles esitatakse nõuded, millele peab vastama tootja poolt pakutav soojustuse liitsüsteemi lahendus. ETAG 004 alusel väljastatakse SILS süsteemile Euroopa Tehniline Tunnustus (ETA). ETAG 004-s kirjeldatud SILSi

komponentide koosmõju, kombinatsioone, kasutamist ning tehnoloogiat [10]. Eestis pole ETAG 004 kehtestatud riikliku standardina, määrusena või normina. Üleüldiselt kehtivad standardid EVS-EN 13499:2003 ning EVS 13500:2004. Soovituslik on kasutada juhendmaterjali „Soojusisolatsiooni liitsüsteemid“ - ET-2 0404-1010 [5], mida kasutatakse SILS projekteerimisel, kus tuuakse välja tehnilised nõuded ehitusmaterjalidele, peamised sõlmede lahendused ning tehnoloogilised võtted süsteemi paigaldamisel. Välispiirete projekteerimisel on Majandus- ja taristuministri poolt 05.06.2015. aastal vastu võetud määruse nr 58 „Hoonete energiatõhususe arutamise metoodika“ kohaselt kohustuslik järgida standardit EVS 908-1:2016 [17], mis on ette nähtud ehitusmaterjalide energiatõhususe ja soojusläbivuste arvutamiseks.

Toimiva lahenduse loomiseks on abiks erinevate SILSi tootjate poolt välja töötatud juhendmaterjalid [14], [15], [18]–[20]. Lisaks on paigaldustööde teostamisel soovituslik järgida Soome Ehitusteabe Fondi poolt väljastatud Tarindi RYL 2010 [21] esitatud nõudeid soojustuse paigaldamiseks, kinnitamiseks, armeerimiseks, õhekrohvimiseks ning lõpptulemuse kvaliteedi kontrollimiseks ja tõestamiseks.

1.3 Soojusisolatsiooni liitüsteemi paigaldus

1.3.1 Üldist paigaldamisest

Soojusisolatsiooni liitsüsteem on süsteemikomponentidest koosnev dekoratiivne soojust isoleeriv katte- ja kaitsekiht. Süsteemi materjalide valik sõltub hoone mõõtudest (pikkus, kõrgus, laius), ümbritsevast keskkonnast, fassaadi aluspinnast ja tuleohutusnõuetest. Paigaldamisel lähtutakse SILSi tootjate paigaldusjuhenditest, mis toetuvad üldistele tehnilistele eeskirjadele. [11] Eestis järgitakse lisaks ka Eesti Ehitusteabe kataloogis ET-2 0404-1010 [5] esitatud juhiseid.

Fassaaditööd teostatakse hoone piirdekonstruktsioonide tööde kõige viimase etapina, enne SILSi paigaldust peavad olema lõpetatud suurt ehitusniiskust põhjustavad tööd, näiteks sisekrohvitööd ning betoonivalutööd [5], [15]. Ehitusprotsessi segavaks teguriks on põhjamaine kliima [3]. Soovituslik on fassaaditööd planeerida aprillist oktoobrini, et tagada süsteemi pikk kasutusiga. Sobilik õhutemperatuur fassaaditööde tegemiseks on vahemikus +5°C kuni +25°C, suhteline õhuniiskus 60-80%. Täiendavad gaasiküttekehad tagavad vajaliku temperatuuri osaliselt ning suurendavad liimmörtide karboniseerumisprotsessi, mis võib tuua kaasa liimmördi mahukahanemise ning

mikropragunemise. Töötlemise ja kuivamisprotsessi ajal on lubatav aluspinna minimaalne temperatuur +5°C, silikaatvärvide ning -krohvide korral +8°C. Töödeldavad fassaadipinnad tuleb materjali kinnitumise ja kuivamise tagamiseks kaitsta otsese päikesevalguse, vihma ning tuule eest. [3], [14], [15]

Soojusisolatsiooni liitsüsteemide paigaldamisel tuleb kasutada ainult ühte (sertifitseeritud) süsteemi kuuluvaid materjale ning tarvikuid. Erinevate tootjate materjalidega süsteemides on kahjustuste tekkimise risk suurem ja süsteemitootja garantii nendele lahendustele ei ulatu. [5]

Ehitusobjektide pilootseire [3] käigus selgus, et näiteks korterelamute renoveerimine toimub sageli ilma vajaliku kaitsetelgita tellingutel (vt joonis 1.2), mille tulemusena väheneb soojusisolatsioonimaterjali nakketugevus märgatavalt. Ka materjale tuleb ehitustööde ajal kaitsta kliimamõjude eest. Ilmastikutingimused, materjali niiskustase ning muud ehitusprotsessil tekkinud muutujad võivad põhjustada bioloogilist kasvu, pragusid ja vähendada konstruktsiooni energiatõhusust. Oluline, kuid vähest tähelepanu saanud, on ehitustehnoloogia mõju fassaadisüsteemi paigaldusele.



Joonis 1.2 Nõuetele vastav tellingute ja kaitsetelgiga SILS süsteemi paigaldus [22]

1.3.2 Aluspinna ettevalmistamine

Soojusisolatsiooni liitsüsteemi (SILS) stabiilsus sõltub otseselt aluspinna kandevõimest, seetõttu on oluline enne fassaaditööde alustamist kontrollida fassaadipinna seisukorda. Kandev ja tugev aluspind tagab ehitustehniliselt toimiva süsteemi. Aluspinna ja soojusisolatsiooni vahelise mördiliimi nakketugevus peab olema vähemalt $0,8 \text{ N/mm}^2$ [10], [15]. Aluspinnale esitatud tasasusenõue on $\pm 3 \text{ mm}$. Kui ebatasasus ületab 5 mm , tuleb fassaadipind tasandada spetsiaalse tasandusmördi või krohvimördiga [9].

Aluspind peab olema tasane, kuiv, rasva- ning tolmuvaba. Aluspinnad, millel esineb mikrobioloogilist kasvamist, soolade ladestumist või mustust, tuleb puhastada ja vajadusel ka teostada parandustöid [15].

Tugevalt niiskunud aluspinnal tuleb enne fassaaditööde alustamist lasta täielikult kuivada. Vajadusel tuleb SILS süsteemi paigaldamisel sügisel ja talvel pinnad tehniliselt kuivatada, kriteeriumite eiramisel võib kuivamise käigus esineda puudusi, näiteks krohvikahjustused, isolatsiooniplaadi vuukide ja tüüblite markeeringud. [5], [15]

1.3.3 Alusprofiili paigaldamine

Soklisiini ehk alusprofiili paigaldamine kaitseb soojustussüsteemi vee ning kahjurite eest, lisaks annab fassaadile esteetilise väljanägemise. Sokliprofiili materjalina kasutatakse plasti, alumiiniumi või roostevaba terast, vastavalt soojustuse paksusele. Sokliprofiil peaks olema veeninaga, et tagada vee ärajuhtimine ning paigaldada maapinnast kõrgemale looditud horisontaaljoonele. [5], [9], [11]

Vastavalt Eesti Ehitusteabe kataloogile ET-2 0404-1010 [5] paigaldatakse soklisiini ühtlasele geomeetrilisele tasapinnale, ebatasasuste reguleerimiseks sokliprofiili ja aluspinna vahel kasutatakse distantsklotse, kuid puitdetailide kasutamine on keelatud. Hoone välisnurkadesse paigaldatakse sobiliku nurgaga sisselõikega painutatud soklisiinid ning sokliprofiilide omavaheliseks ühendamiseks kasutatakse vastavaid plastist ühenduselemente ja kinnitamiseks sobilikke naeltüübleid. [5], [11]

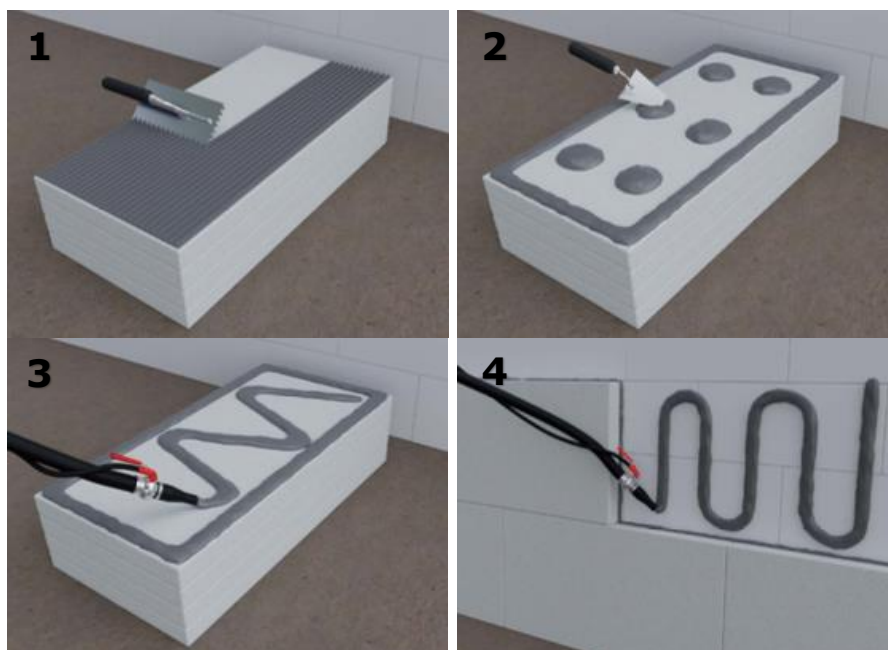
1.3.4 Soojusisolatsiooni paigaldamine

Krohvitavate välisseinte soojustamisel kasutatakse spetsiaalset jäika soojustusplaati, milleks sobivad mineraalvill (kivi- ja klaasvill) või vahtpolüstüreen (EPS, XPS). Isolatsiooniplaadid paigaldatakse spetsiaalsete liimisegude ja kinnitustüüblitega [18]. Mineraalvilla toodetest kasutatakse välisseinte soojustamiseks lamellplaatide või jäiku fassaadiplaatide. Lamell-kivivilliplaadid sobivad painduvuse tõttu kõverate ja kumerate fassaadide soojustamiseks. Kivivillast fassaadiplaatide heade tehnoloogiliste omadustega on võimalik katta aluspinnaga ebatasasusi. [16] Soojusisolatsioonimaterjali paksuse valikul tuleks Weberi SILS süsteemi juhiste järgi toimida nii, et oleks tagatud konstruktsiooni soojuslähivus $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ [19].

Materjalomaduste halvenemise vältimiseks tuleb soojusisolatsioonimaterjale vastavalt kaitsta ladustamisel ja fassaaditööde ajal keskkonnamõjude (eriti niiskuse ning UV-kiirguse) eest [9], [10], [14].

Soojusisolatsiooni liitsüsteemid võivad olla süttivad, raskesti süttivad või mittesüttivad. Hooneosade tuleohutus on sätestatud tuleohutuse seaduse [23] ja ehitusnormidega. Soojusisolatsioonisüsteemides on kõige vähem tuletundlik mineraalvill, kuuludes valdavalt A1-A2 tuletundlikkusklassi [5], [24], [25]. Vahtpolüstüreenist soojusisolatsioonimaterjalid kuuluvad B1 tuleohutusklassi ning on raskesti süttivad [14], [26].

Ainult liimimist tohib kasutada kui nake aluspinnaga ja soojusisolatsioonimaterjali vahel on vähemalt $0,8 \text{ N/mm}^2$ [10], [14]. Kleepsegu valitakse vastavalt aluspinnale ja isolatsioonipaadile ning seda kantakse peale käsitsi (vt joonis 1.3 1,2) või mehaaniliselt (vt joonis 1.3 3,4). Soojusisolatsiooniplaatide paigaldamisel eristatakse kahte meetodit: täispinnameetodit (vt joonis 1.3 1) ning serv-punktmeetodit (vt joonis 1.3 2) Tasapinnalise meetodi puhul kantakse liim segukammiga isolatsiooniplaadi tagaküljele. Tasapinnaline meetod on kasutatud sirge tasapinna puhul, kuna liimikihiga ei saa aluspinnaga ebatasasusi tasandada. Serv-punktmeetodi korral kantakse isolatsiooniplaadi tagumise külje äärtele ribana ja liimipätsikestena plaadi 40%-lise katvusega. Mineraallamellvilla puhul tuleb kaetud kogu tagumine külg liimiseguga. [5], [9], [11] Soojuspaisumisest tekkiva survepinge takistamiseks on oluline paigaldada liimikiht, millel on ääre- ja keskpunktid [27].



Joonis 1.3 Liimsegu paigaldamise meetodid 1) Täispinnaline paigaldusviis, 2) Äär-punkt meetod, 3) Liimsegu pealekandmine segupumbaga, 4) Seina katmine mördiga [11]

Soojusisolatsiooniplaatide paigaldus algab sokliprofiili esimese rea kinnitamisest, plaadiread paigaldatakse nihkes nagu tellisemüritis, kuna vuukide kattumine soodustab külmasildade teket. Soojusisolatsiooniplaatide pikem külg paigaldatakse horisontaalselt ning ühenduskohad paigaldatakse tihedalt kokku. [5], [11]

Hoone välisnurkades paigaldatakse plaadid ristseotisena. Avatäidete nurkades pole ristvuukide moodustamine lubatud, soojusisolatsiooniplaadid tuleb lõigata L-kujuliselt (vt joonis 1.4), et vältida pragude arenemist piki vuuki. Ristvuugid avatäidete nurkades on diagonaalsete pragude võimalikuks tekkepõhjuseks. Soojustusplaatide tasapinnalisus mõjutab armeerimisseggu kulu ning lõppviimistluse tasapinnalisust. [5], [11] Pärast polüstüreenist soojusisolatsiooniplaatide paigaldamist lihvitakse plaatide pind ja nurgad, et saavutada ühtlasem armeerimiskiht [5].



Joonis 1.4 Soojusisolatsiooniplaatide paigaldus [11]

Kui aluspinna nake on ebapiisav, kinnitatakse polüstüreenist ning mineraalvillast soojusisolatsiooniplaadid tüübeldamisel. Probleemsetele aluspindadele või nakke poolest sobimatutele seintele (puitseinad) on võimalik soojusisolatsiooniplaadid kinnitada montaažiiniididel. Tüüblite kasutamise vajadust hinnatakse sõltuvalt võimalikust tuulekoormusest, kuna tüübli funktsiooniks on maandada tuulekoormusest tulenevat riski süsteemile. Tüübeldamiseks kasutatakse soojustussüsteemi tootja vastavussertifikaadiga tüübleid. Tüüblite valik on mitmekesine. Valik sõltub soojusisolatsiooni paksusest, aluspinnast materjalist, punktsoojusjuhtivusest ning fassaadipinnale rakendatavast tuulekoormusest. [5], [9], [11]

Tüüblid paigaldatakse soojusisolatsiooniplaati puurimismeetodil, mille puhul tuleb jälgida puuraugu sügavusele kehtestatud nõudeid ning tüübli diameetrit. Puurauk tuleb puurimistolmusest enne tüübli paigaldamist puhastada puuri mitmekordse väljatõmbamise teel. Tüüblid tuleb paigutada soojusisolatsiooniplaadi alasse, kus on kleepsegu kontaktpind aluspinnaga. [5] Tüüblite paigalduskeem sõltub hoone kõrgusest ning mõjuvast tuulekoormusest [11], harilikult kasutatakse 4...7 tüüblit ruutmeetri kohta. Kõrgematel hoonetel, mis peavad taluma suuremat tuulekoormust, on tüüblite kulu 8...12tk/m². Õigesti paigaldatud tüübel ei ulatu isolatsioonikihi sisse ega väljapoole üle 1 mm [19]. Kinnitite paigaldamise juhendid pärinevad soojusisolatsiooni liitsüsteemide tootjatelt [9].

1.3.5 Armeerimine

Armeerimise all mõeldakse soojustuse pinna katmist armeerimisega ja leelisekindla klaaskiudvõrguga. Armeerimiskihil peab olema väike kapillaarne veeimavus, veeauru läbilaskvus, nake soojustusmaterjalil, tõmbetugevus, löögitugevus pragunemiskindlus ning vananemiskindlus. Armeerimiskihi klaaskiudvõrk võtab vastu hügrotermilisi pingeid ning takistab pragude teket. Põhilise löögikindluse süsteemile annavad armeerimisvõrk ja – pahtel. ETAG nõuete alusel jaotatakse erinevad piirkonnad kolme mehaanilise tugevuse kategooriasse (vt tabel 1.1). [5], [10], [28]

Tabel 1.1 SILS mehaanilise tugevuse jaotus kategooriateks [5], [10]

Kategooria	Kasutuskohtade kirjeldus
I	Tsoon, mis on maapinnal üldsusele vahetu juurdepääsuga, on tundlik löökide suhtes, pind üldiselt kahjustuseta. Kõrgendatud löögikindluskatse löögitugevusega >10 J/m.
II	Tsoon, mis on vastuvõtlik visetele ja löökidele madalamatel tarinditel, kahjustused vaevu märgatavad. Löögikindluskatse löögitugevusega >10 J/m.
III	Tsoon, mis pole kahjustatav inimeste põhjustatud löökidest ning visetest. Löögikindluskatse löögitugevusega >3 J/m.

Enne armeerimistööde alustamisest paigaldatakse süsteemile vajalikud kaitse- ja liiteprofiilid. Täisnurksed välisnurgad ning mitmesugused avade nurgad, millel on pragude tekkimise oht, armeeritakse nurgaprofiilidega ja spetsiaalsete diagonaalsete võrgutükkidega. [9] Eenduvate elementide (tagasiastega >400 mm) horisontaalsetele välisnurkadele paigaldatakse veeninadega tugevdusprofiilid. Tugevdused paigaldatakse armeerimissegusse ning tasandatakse. Aknapleki liiteprofiil paigaldatakse pleki ja soojustussüsteemi veetihedaks liitmiseks. [15]

Armeeringihi valikul on oluline osa viimistluskrohvi toonil. Erilisanditega orgaanilised armeerimismaterjalid kindlate tootjate süsteemides võimaldavad fassaadi viimistlemisel kasutada tumedamaid toone, parandades seeläbi ka kogu süsteemi löögikindlust. [5] Viimistluskihis tumedate ja heledate toonide kontrastide tekkimisel tuleb kasutada spetsiaalseid värvitoonide eraldus- või kompensatsiooniprofiile, mis paigaldatakse armeeringukihti [15].

1.3.6 Viimistlemine

Dekoratiiv- ehk viimistluskihi valik sõltub süsteemi eesmärgist, kasutuskohast ning visuaalsest esteetilisusest. Fassaadi tehnilised parameetrid (nt veeimavus, tuletundlikkus, veeauru läbilaskvus), mis iseloomustavad väljanägemist, vastupidavust ning eksploatatsioonitingimusi, sõltuvad otseselt krohvist ja värvitoonist. [11]

Viimistlusmaterjalidest kasutatakse soojusisolatsiooni liitsüsteemidel mineraalseid ja polümeerseid dekoratiivkrohve ja -värve. Mineraalsed viimistlusmaterjalid on hea veeauru läbilaskvusega ja kõrge tuletundlikkusega (A1). Puuduseks on suur veeimavus, mistõttu määrduvad mineraalsed viimistlusmaterjalid kergemini. Veekindluse suurendamiseks on soovitatav mineraalkrohv katta värviga. Polümeersed viimistlusmaterjalid (akrüülkrohv ja silikoonkrohv) on elastsed, tõrjuvad hästi vett ning kõrge mikrobioloogilise resistentsusega. Mineraalsete viimistlemismaterjalide puhul tehtavad parandustööd ning viimistlustehnoloogiast tingitud kõrvalekalded jäävad

enamiku värvitoonide puhul nähtavaks triipude ja laikudena värvi kuivamise eripära tõttu. [5], [11] Viimistluskihi paksus on peab vastama ETAG004 määratletule, olles enamasti 1,5...4 mm. [10]

Viimistluskihi paigaldamine algab pärast armeerimiskihi kivinemist, soovituslik on armeerimiskiht parema nakke saavutamiseks kruntida [18]. Nakkekrundi kasutamine pole vajalik mineraalse dekoratiivkrohvi kasutamisel. Pindade kaitse päikese, tugeva tuule ja vihma eest on oluline ühtlase viimistluskihi kattestruktuuri tagamiseks. Viimistluskrohv kantakse üldjuhul fassaadile kolmes etapis: krohvi pealekandmine (käsitsi või mehhaniseeritult), üleliigse segu eemaldamine ning struktuuri andmine. [11]

Värvitooni valikul vältida fassaadi ülemäärast kuumenemist ja sisepingeid. Soojusisolatsiooni liistsüsteemide puhul ei soovitata kasutada tavalahendustes tumedaid toone, vältimaks pragude ja teiste kahjustuste tekkimist. [5], [15] Värvitooni küllastatust iseloomustab valguspeegeldustegur, mille heledusaste standardpiirang tavasüsteemidel on 20 või kõrgem (0 (must toon – 100 (valge))). Kui suhteline heledus märgistusega RL (inglise keeles relative luminance) langeb alla 20 suureneb SILS süsteemi kahjustuste tekkimise oht oluliselt. [7] Pinna päikesekiirguse peegelduvust ning fassaadikuumust indikeerib TSR-väärtus (inglise keeles Total Solar Reference). Pinnaviimistluse planeerimisel, mille suhteline heledusaste jääb alla 20, tuleb kontrollida, et TSR-väärtus ei jääks alla 25. [15] TSR- väärtuse kasutamine on seotud uute tehnoloogiliste lahendustega, et vähendada fassaadide ülekuumenemist. TSR-väärtuse kasutamise põhimõte on hinnata fassaadivärvides kasutatavaid spetsiaalseid pigmentisegusid, mis peegeldavad paremini päikesekiirgust. [7], [15] Spetsiaalse armeeringu korral lubab osa süsteemitootjatest kasutada viimistluskrohve, mille heledusaste on 5 või kõrgem [5].

Kõrgeimad pinnatemperatuurid saavutatakse mustade ja tumehallide toonidega. ETA määratluste kohaselt on SILSi maksimaale lubatud pinnatemperatuur +80°C [10], mis on viinud fassaadidel heledate toonide sagedase kasutamiseni. Tumedates toonides fassaadipindade pinnatemperatuuri alandamiseks on hakatud kasutama spetsiaalseid NIR-pegeldavaid pigmente (inglise keeles near infrared radiation), mis säilitavad ka materjalide värviomadused [29]. Saksamaal Ober-Ramstadtis tehtud välikatse tulemustest selgus, et orgaaniliste või NIR- mustade pigmentide kasutamisel on võimalik pinnatemperatuuri alandada kuni 10 K, eriti kõrgetel temperatuuridel alates

+25°C. Pigmentide kasutamine suurendab ka vastupidavust ilmastikutingimustele. [7], [29]

Tumedates toonides fassaadi projekteerimisel arvestada fassaadi paiknemist ilmakaarte suhtes – põhjapoolsetel ja varjulistel fassaadiosadel on väiksem koormus päikesekiirgusest [8], [15]. Tumeda fassaadiviimistlusega soojusisolatsiooni liitsüsteemis ei tohiks kasutada soojustusmaterjalina vahtpolüstüreeni, kuna +70°C ületamisel tekivad kahjustused (peamiselt praod).

Efektiivse ja kauakestva kaitse mikroorganismide kasvamise vastu on võimalik saavutada spetsiaalse tehnoloogiaga krohvi kasutamisega, millel on parem veeauru läbilaskvus (nt. Weber AquaBalance silikoonkrohv). Lahendus tagab fassaadikatte pikema eluea ning renoveerimistsükli. [19] Päikesekiirguse tagajärjel tekkinud mikropragude, pleekimise ja pinna koorumise vastu on uue lahendusena välja pakutud ka nanotehnoloogiline iseparanev krohv, mis on nanotasandil võimeline molekule siduma [30].

1.4 Soojusisolatsiooni liitüsteemi kahjustused

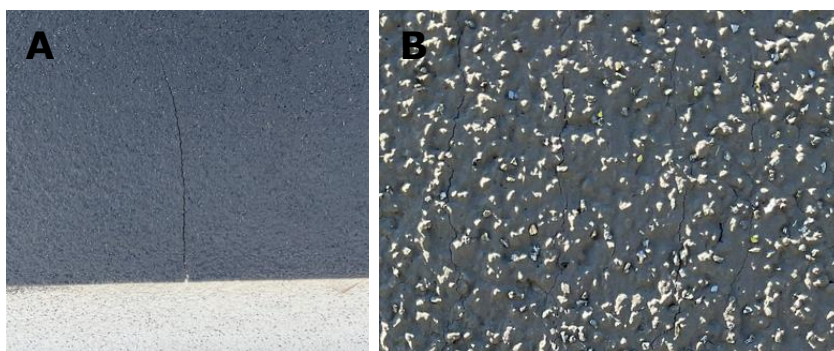
Soojusisolatsiooni liitüsteemi välimine kiht puutub kokku mitmete keskkonnamõjudega, nagu tuul, temperatuurimuutused, UV-kiirgus, vihm, lumi ning erinevad saasteained. Pikka aega kasutuses olnud soojusisolatsiooni liitüsteemidel esineb defekte eelnimetatud põhjustel, näiteks fassaadil olevate pragude, hallituse, biokahjustuse või viimistluskihi lahtikoorumise näol. Keskkonnamõjudest tulenevad defektid on oluline uurimisobjekt, kuna need mõjutavad süsteemi omadusi eksploatatsiooni käigus märkimisväärselt [12], [28]. Lisaks ilmastikutingimustele võivad kahjustuste põhjuseks olla nõuetele ja keskkonnale mittevastavate materjalide kasutamine või vale paigaldustehnoloogia [5], [31]. Välispiirete vastupidavust mõjutab vihm, mis sisaldab lisaaineid nagu süsinikdioksiidid, vääveldioksiidid, lahustunud soolad jm. Porne viimistluskiht imab vett ning niiskus ja sisalduvad lisaained mõjutavad seeläbi sügavamaid kihte, vähendades süsteemi efektiivsust. [28], [32]

SILS süsteemides esinevate kahjustuste klassifikatsiooni väljatöötamiseks analüüsiti Portugalis teadlaste B. Amaro et. al. poolt 146 hoone fassaadi, mis olid soojustatud SILS süsteemiga ning vanuses 3-22 aastat. Analüüsiti ja iseloomustati tekkinud kahjustusi ning pakuti välja sobivad parandustehnikad. Kahjustused jagunesid kolme rühma: pinnakahjustused, värvi ja esteetika kahjustused ning tasapinnalisusega seotud kahjustused. Uuringus esitatud klassifikatsioon on aluseks kahjustuste hindamisel.

Kõige enam esines kahjustusi seoses värvi ja esteetikaga ning seda oli täheldatud 49% uuritavatest objektidest, järgnesid tasapinnalisusega seotud kahjustused, mida täheldati vastavalt 27% uuritavatest objektidest. 24%-l uuritavatest objektidest olid tekkinud pinnakahjustused. [6]

1.4.1 Pinnakahjustused

Pinnakahjustuste gruppi kuuluvad juhtumid, kus soojusisolatsiooni liitsüsteemi materjalid purunevad, näiteks tekivad praod, osa viimistluskihist eraldub või puudub nake. Tavaliselt on pinnakahjustused tingitud erinevatest põhjustest, näiteks mehaanilised tegurid nagu temperatuuri kõikumised, mis põhjustavad pragunemist või materjalide omavahelise sidususe kadumist. Pragude tekkimine fassaadipinnal on seotud paigaldustööde kvaliteedi ning tootjapoolsete juhendite järgimisega. [6] Fassaadi mehaanilise koormuse taluvuse suurendamiseks on otstarbekas kasutada 2-3 meetri kõrgusel osal löögikindlat lahendust [33]. Fassaadil esinevate pragude suund jaguneb orienteeritud ja mitteorienteeritud pragudeks (vt joonis 1.5). Praod tekivad viimistluskihti kui tangentsiaalpinged ületavad tõmbepingeid või pundumiskahjustuste ümbrusesse koondunud survepingete tõttu. Kõige levinumad pragude alguse kohad on nurgad ja avade ümbrus, kus pinged on koondunud ebaühtlase viimistluskihi või mittenõuetekohaselt paigaldatud armeerimisvõrgu tõttu. Lisaks võivad praod tekkida ka soojusisolatsiooniplaatide vuukidel, mis on peamiselt tingitud soojusisolatsioonikihi ja viimistluskihi erinevast temperatuuripaisumisest lõunafassaadil. [12], [27] Tumede värvide kasutamisel SILS süsteemide viimistlusel on tagajärjeks pinna liigne soojenemine, mis toob kaasa pingeid ning vähendab vastupidavust [8].



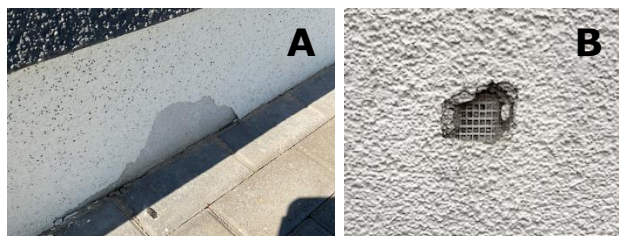
Joonis 1.5 Näited SILSil esinevatest pragudest A) Orienteeritud pragu algusega sokliprofilist, B) Mitteorienteeritud praod viimistluskihi temperatuuripaisumisest (Allikas: autori erakogu)

Teadlaste E. Liisma, G. Lõhmuse ning L.-M. Raado Tallinna Tehnikaülikoolis tehtud uuringus [28] temperatuuri ja niiskuse mõjust soojusisolatsiooni liitüsteemidele

põhjapoolsetes kliimatingimustes selgus, et kõrge suhtelise õhuniiskuse ning negatiivse temperatuuriga esineb mineraalkrohvidega viimistletud fassaadidel kokkutõmbumisi, mille põhjusel tekivad praod. Mikropragude tekkimise mehhanismi saab prognoosida mõõtmete muutustega. Mõõtmete muutused mineraalkrohviga kaetud fassaadide puhul üle 7 mm/m näitasid väliseid kahjustusi. Kuival krohvipinnal esineb pragusid ka võrgustikukujulisena, mis on tingitud näiteks liiga paksust krohvikihi paigaldamisest või suurest sideaine osakaalust [34].

K. Volkova et. al. samuti Tallinna Tehnikaülikoolis läbiviidud uuringus temperatuuri, niiskuse ja mehaaniliste omaduste mõju õhekrohvisüsteemi prao tekkele [35] selgus, et mineraalsed krohvid on vähem temperatuurimuutusi taluvad võrreldes orgaaniliste krohvidega ning seega tekivad praod mineraalse koostisega krohvipinnale juba väiksemate tõmbepingete juures. Samas kui orgaanilised krohvid paisuvad niiskuse ja temperatuuri mõjust 2 korda rohkem.

Viimistluskihi eraldumisega seotud kahjustused esinevad puuduliku nakke, suure tiheduse ning krohvikatte kõrge veeimavuse korral (vt joonis 1.6 A). Viimistluskiht eraldub tugevdatud hoone nurkadelt ning avatäidete nurkadelt tugevate löökide tõttu. [36] Materjalikihte läbiv auk (vt joonis 1.6 B) on kõige tõenäolisemalt põhjustatud löögist, tellingute ankurdamisest või puurimisest [6].



Joonis 1.6 A) Viimistluskihi eraldumine tingituna maapinna niiskuskooormusest, B) Auk läbi materjalikihtide (Allikas: autori erakogu)

SILS süsteemi liimühenduse puudumise tulemusel võib süsteem kaotada nakke aluspinnaga ning halvimal juhul ka variseda. Soojusisolatsiooniplaatide liimühenduse osaline või täielik puudulikkus on sageli põhjustatud vähesest mördiliimi kogusest või ebapiisavast mehaanilisest kinnitusest. [6], [27]

1.4.2 Värv ja esteetika kahjustused

Värv ja esteetikaga seotud kahjustused muudavad fassaadi esteetilist väljanägemist plekkide või värvimuutuste näol [6]. Biosaastega kahjustumisel paiknevad ohustatumad

süsteemid väga niisketes (veekoguäärsetes), suure saastekoormusega (linn, tööstus) ja või tiheda haljastusega piirkondades [5].

Sobilikud temperatuuri- ja niiskustingimused tingimused põhjustavad mikrobioloogilist kasvumist fassaadidel kõige enam. Mikroorganismide (hallitus, vetikad, samblikud jm (vt joonis 1.7) kasvu mõjutavad fassaadi orientatsioon, soojusinerts ning pinnakatte päikesepegeldus. Põhjapoolsed fassaadid puutuvad päikesevalgusega vähem kokku, niiskus kondenseerub ning on seega mikroorganismidele kasvuks sobilik pind. Peamine põhjus mikroorganismide levikuks on suure niiskusega (RH >80%) fassaadipind. [12], [27], [37], [38]



Joonis 1.7 Mikrobioloogilise kasvamisega kahjustunud fassaadid [27]

Krohvitud fassaadipinda võib rikkuda efloressents (vt joonis 1.8), mis on põhjustatud vee aurumisest konstruktsioonist. Efloressents on nähtus, kus soolade väljalahustumise tagajärjel tekib kristalne valge sade fassaadikatte pinnale. Efloressentsi on kahte tüüpi: soolade ladestumine ning lubja ladestumine. Soolade sattumine konstruktsiooni on tüüpiline külmumist takistavate lisandite kasutamisel. [39] Suur osa niiskusdefektidest on tingitud halvasti lahendatud või puudulikust vihmavesüsteemist või ebaõnnestunud sõlmlahendustest. Saastunud vihmavesi voolab mööda fassaadipinda alla jättes kuivades fassaadile märdunud jälje. [32], [40]



Joonis 1.8 Efloressentsiga määratud parapett [39]

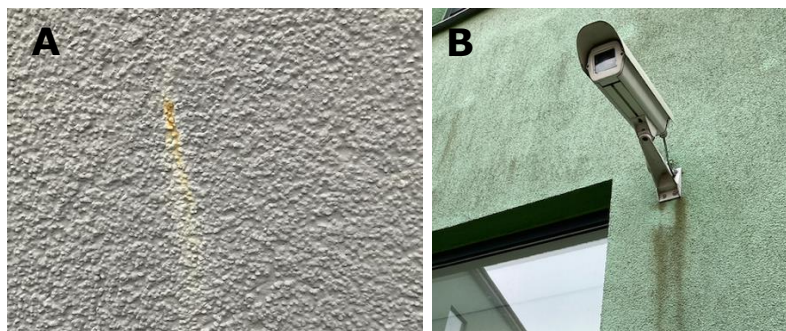
Fassaadipinnal võivad esineda ka heledamad ümmargused alad. Teatud kinnitustüübid põhjustavad soojusisolatsioonisüsteemides külmasildu, mistõttu on kinnitustüüblite kohal soojem pinnatemperatuur ning väiksem niiskusesisaldus, põhjustavad mikroorganismidele vähem sobilikku kasvukeskkonda ja tekitades heledamaid kontrastseid värvierinevusi (vt joonis 1.9). [27], [38]



Joonis 1.9 Mikroorganismidega kahjustunud fassaadipinna värvierinevus [27], [38]

Hoone välimust rikuvad pahatahtliku inimtegevuse tagajärjel erinevad sodimised. Graffiti mõjutab tugevalt fassaadi esteetilisust ning seda on sageli keeruline eemaldada. Määratud fassaadipinda on võimalik uuesti värvida või kasutada spetsiaalset grafiti vastast kaitsevärvi, pindade lihtsamaks puhastamiseks. [41]

Hoone fassaadi esteetilisest välimusest korrosioon, mis on tingitud korrosioonikaitseta kinnituselementide (vt jooni 1.10 A) ja kinnituvate detailide kasutamisest (vt joonis 1.10 B) [6]. Kasutada tuleb roostevabasid või tsingitud ja värvitud metallist kinnituskonstruktsioone, et vältida vee sattumist süsteemi ning viimistluskihi eraldumist [5].



Joonis 1.10 Korrosiooni esinemine fassaadidel A) Isolatsioonimaterjali mehaanilise kinnituse korrosioon, B) Kinnituva detaili korrosioon (Allikas: autori erakogu)

Ülejäänud värvimuutused on näiteks mustuseplekid, määrdumine õhusaastega, lindude väljaheited, niiskuskahjustused, värvitooni muutused (vt joonis 1.11). Värvitoonimuutuste põhjuseks on pleekimine, inimtegevus ning remonditööd. Fassaaditooni pleekimine on probleemiks lõunaküljes. Määrdumine õhusaastega on põhjustatud fassaadi halvast niiskustehnilisest toimivusest, olles soodne keskkond mikroorganismide kasvamiseks. [39] Pinnal esinev mustus ning niiskus soodustavad mikroorganismide kasvu tõenäosust. Äärmistel juhtudel võivad tekkida ka praod ning korrosioon, mis mõjutavad süsteemi vastupidavust ja funktsionaalsust. [31]



Joonis 1.11 Värvipigmenti muutus fassaadil voolanud vihmaveest (Allikas: autori erakogu)

SILSi fassaadipinna vastuvõtlikkust biosaastele või pleekimiskindlusele saab kompenseerida sobilike lisandite kasutamisega krohvikihis [42].

1.4.3 Tasapinnalisus

Fassaadipinna tasapinnalisuse tagamiseks on oluline kasutada sobilikku paigaldustehnoloogiat ning süsteemitootja poolt kvalifitseeritud ehitusmaterjale. Tasapinnalisuse muutused võivad olla põhjustatud ebapiisavast stabiilsusest või ebapiisava paksusega soojusisolatsioonikihist. Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste

vuukide nähtavus on põhjustatud ebaühtlase paksusega soojusisolatsiooniplaatide mõõtmetest või liiga õhukesest armeerimiskihi paksusest. Kahjustused tulenevad pindade ebakorrapärasusest, isolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavusest või erinevatest soojuspaisumistest [6], [41] Temperatuuri ja niiskuse muutused suvel ning talvel põhjustavad viimistluskihis suurema temperatuuri- ning niiskuse muutuse, mille tagajärjel tekivad tüüpiliselt pundumiskahjustused [43].

Fassaadipinna ebaühtlus võib avalduda soojusisolatsiooniplaatide või viimistluskihi pundumisena. Soojusisolatsiooniplaatide pundumise põhjused võivad olla nõuetele mittevastav aluspind, piisava liimühenduse puudumine ning mehaaniline kinnitus. Viimistluskihi pundumine esineb tüüpiliselt soojusisolatsiooniplaatide kohal suurema difusioonikoormuse tõttu. Viimistluskihi pundumine võib olla põhjustatud liigsest niiskusest viimistluskihi all, saastunud või tehasedefektiga materjalide kasutamisest ning tootja juhiste eiramisest. [6], [36]



Joonis 1.12 A) Viimistluskihi pundumine B) Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus [27]

1.5 Soojusisolatsiooni liitüsteemi hooldus ja renoveerimine

Vastavalt juhenditele projekteeritud ja paigaldatud krohvkattega fassaadid on vastupidavad ja pikaajalised [9]. Hooldus näeb ette fassaadi vuukide, tihendite ja kaitseplekkide visuaalset vaatlust ning kahjustunud piirkondade puhastamist või renoveerimist. Süsteemi nõrkadeks kohtadeks on peamiselt sõlmilahendused [42]. Fassaadide visuaalse vaatlusega on S. Ximenes et. al. teadlaste poolt väljatöötatud fassaadide seisukorra hindamisrühmad esinenud kahjustuste põhjal [44]. Hilisemas uuringus SILS süsteemi vastupidavuse suurendamiseks [31] teadlaste C. Ferreira el. al. on täiendanud hindamisrühmade kahjustuste kirjeldust vastavalt kahjustuste ulatusele (vt tabel 1.2)

Tabel 1.2 Fassaadi seisukorra hindamisrühmad

Hindamisrühm	Hindamisrühma kirjeldus
A	Muutusteta. Pind üldiselt kahjustusteta ning lagunemismärkideta.
B	Hea. Kahjustused vaevu märgatavad, nt. mustus, värvimuutused, esineb väiksemal hulgal pragusid.
C	Väike halvenemine. Esineb kerge lagunemine ja rohkemate pragude areng. Väikesed ilmingud mikroorganismide kasvust.
D	Mõõdukas halvenemine. Märgatavad defektid, nt. tugevalt nähtavad vihmavee äravoolujäljed, suur pragude osakaal, mõõdukas mikrobioloogiline kasvamine
E	Ulatuslik halvenemine. Süsteemi halvenemine tõsiste defektidega, selgelt nähtavad praod, ulatuslik viimistluskihi eraldumine. Ulatuslik mikroorganismide kasvamine

Portugalis uuritud 378 SILSiga hoonete visuaalsest kontrollist selgus, et hooldusel on oluline roll vastupidavusele ja jätkusuutlikkusele. Regulaarne hooldus edendab kasutusaja pikenemist. [31] Enne parandustöid tuleb olukorda analüüsida ning selgitada välja defektide tekkepõhjused. Täpne hooldusintervall sõltub kasutatud materjalide tehnilistest omadustest, keskkonnast ning hoonet ümbritsevast taimestikust. Mikrobioloogilisest kasvamisest tekkinud kahjustuste hooldustöid teostatakse kolmes etapis: puhastatakse, töödeldakse ja värvitakse. Parandustöödele ei esitata kvaliteedinõudeid. [5], [9]

Vajalikud hooldustööd tuleks teha kohe, kui kahjustus on tuvastatud, kasutades testitud ja olemasolevate materjalidega sobituvaid tooteid ilma välimust rikkumata. Puhastustööde ja pesemise järel tekkinud reovett käideldakse vastavalt kohalikus jäätmekäitluseeskirjas ette nähtud viisil. [9], [10] Mikroorganismide hävitamiseks kasutada võimalusel vees lahustuvaid inimestele, loomadele ja keskkonnale vähese kahjuliku mõjuga biotsiide. Hoolduse ja kaitse perioodilisus võiks olla 3-6 aastat. [45] Puhastamine on kõige sagedamini kasutatav hooldusviis, kuna kõige suurem osa SILSi kahjustustest on seotud värvi ning esteetikaga. Puhastamisega koos kasutatakse ka pinnakaitset. [41]

Kõige sagedamini ettenähtud hooldustehnikad on need, mis toimivad SILSi viimistluskihi pinnale (peamiselt puhastamine ja pinnakaitse). Järgnevad tehnikad, mis hõlmavad viimistluskihi osalist või terviklikku asendamist. Umbes viiendik parandustehnikatest vajab täielikku renoveerimist, et parandada süsteemi konstruktsiooniomadusi (vt tabel 1.3). [41]

Hoolduse teostamisel võetakse arvesse kolme rühma: täielik asendamine, vähese sekkumise ja täieliku asendamise kombinatsioon ning puhastustegevuse, vähese sekkumise ja täieliku asendamise kombinatsioon. [31]

Osalisel renoveerimisel uuendatakse kahjustatud materjalikiht kahjustatud piirkonnas [5]. Osalise renoveerimisega on võimalik parandada näiteks tasapinnalisusega seotud kahjustusi (vt tabel 1.3) [41].

Krohvikihi kahjustuse korral eemaldatakse kahjustunud krohvikihit kuni armeeringkihini mehaanilisel teel ning krunditakse ja krohvitakse uue viimistluskrohviga. Krohvi- ja armeeringkihi kahjustuste korral eemaldatakse kahjustatud osas viimistluskiht ning armeeringkiht ja uus kiht paigaldatakse ülekattega. Mehaanilise vigastuse korral eemaldatakse kogu süsteem kuni kandva aluspinnani ning paigaldatakse uued kihid ülekattega. [5]

Uue värvikihi kasutamine olemasoleva värvikihi kohal on sagedaselt kasutatav hooldustehnika ning sobilik olukordades, kus fassaadipind on määrdunud ning puhastamine ei ole piisav või fassaadipind on pleekinud (vt tabel 1.3) [41]. Viimistluskihi renoveerimine on vajalik kui viimistluskrohvil on tekkinud kahjustus suures ulatuses või nake krohvi ning armeeringkihi vahel on puudulik. Kahjustunud krohvikihit eemaldatakse, aluspind puhastatakse ning krunditakse [5].

Sobimatutest lahendustest ning asjatundmatust paigaldusest tekkinud kahjustused on Eestis sagedane probleem. Levinumad probleemide põhjused on ebakorrektsed sõlmlahendused või tootja juhistele mittevastavate materjalide kasutamine. [5] Süsteemi asendamine on aktuaalne olukorras, kus pinna parandamine ei ole piisav ning nõuab põhjalikumalt renoveerimist (vt tabel 1.3) [41]. Täielikule renoveerimisele vastab kogu süsteemi lammutamine ja uue fassaadikatte paigaldamine [31].

Tabel 1.3 Soojusisolatsiooni liitsüsteemide veatüüpide hoolduslahendused [41]

SILS süsteemil esineva kahjustuse tüüp	Veatüüp	Kahjustuse hooldus/parandustehnika	
PINNAKAHJUSTUS (PK)	Praod	Orienteeritud praod	Pragude täitmine, osaline/täielik süsteemi renoveerimine
		Mitteorienteeritud praod	Pragude täitmine, osaline/täielik viimistluskihi renoveerimine,
	Viimistluskihi eraldumine tugevduskohtadelt		Materjali aukude/vahede täitmine/
	Nakke puudumine	Osaline nakke puudumine	Konstruktivsete tunnuste parandamine, süsteemi osaline/täielik väljavahetamine
		Täielik nakke puudumine	Konstruktivsete tunnuste parandamine, süsteemi osaline/täielik väljavahetamine
	Auk läbi materjalikihtide		Osaline/täielik viimistluskihi renoveerimine
VÄRV/ESTEETIKA (V/E)	Efloressents		Fassaadipinna puhastamine
	Vihmavee ärajooksu jäljed		Fassaadipinna puhastamine, täiendava pinnakaitse kasutamine, olemasoleva viimistluskihi ülevärvimine
	Korrosioon		Fassaadipinna puhastamine
	Graffiti		Fassaadipinna puhastamine, graffiti vastase vahendi kasutamine, seinä ülevärvimine
	Mikrobioloogiline kasvamine		Fassaadipinna puhastamine, täiendava pinnakaitse kasutamine, olemasoleva viimistluskihi üle värvimine
	Muud värvimuutused		Olemasoleva viimistluskihi üle värvimine
TASAPINNALISUS (TP)	Tasapinnalisuse puudumine		Osaline/täielik viimistluskihi renoveerimine
	Pinna ebatasasused		Osaline/täielik viimistluskihi renoveerimine
	Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus		Osaline/täielik viimistluskihi renoveerimine
	Viimistluskihi pundumine		Viimistluskihi renoveerimine/konstruktivsete tunnuste parandamine
	Soojusisolatsioonikihi pundumine		Konstruktivsete tunnuste parandamine/uue liimmaterjali ja või mehaanilise kinnituse kasutamine

2. LÕPUTÖÖ EESMÄRGID

Magistritöö eesmärk on hinnata visuaalse vaatlusega soojusisolatsiooni liitsüsteemidega hoonete kahjustusi erinevates hoone piirkondades ning võrrelda kahjustusi lähtuvalt fassaaditoonist.

Töö eesmärkide saavutamiseks läbi viidud tegevused:

1. 19 soojusisolatsiooni liitsüsteemiga hoone visuaalne vaatlus ning kahjustuste registreerimine
2. Kahjustuste infotabelite koostamine esinenud kahjustuste põhjal
3. Fassaaditoonide alusel hoone piirkondades esinenud kahjustuste võrdlus ja analüüs

Kahjustuste hindamine visuaalse vaatluse käigus viidi läbi 2023. aasta aprillis.

3. KAHJUSTUSTE VISUAALNE HINDAMINE

3.1 Objektid

Eesmärkide täitmiseks ja visuaalse vaatluse läbiviimiseks on magistritöösse valitud erineva kasutusviisiga soojusisolatsiooni liitsüsteemiga krohvitud fassaadipinnaga hooned (vt tabel 3.1), mille fassaaditoonid oleksid võimalikult erinevates toonides. Uuritavate objektide fassaaditööd on teostatud aastatel 2009-2021. Kahe objekti fassaaditööde ehitusaasta on puuduliku informatsiooni tõttu teadmata.

Tabel 3.1 Visuaalsel hinnatud objektide liigitus

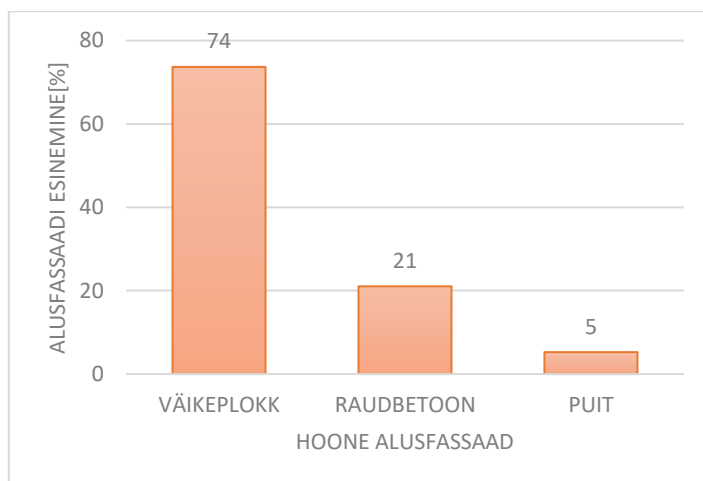
Objekti liik	ärihoone	meditsiinasutus	eramu	õppeasutus	korterelamu
Objektide arv	2	2	3	5	6

Hoonete fassaaditoonid jaotuvad heledateks, värvilisteks ning intensiivsemateks tumedateks toonideks. 19 objekti hulgast on heleda fassaaditooniga hooneosaid 7 objektil, värvilistes toonides (keskmise intensiivsusega) hooneosaid 10 objektil ning tumedates (intensiivsetes) toonides 8 objektil. Objektide hulgas esineb hooneid ja hooneosaid, millel esineb erinevaid fassaaditoone, mistõttu ei ole võimalik jaotada kindlat objekti ainult ühte fassaaditooni gruppi (vt tabel 3.2). Värvitoonide alusel kahjustuste võrdlemisel on hinnatud eraldi heledatel, värvilistel ning tumedatel fassaadikülgedel esinevaid kahjustusi.

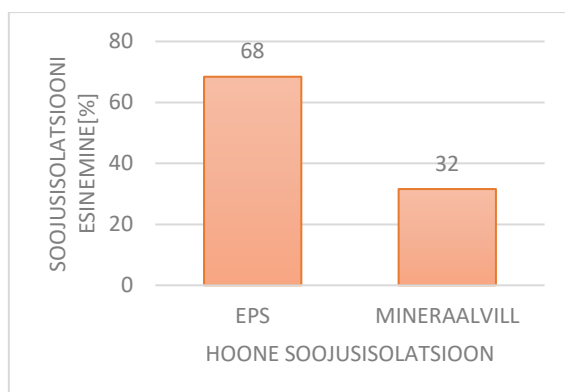
Tabel 3.2 Objektide jaotus fassaaditoonide alusel

Objekt	hele	värviline	tume
1			X
2		X	
3		X	
4	X		
5	X	X	
6	X		
7			X
8	X	X	X
9	X		
10			X
11			X
12		X	
13		X	
14	X		X
15		X	
16	X		X
17		X	
18		X	
19		X	X

Täpsustav informatsioon uuringus osalenud objektide kohta saadi Ehitisregistris olevatest projektidokumentidest. Hoonetel esines kolme erinevat alusfassaadi: väikeplok (74%), raurbetoon (21%) ning puit (5%) (vt joonis 3.1). Soojusisolatsioonimaterjalidest oli EPS-i kasutatud 68% hoonetest ning mineraalvilla 32% hoonetest (vt joonis 3.2).

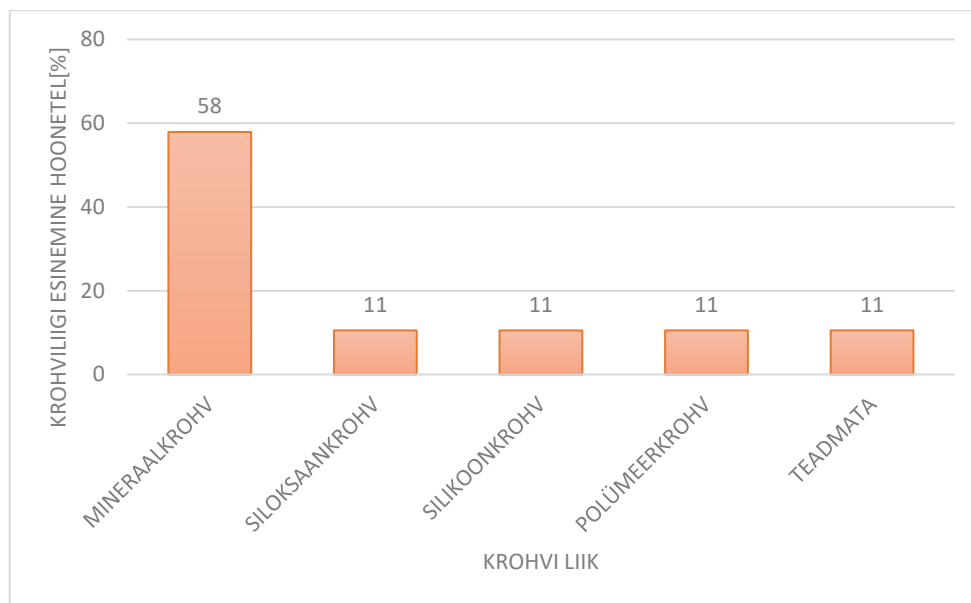


Joonis 3.1 Hoonete alusfassaadide jaotumine



Joonis 3.2 Hoonete soojusisolatsioonimaterjalide jaotumine

Fassaadiviimistlusena esines objektidel kõige enam mineraalkrohvi (58%) (11 hoonet) (vt joonis 3.3). Teisi krohviliike (silikoonkrohv, polümeerkrohv ning siloksaankrohv) esines igaüht vastavalt 11% kõikidest hoonetest. Kahe objekti (11%) fassaadiviimistlust polnud võimalik puuduliku dokumentatsiooni tõttu määrata



Joonis 3.3 Fassaadiviimistluskrohvi jaotumine

3.2 Visuaalse uuringu läbiviimine

Visuaalne uuring viidi läbi 2023 aasta aprillikuus. Soojusisolatsiooni liitsüsteemide fassaadide visuaalseks uurimiseks valmistati ette tabeli vormis ankeet sarnaselt B. Amaro et. al. uuringus [6], [41] esitatud visuaalse vaatluse ankeedile ning kahjustunud osade hindamiseks esitatud protsentuaalseid vahemikke. Fassaadikülgi on vaadeldud peailmakaarte (põhi, lõuna, ida, lääs) järgi erinevates tsoonides. Hoone info ning veatüüpide registreerimise andmetabelid on koostatud B. Amaro Portugali uuringu [41] ning R. Sepri Eesti kortermajade uuringu [46] eeskujul ning vastavalt kohandatud. Iga fassaadikülje veatüübid registreeriti eraldi neljas hooneosas: sokkel, välisseinad, avatäidete ümbrus ning katusejoon. Objektide paikvaatlus ja kahjustuste hindamine teostati maapinnalt, seetõttu on hinnatud neid kahjustusi, mis antud kõrguselt välja paistsid. Paikvaatlusel kasutati abivahenditena Weberi prao määrimise kaarti ning meetrist joonlauda. Kahjustused jäädvustati fotodena.

Visuaalset uuringut teostati päevalguses kuiva ilmaga. Ilmastikuolud uuringu läbiviimisel olid päikesepaistelised või poolpilves.

3.3 Veatüüpide jaotus ja klassifikatsioon

Soojusisolatsiooni liitsüsteemide kahjustuste jaotamisel on tuginetud B. Amaro poolt Portugalis läbiviidud uuringus [6] esinevatele veatüüpide klassifikatsioonile. Pinnakahjustuste veatüüpe on laiendatud ja täiendatud vastavalt aastal 2015 R.Sepri poolt läbiviidud kortermajade kahjustuste [46] grupeeringule. Veatüüpide

klassifikatsiooni on kohandatud vastavalt esinenud kahjustustele. Veatüübid jagunevad kolmeks peamiseks kategooriaks: pinnakahjustused, värvi ja esteetikaga seotud veatüübid ning tasapinnalisusega seotud veatüübid. Veatüüpide kategooriad on jaotatud 20 veatüübiks (vt tabel 3.3). Pinnakahjustused jagunevad 11 veatüübiks, mille all käsitletakse materjalide purunemise ning pragunemisega seotud veatüüpe hoone piirkondades. Fassaadikülgedel on arvestatud ühe veatüübi esinemist sõltumata sellest, kui mitu erinevat pinnakahjustuse veatüüpi esines. Pinnakahjustused on esitatud rohelisega. Värvi ja esteetikaga seotud veatüübid jagunevad kuueks ning on seotud hooneosade määrdumise, värvimuutuste ning esteetilise ilme halvenemisega. Värvi ja esteetika kahjustused on esitatud graafikutel ning tabelites sinisega. Tasapinnalisuse veatüübid on seotud fassaadi tasapinnalisuse puudumisega. Uuritavatel fassaadidel esines viiest kolm B. Amaro et. Al. uuringus [6] esitatud tasapinnalisuse puudumisega seotud veatüüpi. Tasapinnalisuse grupist ei esinenud uuritavatel objektidel järgmisi veatüüpe: soojusisolatsioonikihi pundumine ning tasapinnalisuse puudumine, seega ei ole antud veatüüpe klassifikatsioonis käsitletud. Tasapinnalisus on märgitud kollasega.

Tabel 3.3 Soojusisolatsiooni liistsüsteemidel esinevate kahjustuste klassifikatsioon

VEATÜÜP			
Pinnakahjustused (PK)	PK1 – Praod	Orienteeritud praod	PK1.1 – Välisnurk
			PK1.2 – Siseturk
			PK1.3 – Algus sokliprofiilist
			PK1.4 – Sokliprofiili pikipragu
		Mitteoriinteeritud praod	PK1.5 – Piirkonnapõhised praod
			PK1.6 Pundumispraod
	PK2 – Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine		
	PK3 – Viimistluskihi eraldumine		
PK4 – Nakke puudumine		PK4.1 – Osaline nakke puudumine	
		PK4.2 – Täielik nakke puudumine	
PK5 – Auk läbi materjalikhtide			
Värv/esteeetika (V/E)	V/E1 – Efloessents		
	V/E2 – Vihmavee ärajooksu jäljed		
	V/E3 – Korrosioon		
	V/E4 – Graffiti/sodimine		
	V/E5 – Mikrobioloogiline kasvamine		
	V/E6 – Muud värvimuutused		
Tasapinnalisus (TP)	TP1 – Pinna ebatasasused		
	TP2 – Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus		
	TP3 – Viimistluskihi pundumine		

Veatüüpide kahjustuste ulatust hinnatakse arvestades kahjustunud pinna osakaalu hooneosa suhtes. Pinnakahjustuste ulatuse hindamiseks kasutati varasemalt R. Sepri uuringus [46] väljatöötatud kahjustatud pinna suuruse klassifikaatorit (KP). Tabelis 3.4 on toodud kahjustuste ulatuse hindamise klassid ning nende suurused.

Tabel 3.4 Veatüüpide ulatuse hindamise klassid

Veatüüp			KAHJUSTUSE KLASS							
			A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
			>60 %	30- 60%	10- 30%	<10 %	>30x 30	<30x 30	< 20x20	<10x 10
PINNAKAHJUSTUSED (PK)	PK1.1	Välisnurk	Kahjustunud nurkade osakaal fassaadikülje nurkadest							
	PK1.2	Sisenurk	Kahjustunud nurkade osakaal fassaadikülje nurkadest							
	PK1.3	Algus sokliprofiilist	-				Kahjustatud pinna suurus			
	PK1.4	Sokliprofiili pikipragu	Osakaal hooneosa pikkusest				-			
	PK1.5	Piirkonnapõhised praod	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	PK1.6	Pundumispraod	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	PK2	Tugevduskohadelt kattekihi eraldumine	-				Kahjustatud pinna suurus			
	PK3	Viimistluskihi eraldumine	-				Kahjustatud pinna suurus			
	PK4.1	Osaline nakke puudumine	-				Kahjustatud pinna suurus			
	PK4.2	Täielik nakke puudumine	-				Kahjustatud pinna suurus			
	PK5	Auk läbi materjalikihtide	-				Kahjustatud pinna suurus			
VÄRV/ESTEETIKA (V/E)	V/E1	Efloessents	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	V/E2	Vihmavee ärajooksu jäljed	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	V/E3	Korrosioon	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	V/E4	Graffiti/sodimine	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	V/E5	Mikrobioloogiline kasvamine	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	V/E6	Muud värvimuutused	Osakaal hooneosa pindalast				-			
TASAPINNALISUS	TP1	Pinna ebatasasused	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	TP2	Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus	Osakaal hooneosa pindalast				-			
	TP3	Viimistluskihi pundumine	Osakaal hooneosa pindalast				-			

Visuaalselt hinnatud objektide seisukorra hindamiseks töötati välja analoogselt teadlaste S. Ximenes et. al. poolt uuringus [44] SILS süsteemide fassaadide seisukorra hindamiseks neli hindamisrühma (vt tabel 3.5).

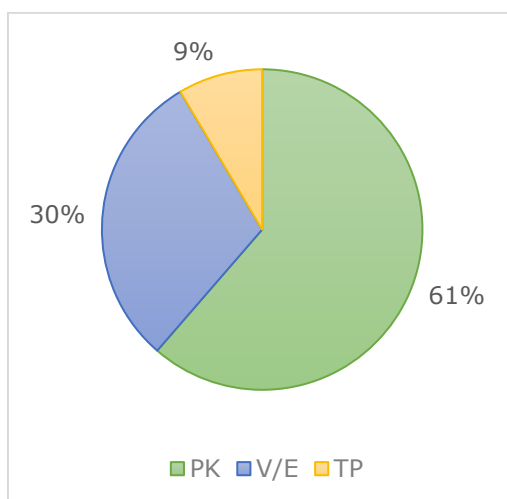
Tabel 3.5 Fassaadi seisukorra hindamisklassid

Hindamisklass	Hindamisrühma kirjeldus
A	Fassaadi seisukord – suurepärase. Fassaadipind kahjustusteta.
B	Fassaadi seisukord – rahuldav. Fassaadil esinevad väiksemad kahjustused nt praod (pole süsteemi läbivad), määrdumine. Kahjustused ei oma süsteemile suurt riski, kuid vajaks vajadusel kohtparandusi ja/või olukorra jälgimist.
C	Fassaadi seisukord – kasin. Fassaadil esinevad näiteks süsteemi läbivad praod ja/või mikrobioloogiline kasvamine, väiksemad tasapinna ebaühtlused. Fassaad vajab esimesel võimalusel renoveerimist.
D	Fassaadi seisukord – mitterahuldav. Fassaadipinnal esinevad tõsised kahjustused (nt. laiaulatuslik mikrobioloogiline kasvamine, viimistluskihi eraldumine, süsteemi läbivad praod, suured augud läbi materjalikihtide). Fassaad vajab täielikku renoveerimist.

4. TULEMUSTE ANALÜÜS JA ARUTELU

4.1 Veatüübid kõikide hoonete hooneosade lõikes

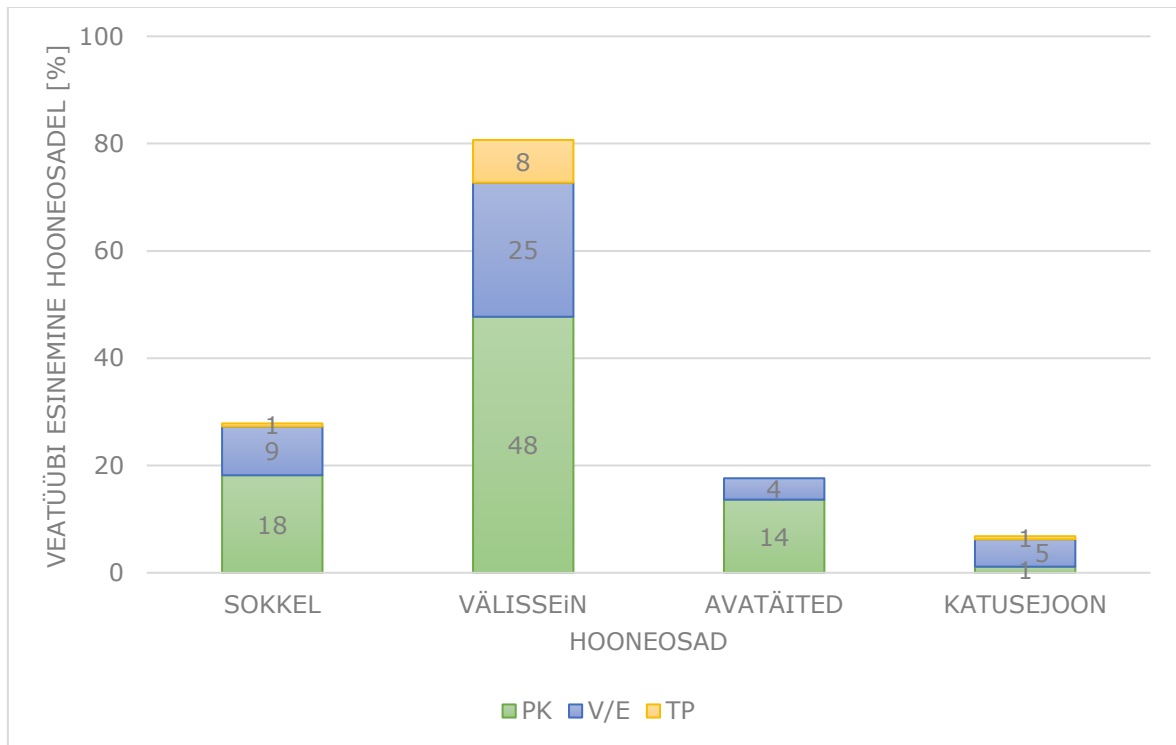
Pinnakahjustused (PK) moodustasid veatüüpide esinemisest hoonete lõikes suurima osa, 61%. Värvide ja esteetikaga (V/E) seotud veatüüpe esines kokku 31%. Tasapinnalisusega (TP) seotud kahjustused olid kõige vähem levinud, moodustades ainult 9% (vt joonis 4.1). Varasemad uuringud soojusisolatsioonisüsteemide kohta Portugalis B. Amaro jt. (146 objekti) [6], [46] ja Eestis R. Sepri (30 korterelamut) [6], [46] poolt näitasid vastavalt pinnakahjustuste esinemist 24% ja 51%, värvide ja esteetikaga seotud kahjustuste esinemist 49% ja 40% ning tasapinnalisusega seotud kahjustuste esinemist 27% ja 9%. Uuritavate objektide fassaadide tehniline, vanuseline ja arvuline erinevus võrreldes varasemate uuringutega võib mõjutada tulemuste erinevusi.



Joonis 4.1 Peamiste veatüüpide kategooriate esinemine hoonetel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvide ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 1, tabel L1.1)

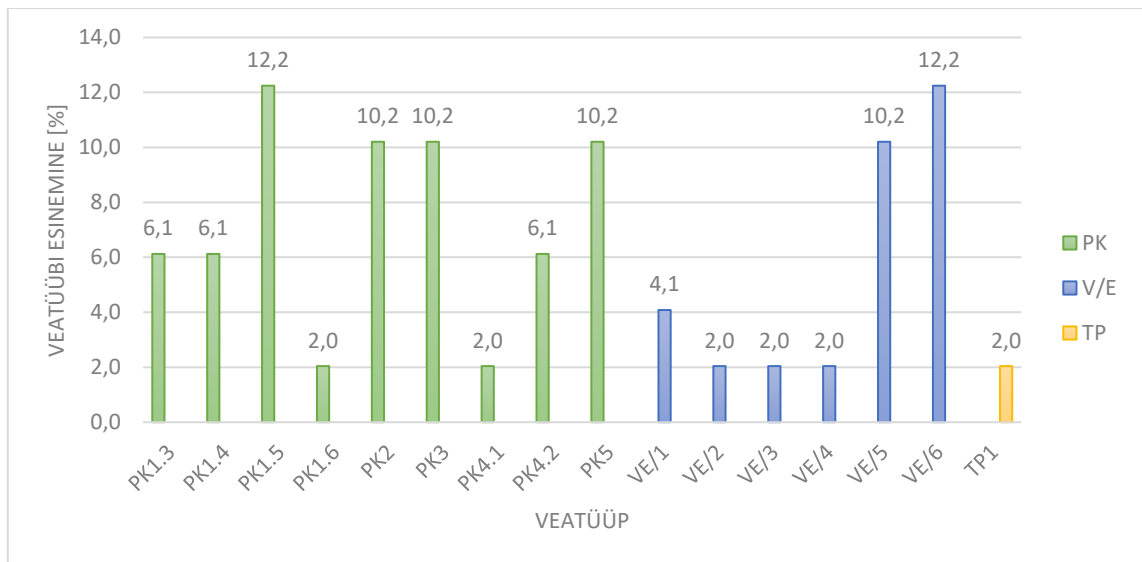
Erinevad pinnakahjustused ohustavad kõige enam SILS süsteemi toimivust, moodustades visuaalse hindamise käigus 61% kõikidest registreeritud veatüüpidest ning 48% välisseina piirkonnas esinenud veatüüpidest (vt joonis 4.2). Pragude tekkimine fassaadipinnal, välisnurkades ning avade ümbruses on seotud paigaldustööde kvaliteediga. Värvide ja esteetika veatüüpide osakaal moodustas kõikidest veatüüpidest 31%, välisseinal esinenud veatüüpidest vastavalt 25%. Kuigi värvide ja esteetikaga seotud defektid mõjutavad eelkõige hoone esteetilist väljanägemist, ei avalda nad olulist kahju süsteemi toimivusele, välja arvatud äärmuslikel juhtudel. Tasapinnalisusega seotud veatüübid moodustasid üldiselt 9% kõigist. Pundumisega

seotud veatüübid mõjutavad SILS süsteemi tehnilist toimivust, viidates paigaldustehnoloogia eiramisele või mittekvalifitseeritud materjalide kasutamisele [6]. Välisseinad on kõige enam kahjustatud piirkonnad.



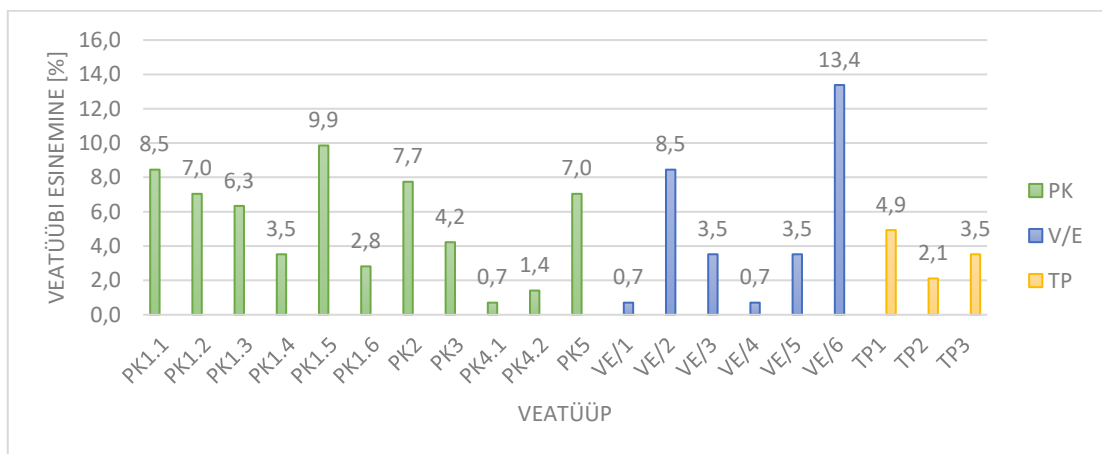
Joonis 4.2 Veatüüpide esinemine hoonete lõikes hooneosadel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp)

Sokli piirkonnas esines mitmeid veatüüpe, millest kõige enam piirkonnapõhiseid pragusid (PK1.5) (12,2%) ja muid värvimuutusi (V/E6) (12,2%) (vt joonis 4.3). Muude värvimuutuste esinemist sokli piirkonnas põhjustasid niiskuskahjustused, kus pinnase kaudu liikunud niiskus on toonud soklipinnale võimalikke soolasid. Lisaks esines sokli piirkonnas tugevduskohadelt kattekihi eraldumist (PK2) (10,2%), viimistluskihi eraldumist (PK3) (10,2%), auke läbi materjalikihtide (PK5) (10,2%) ning mikrobioloogilist kasvamist (V/E5) (10,2%). Mikrobioloogiline kasvamine on seotud ka niiskuskahjustuste esinemisega [37].



Joonis 4.3 Soklil esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp)

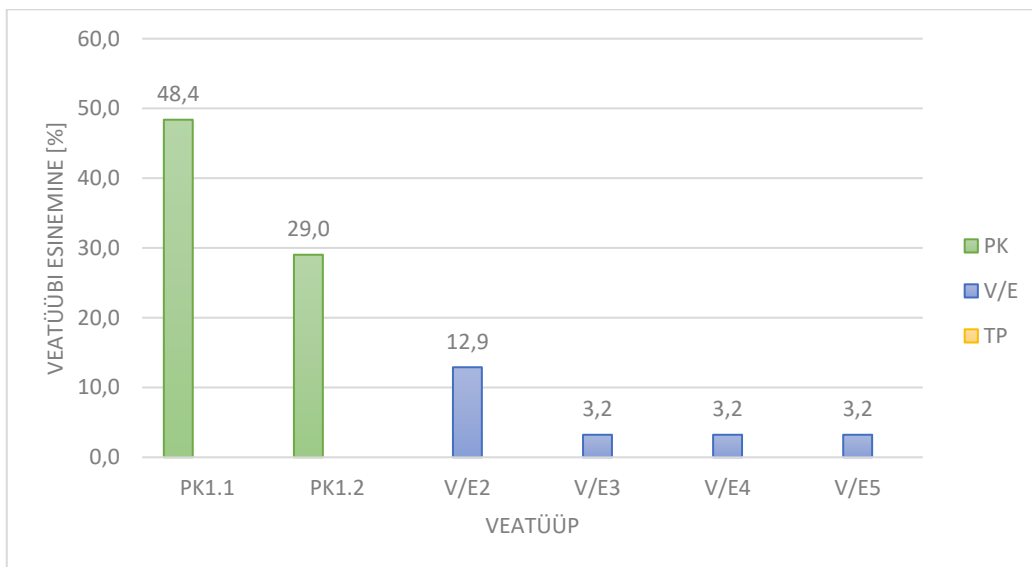
Fassaadidel ilmnes mitmeid kahjustusi seoses värvi ja esteetikaga, sealhulgas neist enim värvimuutusi (V/E6) (13,4%) (vt joonis 4.4). Enamikul juhtudel jäid viimistlustehnoloogiast tingitud kõrvalekalded nähtavaks triipude ja laikudena, mis on tingitud viimistluskihi kuivamisest. Välisseintel ilmnes ka värvikihi kuivamisest tekkinud piirkonnapõhiseid pragusid (PK1.5) (9,9%), välisnurkadest algavaid pragusid (PK1.1) (8,5%) ning vihmavee äravoolu jälgi (V/E2) (8,5%). Kui suhteline õhuniiskus on kõrge ja temperatuur negatiivne, võivad (mineraal)krohvidega kaetud fassaadidel esineda kokkutõmbumistest tulenevad praod [28].



Joonis 4.4 Välisseintel esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp)

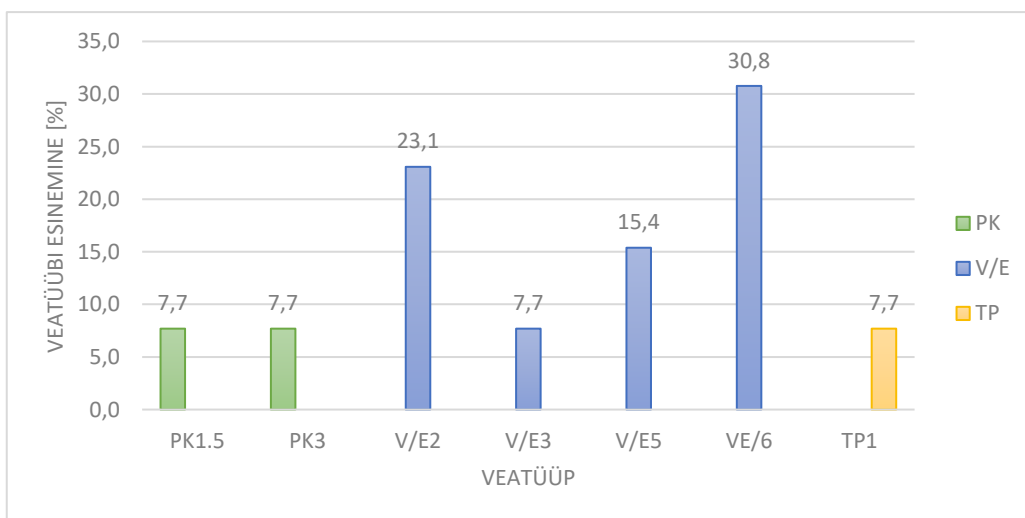
Joonisel 4.5 on näha, et avatäidete ümbruses esines kõige enam akende välisnurkadest algavaid pragusid. Täisnurksete välisnurkade ja akna sisenurkade puhul on pragude

tekkimise peamine põhjus õige diagonaalse armeerimisvõrgu paigaldustehnoloogia mittejärgimine [12], [27].



Joonis 4.5 Avatäidete ümbruses esinenud veatuüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatuüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatuüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatuüp)

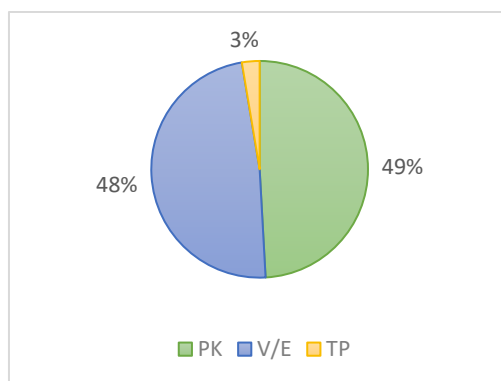
Katusejoonel esines kõige vähem kahjustusi võrreldes teiste hooneosadega. Sarnaselt fassaadile oli katusejoonel kõige enam ebaühtlase värvikihi paigaldamise tõttu muid värvimuutusi (V/E6) (33,3%) ning vihmavee äravoolu jälgi (V/E2) (25%) (vt joonis 4.6). Vihmavee äravoolu jäljed viitavad piirkonna ebaõnnestunud sõlmlahendustele [40].



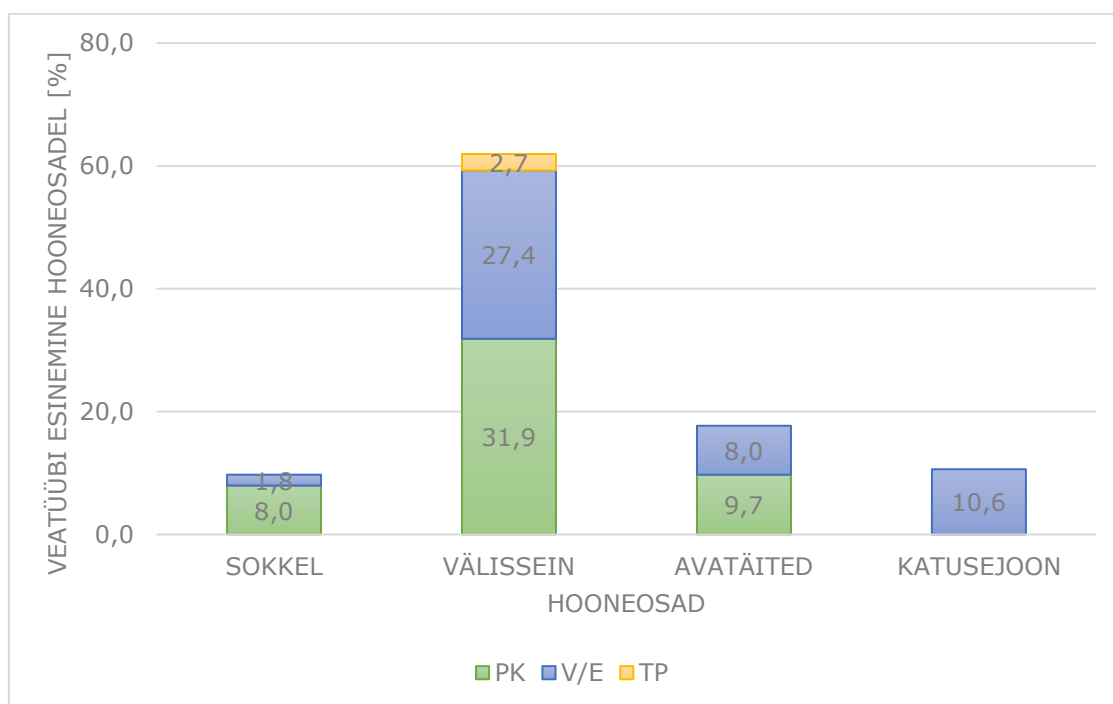
Joonis 4.6 Katusejoonel esinenud veatuüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatuüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatuüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatuüp)

4.2 Veatüübid heledate fassaaditoonidega hoonetel

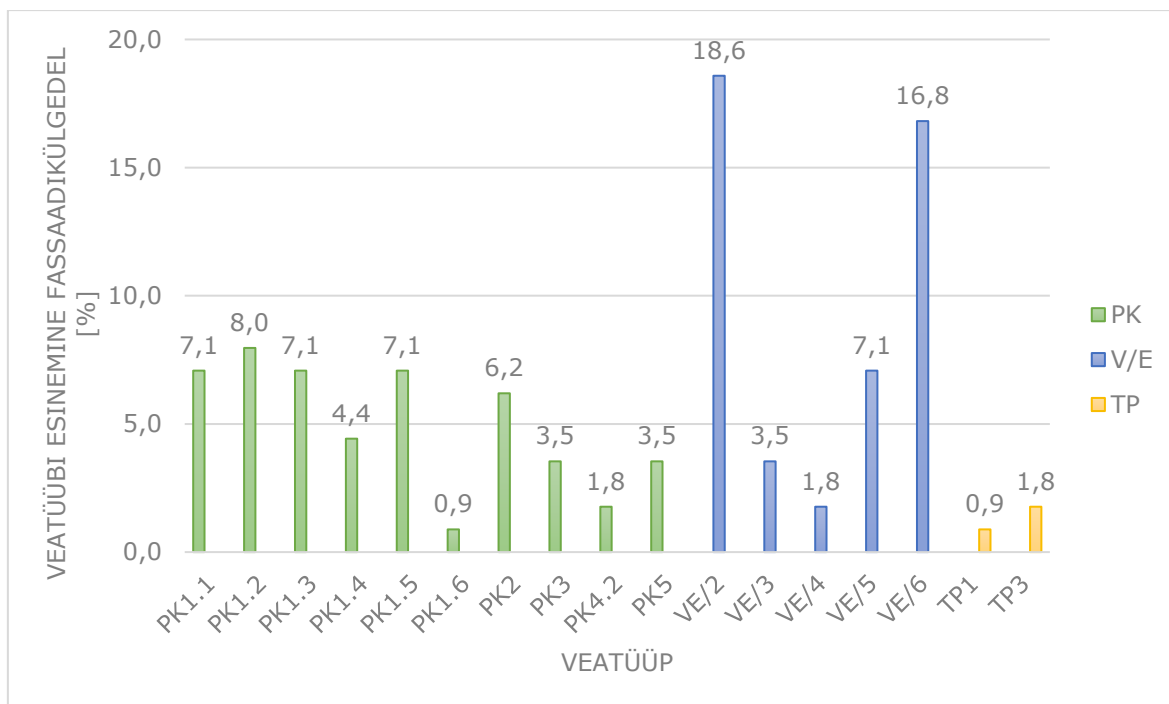
Heledate fassaaditoonidega hoonetel (7) esines kokku 113 erinevat kahjustust erinevatel fassaadikülgedel. Peaaegu võrdsest esines heledate fassaaditoonidega hoonete fassaadikülgedel pinnakahjustusi (PK) (49%) ning värvi ja esteetika veatüüpe (V/E) (48%). Tasapinnalisusega (TP) seotud veatüüpe esines minimaalselt (3%) (vt joonis 4.7). Heledate fassaaditoonidega fassaadikülgede kõige kahjustatum piirkond oli välissein (vt joonis 4.8).



Joonis 4.7 Peamiste veatüüpide kategooriate jagunemine heledate fassaaditoonidega hoonete fassaadikülgedel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 2, tabel L2.1)

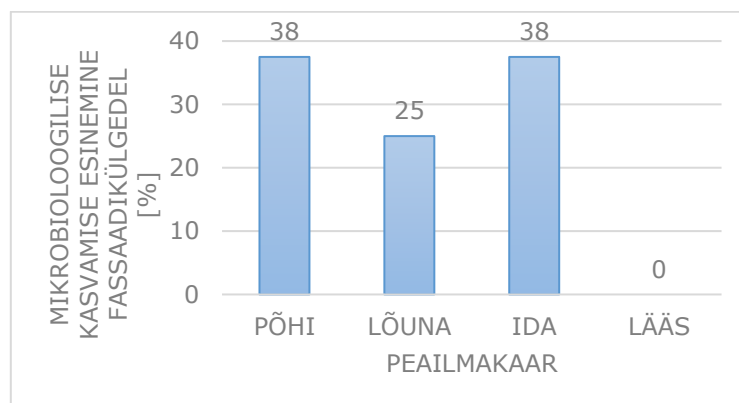


Joonis 4.8 Peamiste veatüüpide esinemine heledate fassaaditoonidega fassaadikülgedel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 2)



Joonis 4.9 Veatüüpide ilmumine heledate fassaaditoonidega fassaadidel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 2, table L2.1)

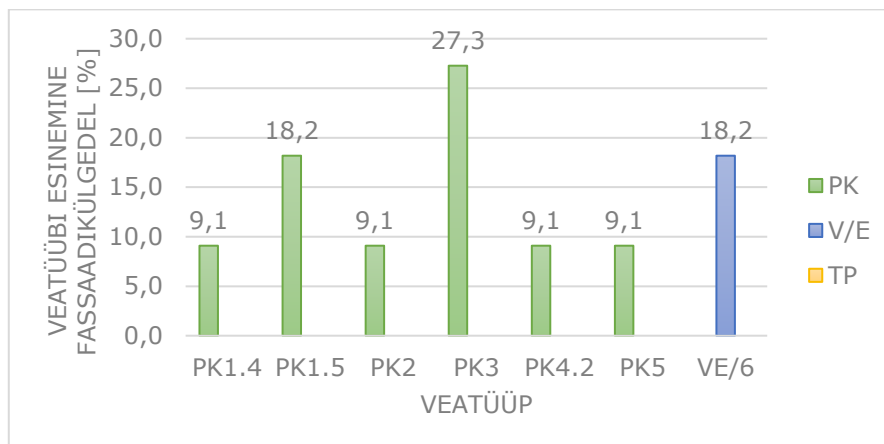
Mikrobioloogiline kasvamine esines heledatel fassaadidel 7,1% juhtumitest eriti põhja- ja idakülgedel, kuid länekülgedel ei tuvastatud mikroorganismide kasvu. Mikroorganismide kasv sõltub fassaadi orientatsioonist, keskkonnatingimustest ning pinnakatte päikesepeegeldusest. Põhjapoolsetel fassaadidel, mis puutuvad päikesevalgusega vähem kokku, kondenseerub niiskus ja loob soodsa keskkonna mikroorganismide kasvuks. [12], [27], [37], [38]



Joonis 4.10 Mikrobioloogilise kasvamise esinemine peailmakaarte järgi

Heledates toonides soklitel esines piirkonna kolmest peamisest veatüübi grupist kõige enam pinnakahjustusi (81,9%) (vt joonis 4.11). Värvide ja esteetika veatüübid moodustasid esines sokli piirkonna kahjustustest 18,2% (esinesid ainult muud

värvimuutused). Kokku esines sokli piirkonnas 8 erinevat erinevat veatüüpi, kuid tasapinnalisusega seotud kahjustusi ei täheldatud.



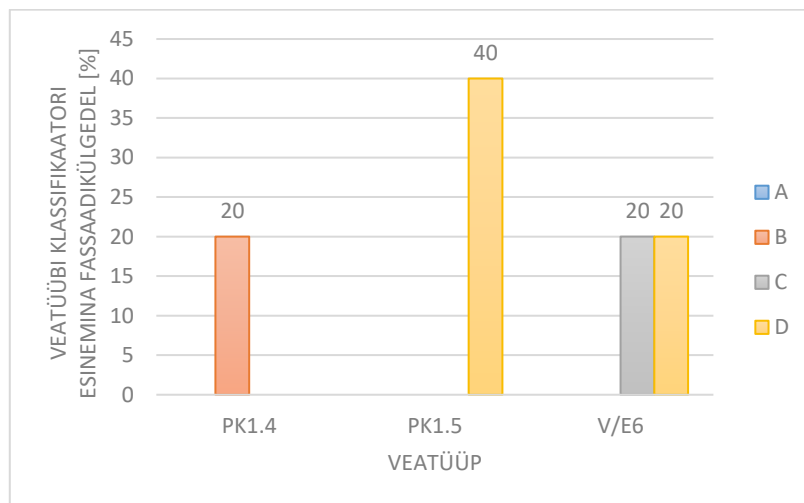
Joonis 4.11 Heledate fassaaditoonidega hoonete soklil esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 2, tabel L2.2)

Soklid on eriti aldis niiskuskooormusele maapinnalt, mis põhjustab erinevaid kahjustusi antud piirkonnas. Kõige enam esines pinnakahjustusi hoonete soklidel viimistluskihi eraldumise kujul (PK3) (25%) (vt joonis 4.12 A), mille suurused varieerusid KP1-st (11%) KP3-ni (11%) (vt joonis 4.14). Krohvitud soklite viimistluskihi eraldumise põhjused võivad olla krohvikatte kõrge veeimavus, suur tihedus ning paigaldusest tingitud puudulik nake aluskihiga [36]. Sokli piirkonnas esines ka piirkonnapõhiseid pragusid (PK1.5) (vt joonis 4.12 B) 16,7% kõikidest soklidel esinenud kahjustustest. Niiskuskooormusele lisaks võib mitteorienteeritud pragude tekkimist põhjustada krohvikihhi kuivamine, kus vaba vee aurutumisel kahaneb krohv mahus [34]. Pinnakahjustustest esines sokliprofiili pikipragu (PK1.4), tugevduskohtadelt kattekihi eraldumist (PK2), täielikku nakke puudmist (PK4.2) ning auku läbi materjalikihtide (PK5), kõik 8,3% juhtudel (vt joonis 4.11).

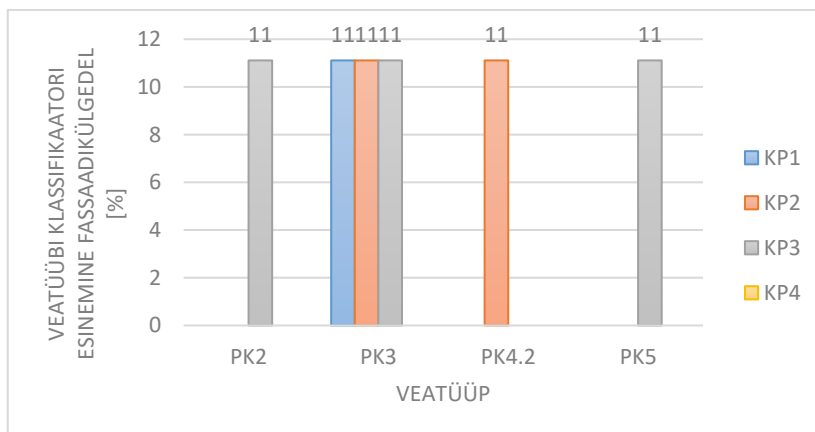
Värvi ja esteetika grupist esines veatüüp muud värvimuutusi (V/E6) (18,2%) klassidest C ja D (vt joonis 4.13), mille puhul oli sokkel määrdunud. Viimistluskihi määrdumise põhjuseks võib olla halb niiskustehniline toimivus, saaste ja tolm [39].



Joonis 4.12 Sokli piirkonna pinnakahjustused A) Viimistluskihi eraldumine, B) Piirkonnapõhised praod



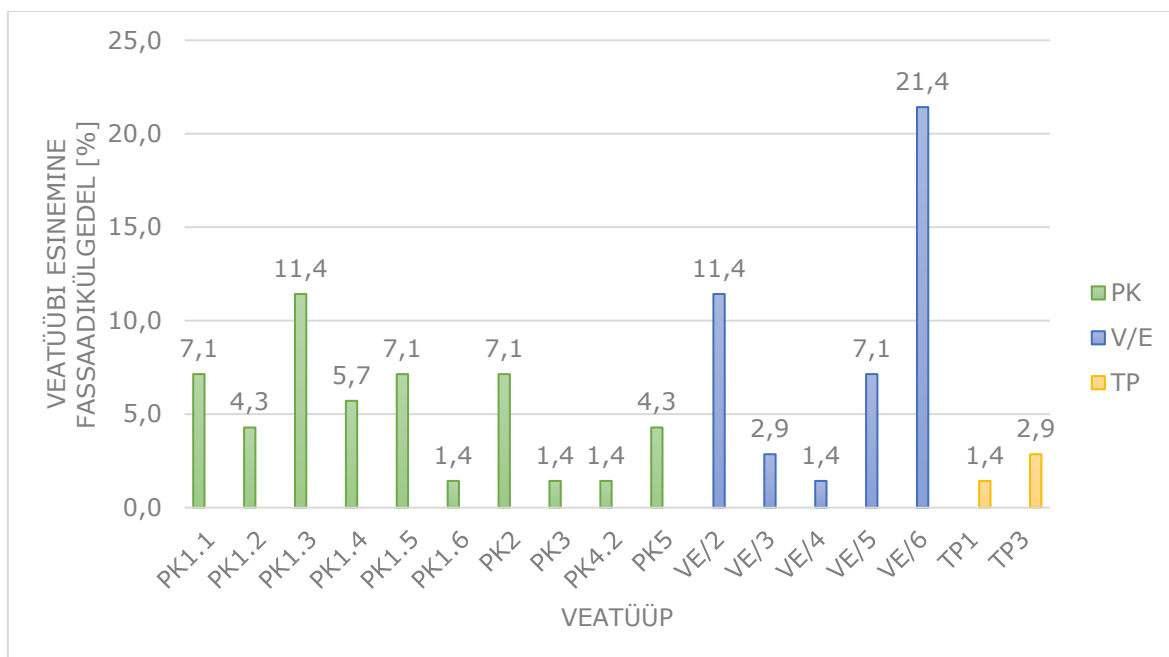
Joonis 4.13 Sokli piirkonna veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal sokli pinnast) (Lisa 2, tabel L2.2)



Joonis 4.14 Sokli piirkonna veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 2, tabel L2.2)

Heledatel fassaadidel registreeriti 17 erinevat veatüüpi (vt joonis 4.15), millest 51,2% pinnakahjustusi, 44,2% värvi ja esteetika kahjustusi ning 4,3% tasapinnalisuse

veatüpe. Pinnakahjustustest esines kõige sagedamini sokliprofiilist algavat pragu (PK1.3) (11,4%). Sokliprofiilist alanud pragusid (vt joonis 4.16) esines kõige enam KP1 kahjustatud pinna suuruse klassist (vt joonis 4.18).

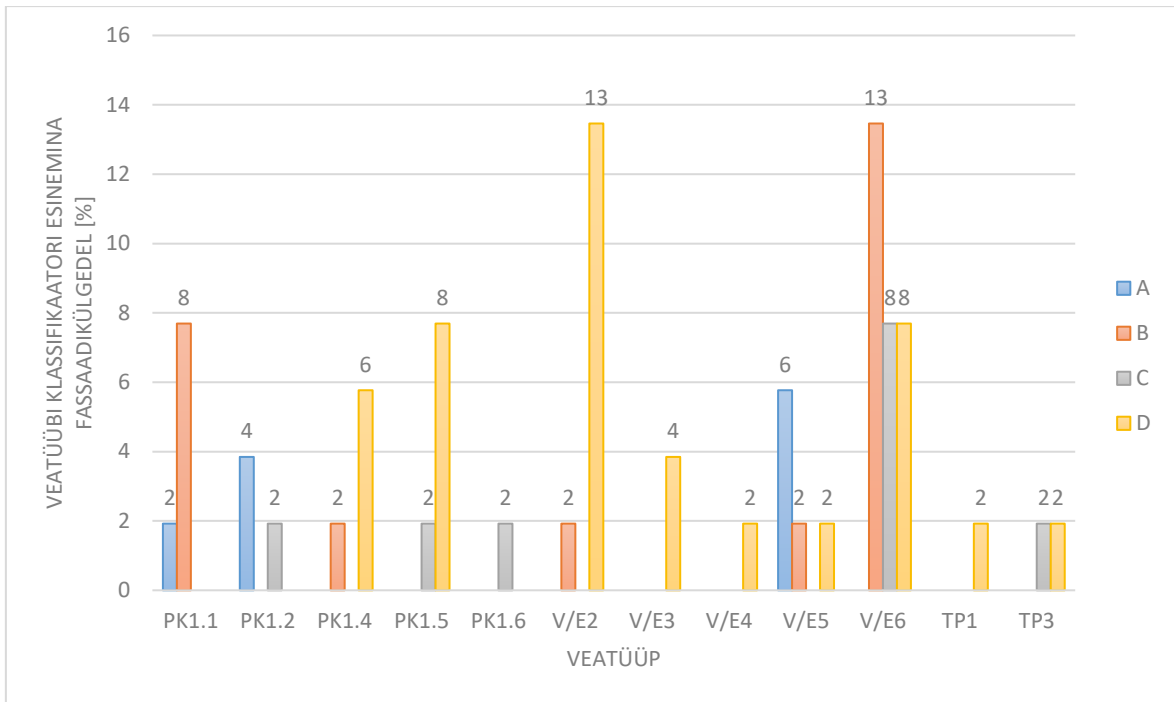


Joonis 4.15 Heledate fassaaditoonidega hoonete välisseinte piirkonnas esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 2, tabel L2.3)

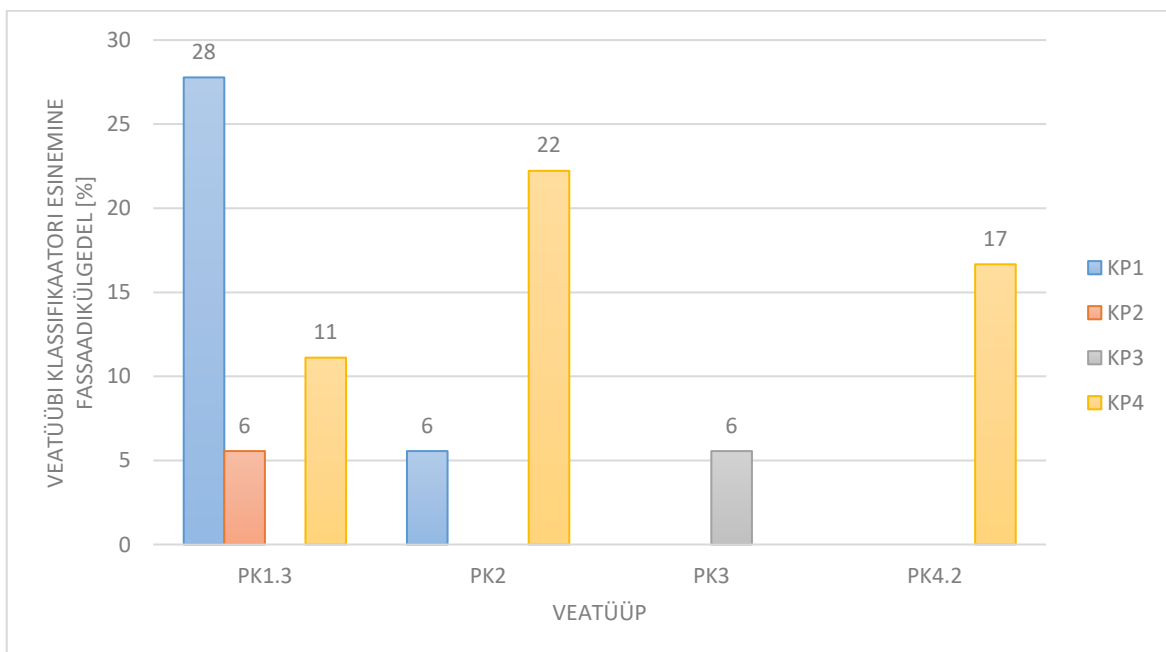
Heledates fassaaditoonides välisseinte välisnurkadest algavaid pragusid (PK1.1), piirkonnapõhiseid pragusid (PK1.5) ning tugevduskohtadelt kattekihi eraldumist (PK2) esines 7,1%. Välisnurkadest algavate pragude poolt kahjustatud pinna suurus esines enam klassist B (8%), vähem klassist A (2%)(vt joonis 4.17). Piirkonnapõhiste pragude poolt kahjustatud fassaadidel esines kahjustust klassides C (2%) ning D (8%). Tugevduskohtadelt eraldunud kattekihtide suurused olid klassides KP1 (6%) ning KP4 (22%).



Joonis 4.16 Sokliprofiilist algavad praod (Allikas: autori erakogu)



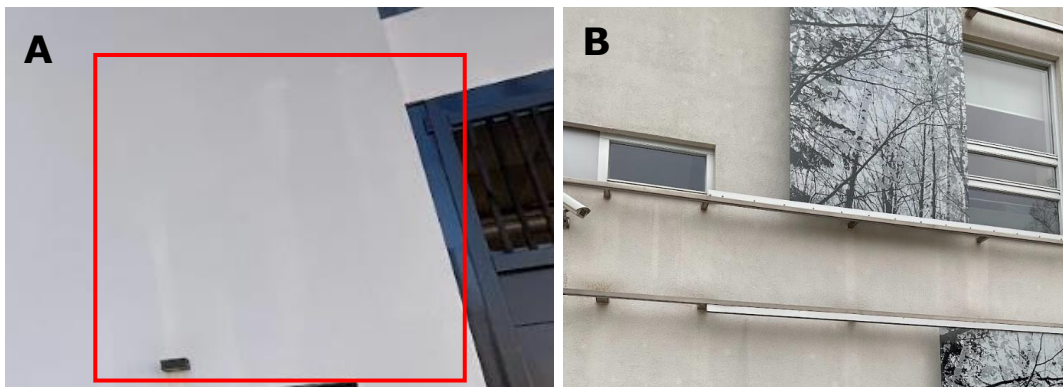
Joonis 4.17 Välisseina veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 2, tabel L2.3)



Joonis 4.18 Välisseina veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 2, tabel L2.3)

Fassaadidel, mis olid kahjustatud värvi ja esteetikaga seotud probleemidega, ilmnis muid värvimuutusi (21,4%) (vt joonis 4.19 A), mille ulatus esines klassidest B (13%), C (8%) ja D (8%). Vihmavee ärajooksust tingitud kahjustusi (vt joonis 4.19 B) esines 11,4% kõikidest välisseintel esinenud veatüüpidest, sealhulgas klassides B (2%) ja D

(13%). Mikroorganismide kasvamist (V/E5) (vt joonis 4.19 B) esines 7,1% piirkonna veatüüpidest.



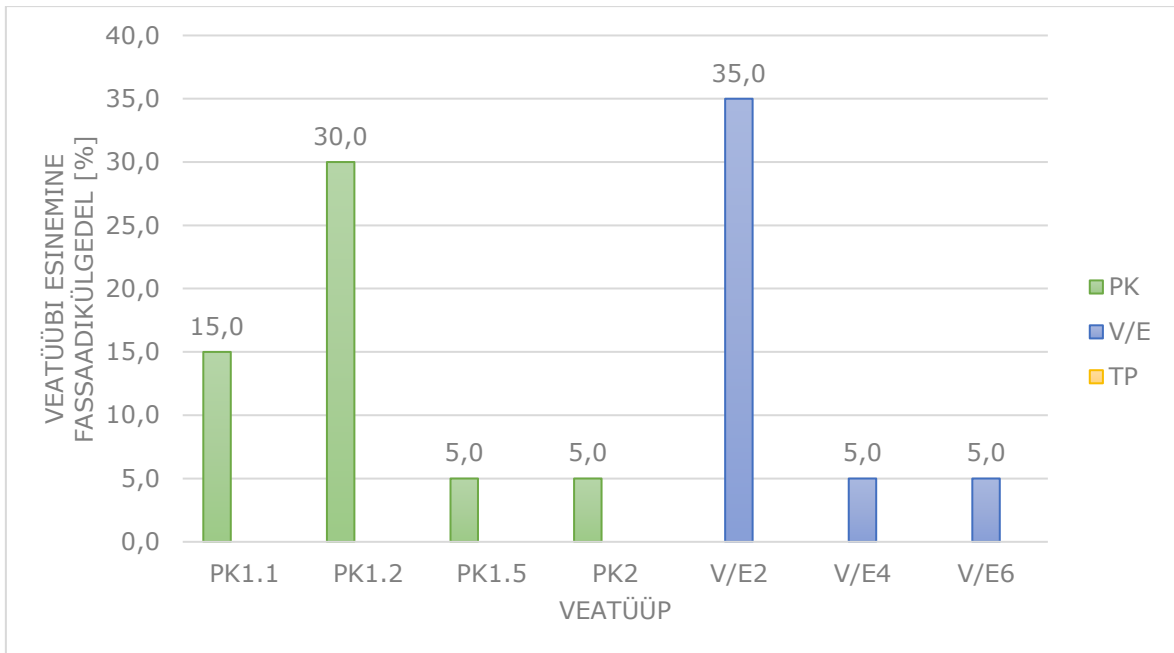
Joonis 4.19 Värv ja esteetikaga kahjustunud fassaadid A) Muud värvimuutused, B) vihmavee ärajooksu jäljed ja mikrobioloogiline kasvamine (heledad laigud) (Allikas: autori erakogu)

Tasapinnalisuse kategooriast esines välisseinte piirkonnas kahte veatüüpi: pinna ebatasasused (TP1) (1,4%) ja viimistluskihi pundumist (TP3) (2,9%) (vt joonis 4.20). Kahjustunud pindade suurused olid võrreldes kogu fassaadipinnaga väiksed. Pinna klassis D, pundumised aga klassides C ja D.



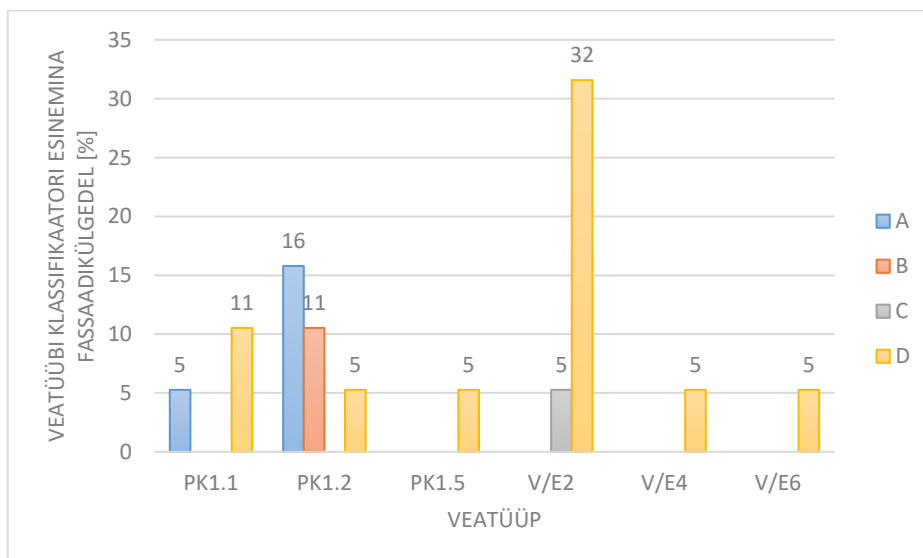
Joonis 4.20 Viimistluskihi pundumine (Allikas: autori erakogu)

Avatäidete ümbruses esines pinnakahjustusi (55%) ja värvi- ning esteetikaga seotud veatüüpe (45%) (vt joonis 4.21).

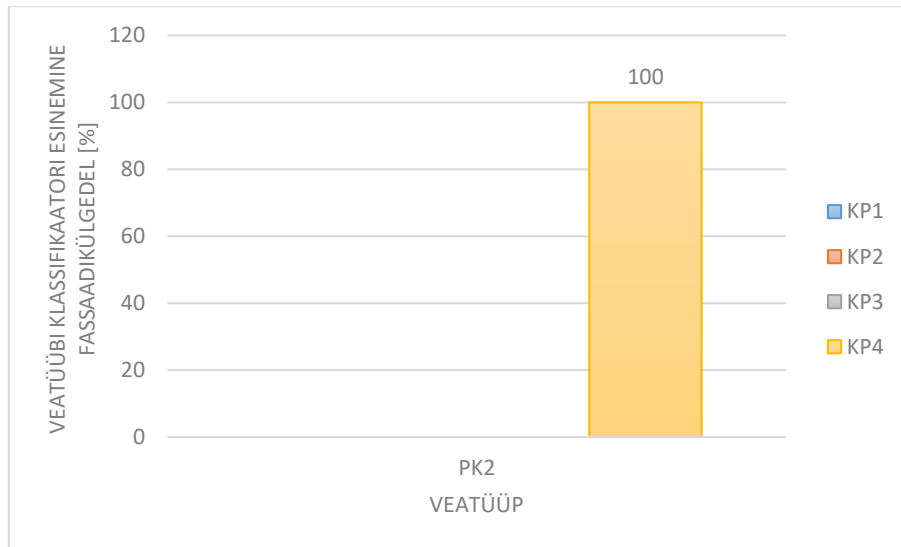


Joonis 4.21 Heledate fassaaditoonidega hoonete avatäidete ümbruses esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 2, tabel L2.4)

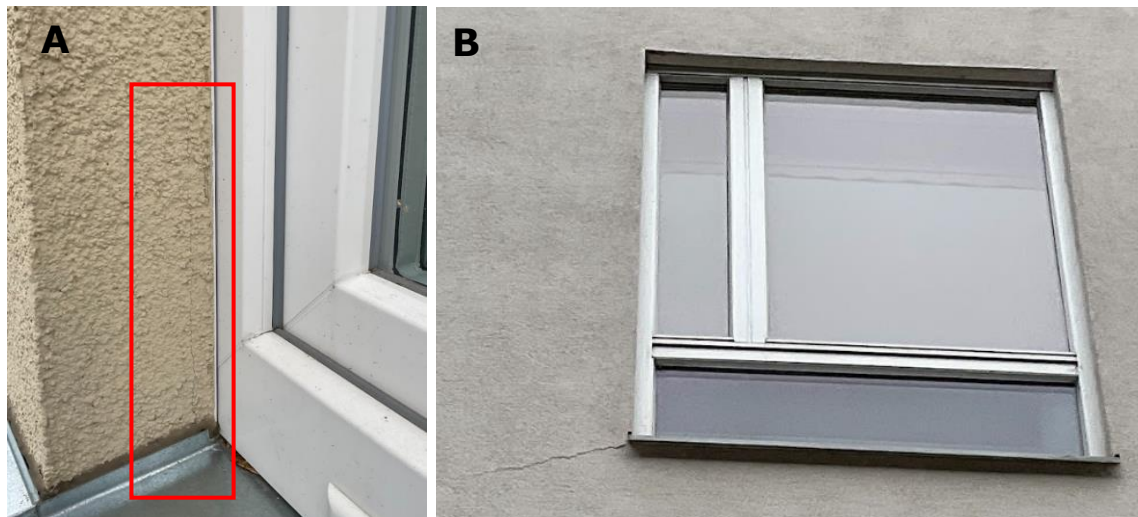
Avatäidete sisenukadel esines pragusid (PK1.2) 30% (vt joonis 4.24 A) ning välisnukadel (PK1.1) 15% (vt joonis 4.24 B) selle piirkonna kahjustustest (vt joonis 4.21). Avatäidete ümbruses esines ka piirkonnapõhised pragusid (PK1.5) (5%) ning kattekihi eraldumist (PK2) (5%). Sisenukadel esines pragusid klassidest A, B ja D (vt joonis 4.22). Tugevduskohtadelt eraldunud kattekihti kahjustusi esines ühel juhtumil, kahjustus esines suurusega alla 30x30 cm (KP2) (vt joonis 4.23).



Joonis 4.22 Avatäidete ümbruse veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 2, tabel L2.4)

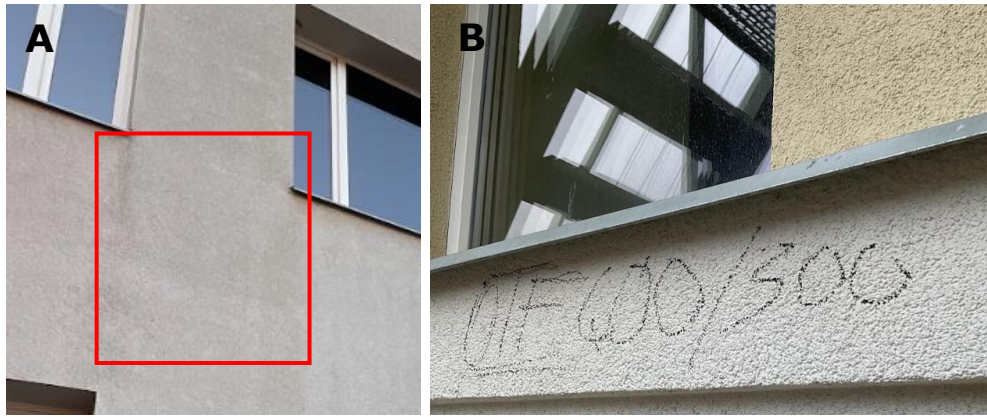


Joonis 4.23 Avatäidete ümbruse veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 2, tabel 2.4)



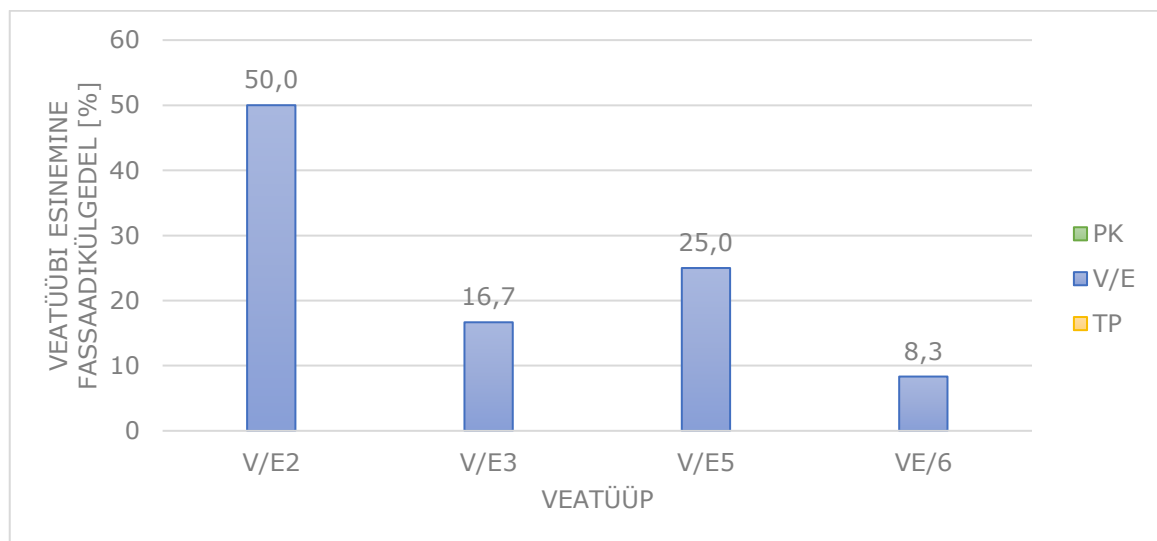
Joonis 4.24 Praod avatäidete piirkonnas A) Pragu avatäite sisenurgal, B) Pragu avatäite välisnurgal (Allikas: autori erakogu)

Avatäidete piirkonnas esines kolme veatüüpi värvi ja esteetika grupist: vihmavee ärajooksu jäljed (V/E2) (35%) klassidest C ja D, graffiti/sodimine (V/E4) (5%) klassist D ning muud värvimuutused (V/E6) (5%) klassist D (vt joonised 4.21, 4.25). Sodimisega seotud veatüüp rikub hoone esteetilist väljanägemist, sageli on seda ka keeruline eemaldada [41].

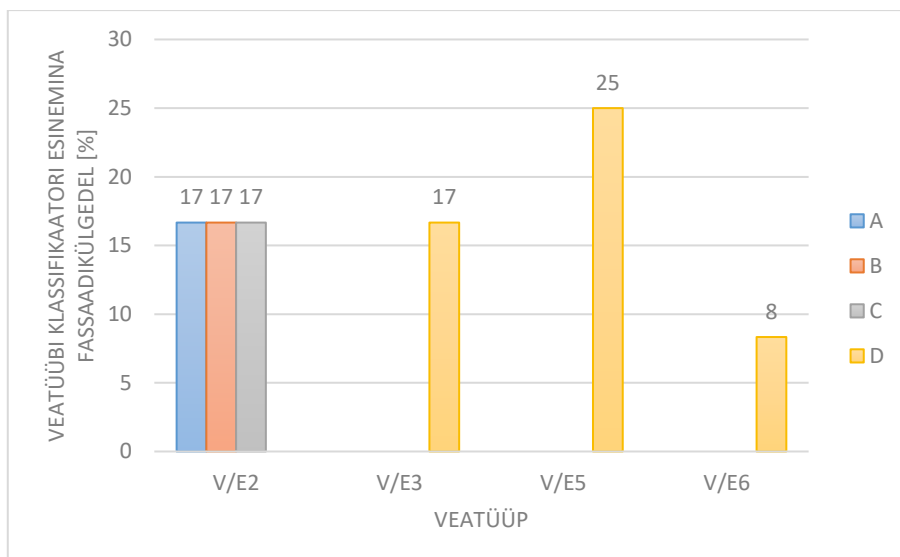


Joonis 4.25 Värv ja esteetika veatüübid avaaidete ümbruses A) Vihmavee ärajooksu jäljed, B) Graffiti/sodimine (Allikas: autori erakogu)

Heledate fassaaditoonidega hoonete katusejoonel esinesid ainult värvi ja esteetika veatüübid (vt joonis 4.26). Veatüüpidest kerkisid esile vihmavee ärajooksu jäljed (V/E2) (50%) (vt joonis 4.28), kahjustuse klassidest A, B ja C (vt joonis 4.27). Mikroorganismide kasvamist (V/E5) esines katusejoone piirkonna veatüüpidest 25% klassist D. Värv ja esteetika grupist olid katusejoonel esindatud ka korrosioon (V/E3) (16,7%) (D) ning muud värvimuutused (V/E6) (8,3%) (D).



Joonis 4.26 Heledate fassaaditoonidega objektide katusejoone piirkonnas esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 2, tabel L2.5)



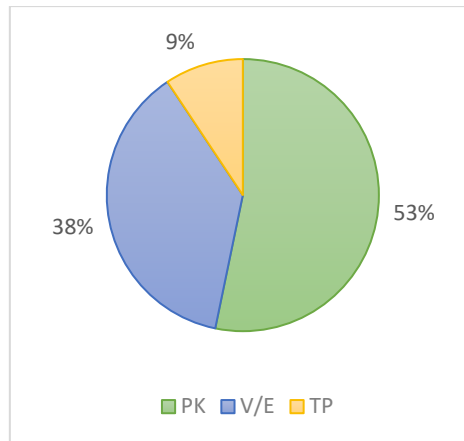
Joonis 4.27 Katusejoone veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 2, tabel 2.5)



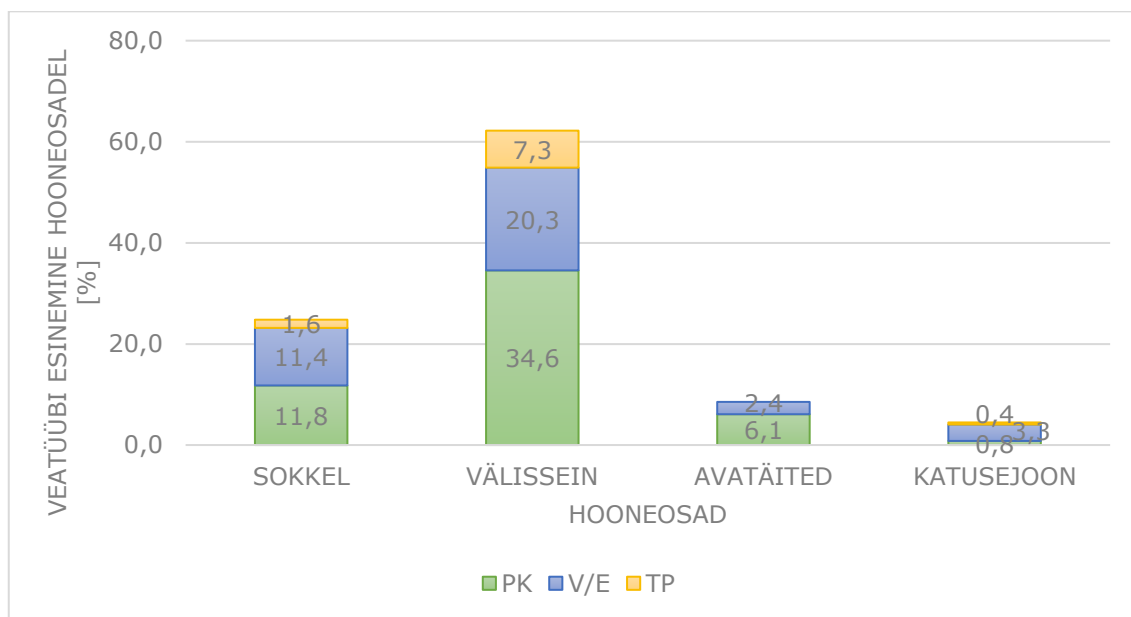
Joonis 4.28 Katusejoonel esinevad värvi ja esteetika kahjustused (Allikas: autori erakogu)

4.3 Veatüübid värvilistel fassaaditoonidega fassaadidel

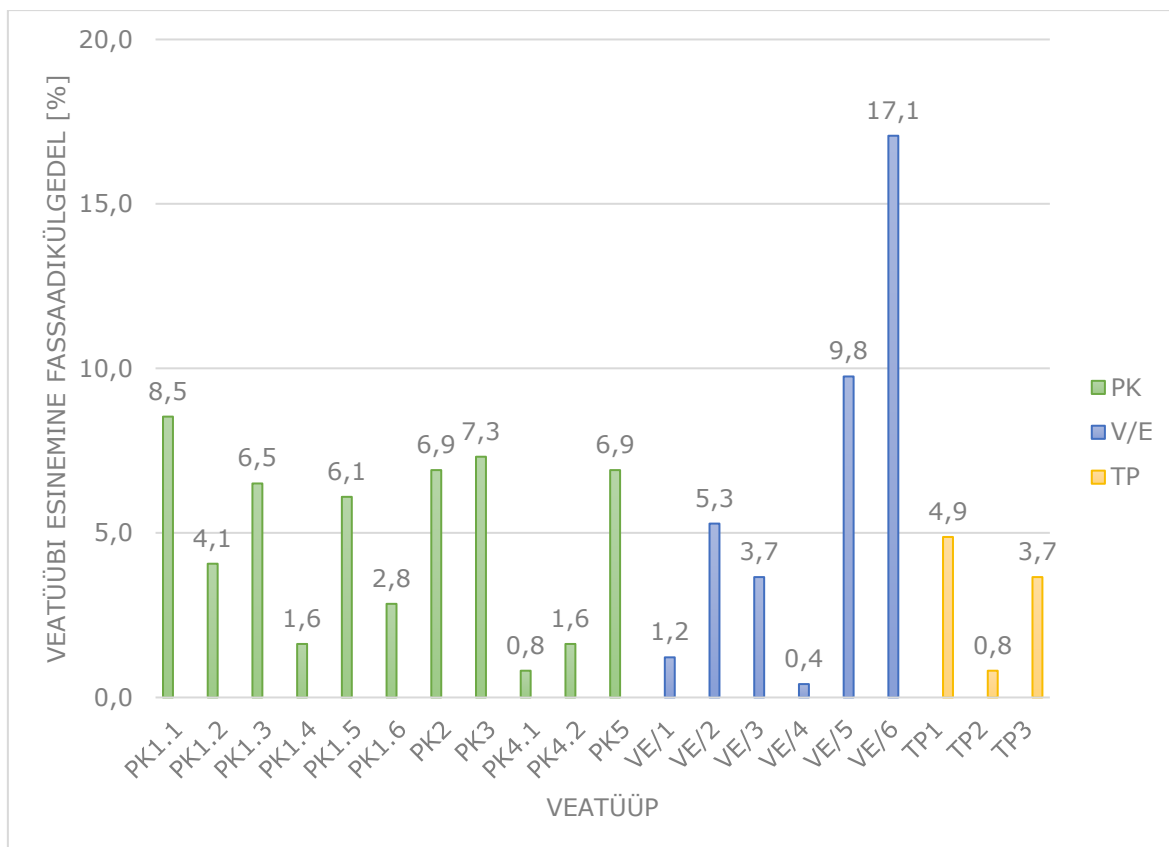
Värviliste fassaaditoonidega hoonetel (10) esines erinevatel fassaadikülgedel kokku 246 erinevat kahjustust, ületades kahekordselt heledatel fassaadidel esinenud kahjustuste arvu. Värviliste fassaadikülgedega hooneid oli ka teiste toonidega võrreldes rohkem. Peamistest veatüüpidest esines kõige enam pinnakahjustusi (PK) (53%), samas kui värvi ja esteetika veatüüpe (V/E) esines 38% ning tasapinnalisusega (TP) seotud veatüüpe 9% (vt joonis 4.29).



Joonis 4.29 Peamiste veatüüpide kategooriate jagunemine värviliste fassaaditoonidega hoonete fassaadikülgedel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 3, tabel L3.1)

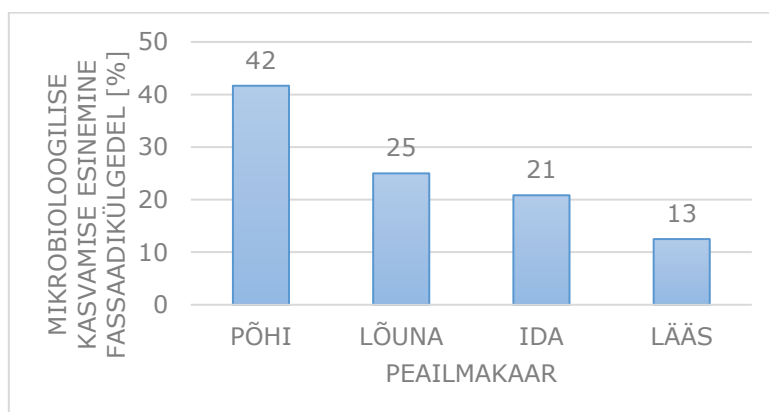


Joonis 4.30 Peamiste veatüüpide esinemine värviliste fassaaditoonidega fassaadikülgedel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 3)



Joonis 4.31 Veatüüpide ilmumine värviliste fassaaditoonidega fassaadikülgedel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 3, tabel L3.1)

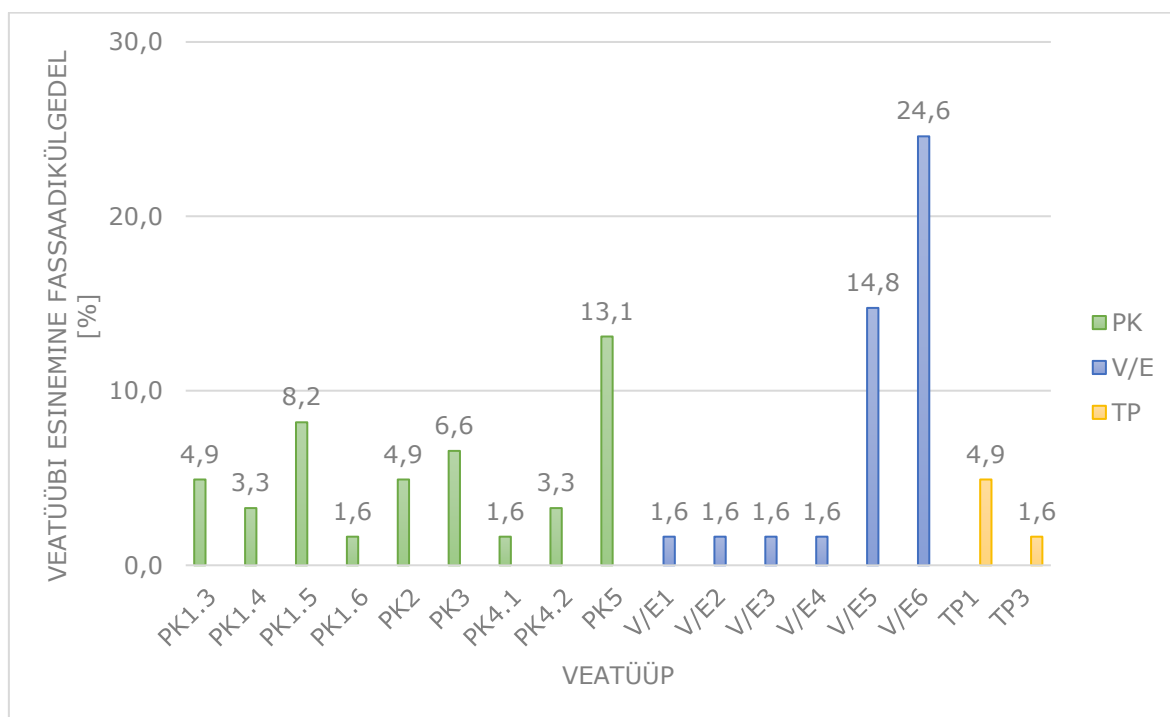
Värvilistel fassaadide puhul täheldati fassaaditoonidest mikrobioloogilist kasvamist kõige enam. Põhjapoolsetel fassaadikülgedel esines mikroorganismide kasvu 42%, lõunafassaadidel esines mikrobioloogilist kasvamist 25% juhtudest, idapoolsetel 21% ning läänepoolsetel vaid 13%. Eriti soodsad tingimused mikroorganismide kasvuks on sobilike temperatuuri- ja niiskustingimustega tiheda haljastusega piirkondades fassaadidel, mis puutuvad päikesevalgusega vähem kokku [5], [12], [38].



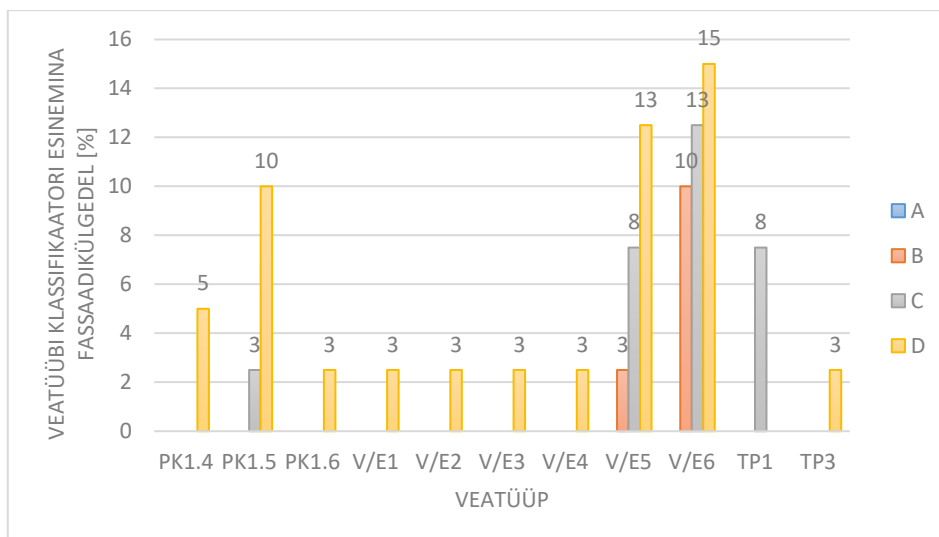
Joonis 4.32 Mikrobioloogilise kasvamise esinemine peailmakaarte järgi

Soklitel ilmnes üheksa erinevat pinnakahjustuse veatüüpi. Kõige sagedasemini esines pinnakahjustustest hoonete soklitel auke läbi materjalikihtide (PK5) (13,1%) (vt joonis 4.33), mis esinesid kõigis kahjustatud pinna suuruste klassides (vt joonis 4.35). Materjalikihte läbiv auk (vt joonis 4.36) on kõige tõenäolisemalt tekkinud löökide tagajärjel, samas põhjustavad auke ka tellingute ankurdamine või puurimine [6].

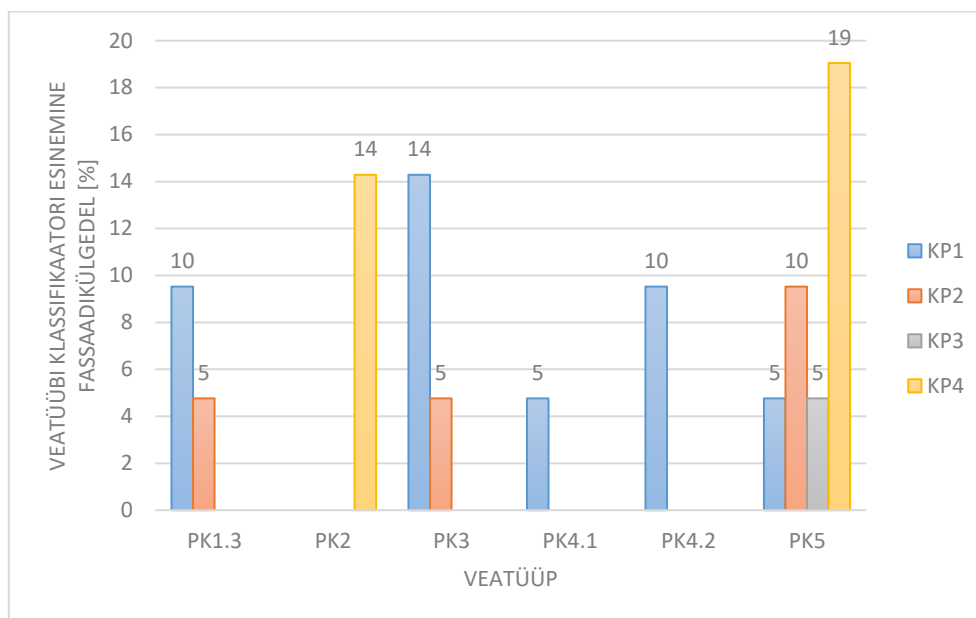
Piirkonnapõhiseid pragusid (PK1.5) (vt joonis 4.37 A) esines sokli piirkonnas 8,2% kõikidest soklitel esinenud kahjustustest. Levinud pinnakahjustuste tüübid olid ka viimistluskihi eraldumine (PK3) (6,6%) (vt joonis 4.37 B) kahjustunud pinna suurustes KP1 ja KP2, pragod algusega sokliprofiilist (PK1.3) (4,9%) (KP1, KP2) ja tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine (PK2) (4,9%) (KP4). Viimistluskihi eraldumine on kahjustus, mis esineb puuduliku nakke, suure krohvikatte tiheduse või veeimavuse korral. Eraldumine võib toimuda ka tugevdatud nurkades tugeva löögi tõttu [36].



Joonis 4.33 Värviliste fassaaditoonidega hoonete soklil esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 3, tabel L3.2)



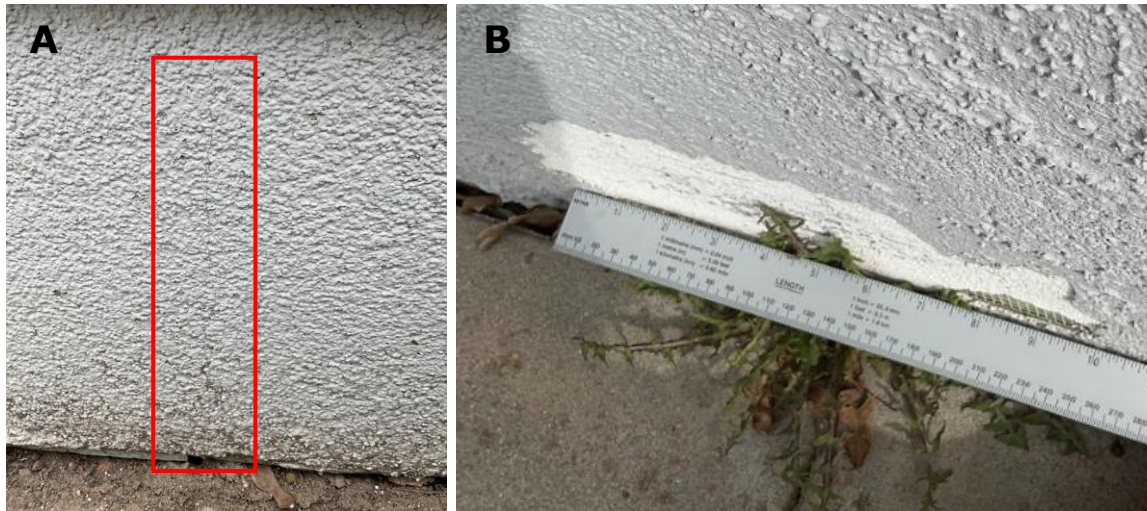
Joonis 4.34 Sokli piirkonna veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal sokli pinnast) (Lisa 3, tabel L3.2)



Joonis 4.35 Sokli piirkonna veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 3, tabel L3.2)



Joonis 4.36 Auk läbi materjalikihtide soklil (Allikas: autori erakogu)



Joonis 4.37 Pinnakahjustused soklil A) Piirkonnapõhine pragu, B) Viimistluskihi eraldumine (Allikas: autori erakogu)

Värvi ja esteetika grupist esines enim muid värvimuutusi (V/E6) (24,6%) (vt joonis 4.33) klassides B, C ja D (vt joonis 4.34), mida põhjustasid määrdumine mustusega ja maapinna kapillaarne veimavus (vt joonis 4.38 A). Suure niiskuskooormuse tõttu oli tekkinud soklitel ka mikrobioloogilist kasvamist (V/E5) (14,8%) klassides B,C ja D (vt joonis 4.38 B).



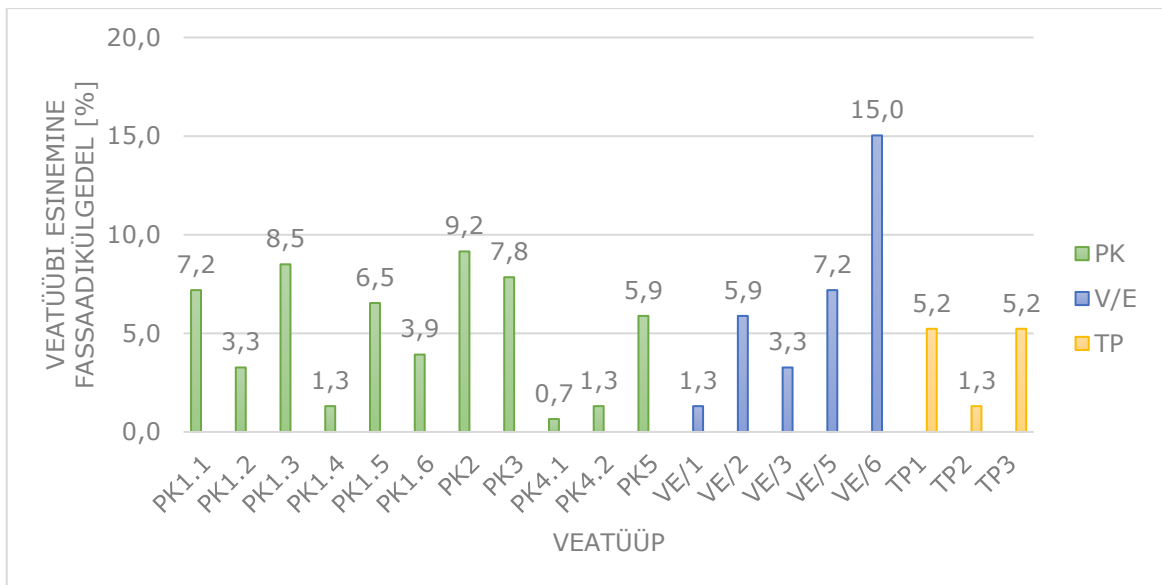
Joonis 4.38 Värvide ja esteetika kahjustused soklil A) muud värvimuutused, B) mikrobioloogiline kasvamine (Allikas: autori erakogu)

Soklipinna ebatasasused (TP1) moodustasid sokli kahjustustest 4,9% (vt joonis 4.39) (esinesid klassist D (vt joonis 4.34)). Lisaks esines vähesel määral ka viimistluskihi pundumisi (TP3) (1,6%). Fassaadipinna tasapinnalisuse tagamiseks tuleb kasutada sobivat paigaldustehnoloogiat ja süsteemitootja poolt kvalifitseeritud ehitusmaterjale [6], [41].

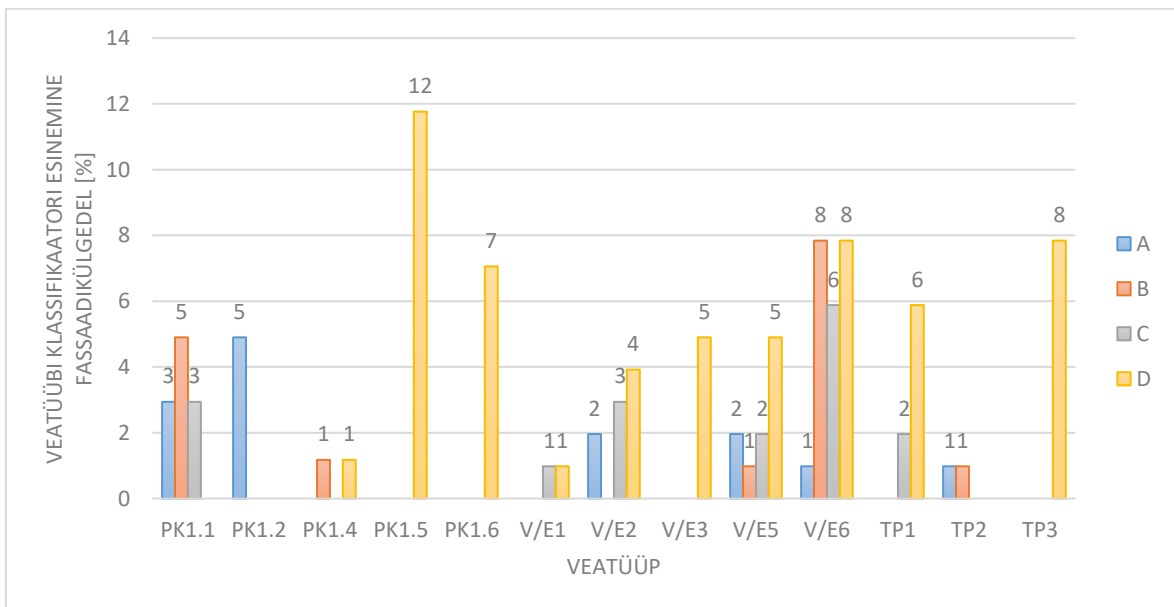


Joonis 4.39 Ebatasasused sokli pinnal (Allikas: autori erakogu)

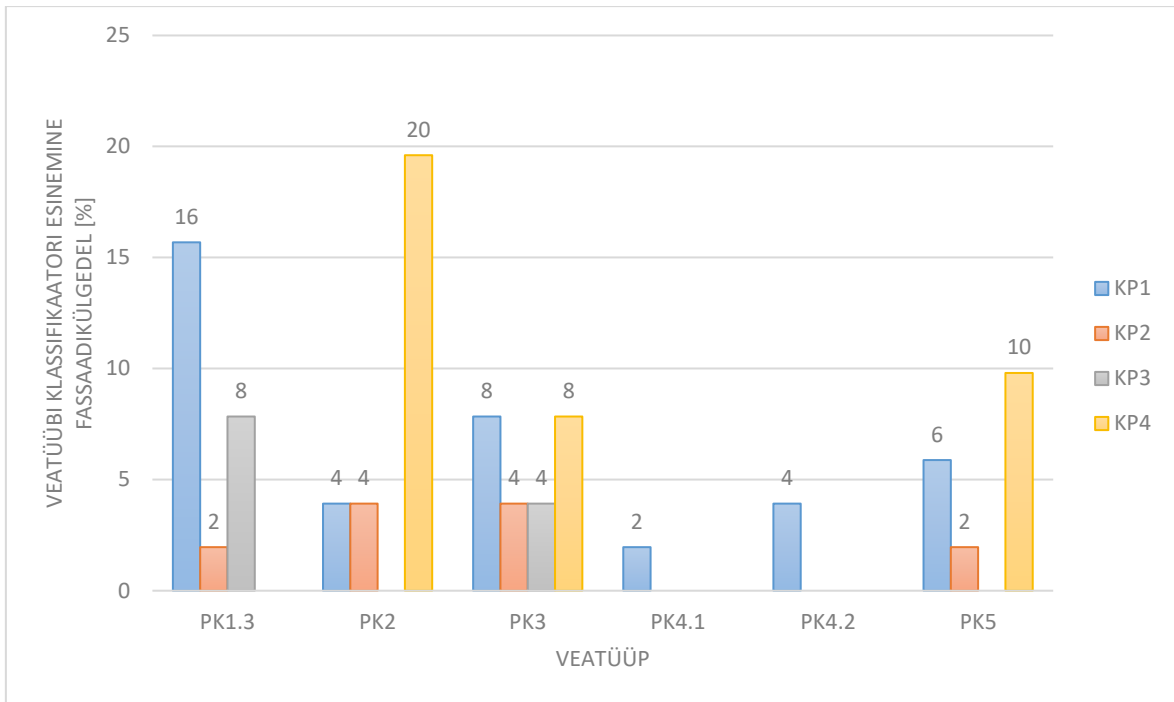
Värviliste toonidega fassaadidel esines 19 veatüüpi. Välisseintel esines kõige enam pinnakahjustusi, millest 9,2% moodustasid tugevduskohtadelt kattekihtide eraldumised (PK2) (vt joonis 4.40) klassides KP1, KP2 ja KP4 (vt joonis 4.42). Samuti esines sageli fassaadidel sokliprofiilist algavaid pragusid (PK1.3) (vt joonis 4.43 A) (8,5%) ning viimistluskihi eraldumist (PK3) (7,8%). Viimistluskihi eraldumisega (vt joonis 4.43 B) seotud kahjustused tekivad tavaliselt siis, kui viimistlus ei ole piisavalt hästi nakkunud aluspinnale külge või kasutatud materjalid ei sobi omavahel kokku. Samuti võib viimistluskiht eralduda kui krohvikatte veeimavus on liiga suur. Seetõttu on oluline kasutada ühe süsteemitootja materjale ning korrektset paigaldustehnikat, et tagada fassaadide pikaajaline vastupidavus [15], [36].



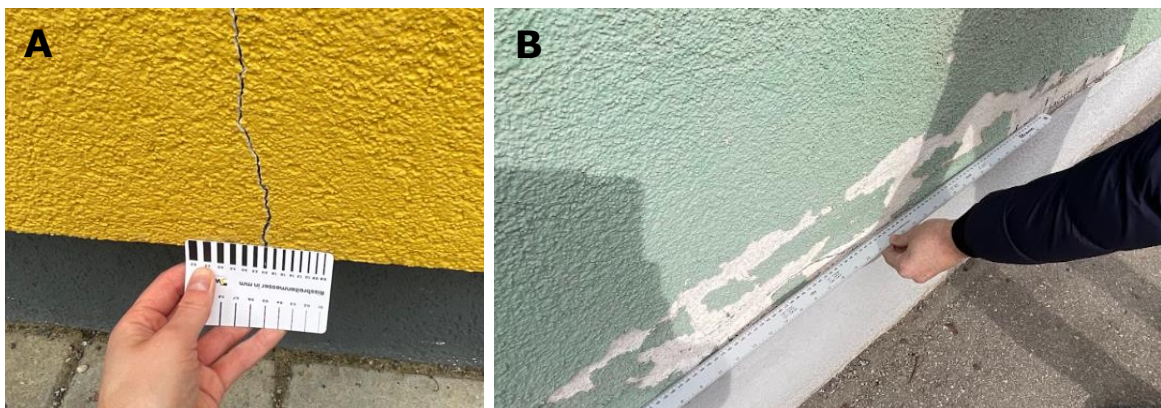
Joonis 4.40 Värviliste fassaaditoonidega hoonete välisseinte piirkonnas esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 3, taabl L3.3)



Joonis 4.41 Välisseina veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B – 30-60%, C – 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 3, tabel L3.3)



Joonis 4.42 Välisseina veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 3, tabel L3.3)



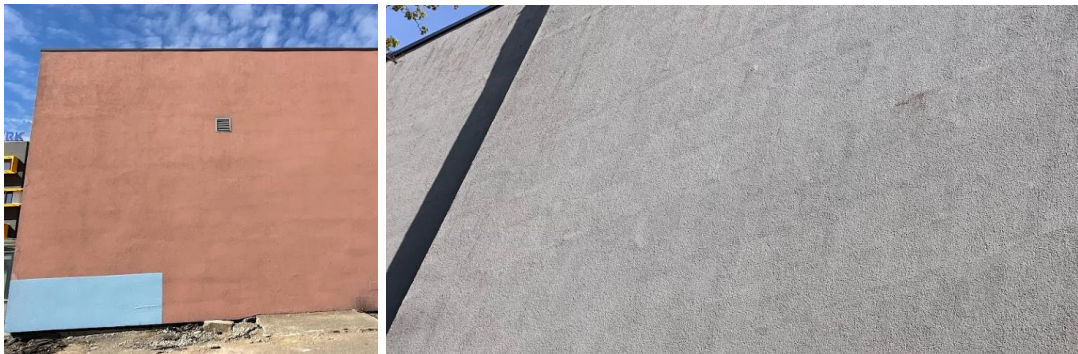
Joonis 4.43 Pinnakahjustused välisseinal A) 2,0 mm laiusega pragu algusega sokliprofilist, B) Viimistluskihi eraldumine (Allikas: autori erakogu)

Värvi ja esteetika veatüüpidest esines värvilistel fassaadidel enim muid värvimuutusi (V/E6) (15%) ja mikrobioloogist kasvamist (V/E5) (7,2%) kõigist hindamisklassidest (vt joonised 4.40, 4.41, 4.44).



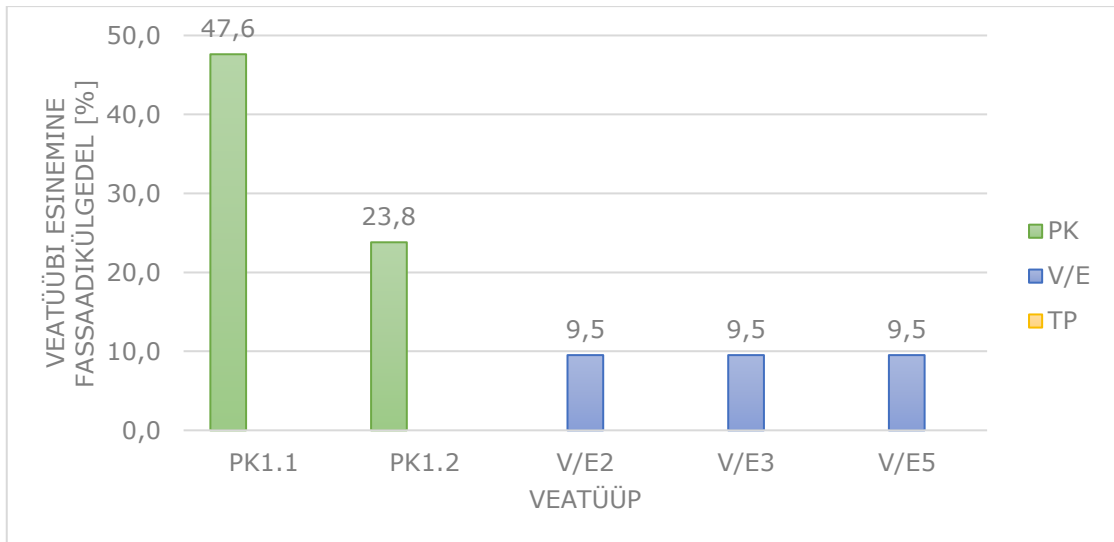
Joonis 4.44 Värvide ja esteetika kahjustused värvilistel fassaadidel A) mikroorganismide kasvamine, B) muud värvimuutused (Allikas: autori erakogu)

Tasapinnalisuse kahjustustest esinesid välisseintel kõik kolm veatüüpi: pinna ebatasasused (TP1) (5,2%), soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus (TP2) (1,3%) ning viimistluskihi pundumine (TP3) (5,2%) (vt joonis 4.40). Tasapinnalisuse kahjustused esinesid enim hindamisklassist D (vt joonis 4.41). Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavuse (vt joonis 4.45) põhjused võivad olla seotud nõuetele mittevastava aluspinnaga, piisava liimühenduse puudumisega ning mehaaniliste kinnituste probleemidega [6], [36].

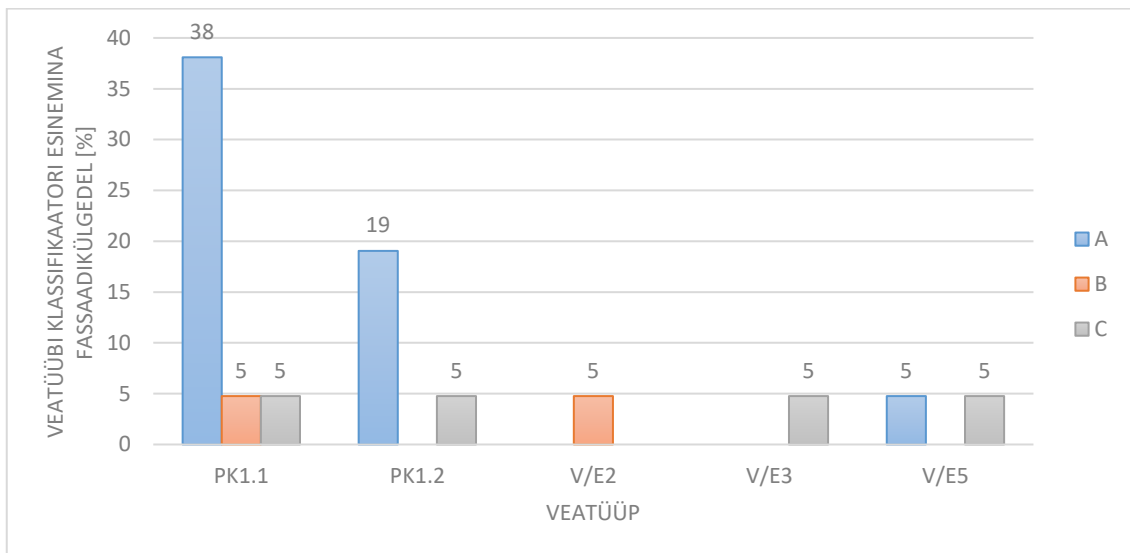


Joonis 4.45 Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus (Allikas: autori erakogu)

Värvilistes toonides fassaadide avatäidete ümbruses (vt joonis 4.48) ilmnisid praod avatäidete välisnurkades (PK1.1) (47,6%) ja siseturkades (PK1.2) (23,8) (vt joonis 4.46). Pragudega kahjustunud avatäidete ümbrused olid enamasti avatäiteid, seda näitab ka suur hindamisklassi A esinemine (vt joonis 4.47).



Joonis 4.46 Värviliste fassaaditoonidega hoonete avatäidete ümbruses esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 3, tabel L3.4)



Joonis 4.47 Avatäidete ümbruse veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 3, tabel L3.4)



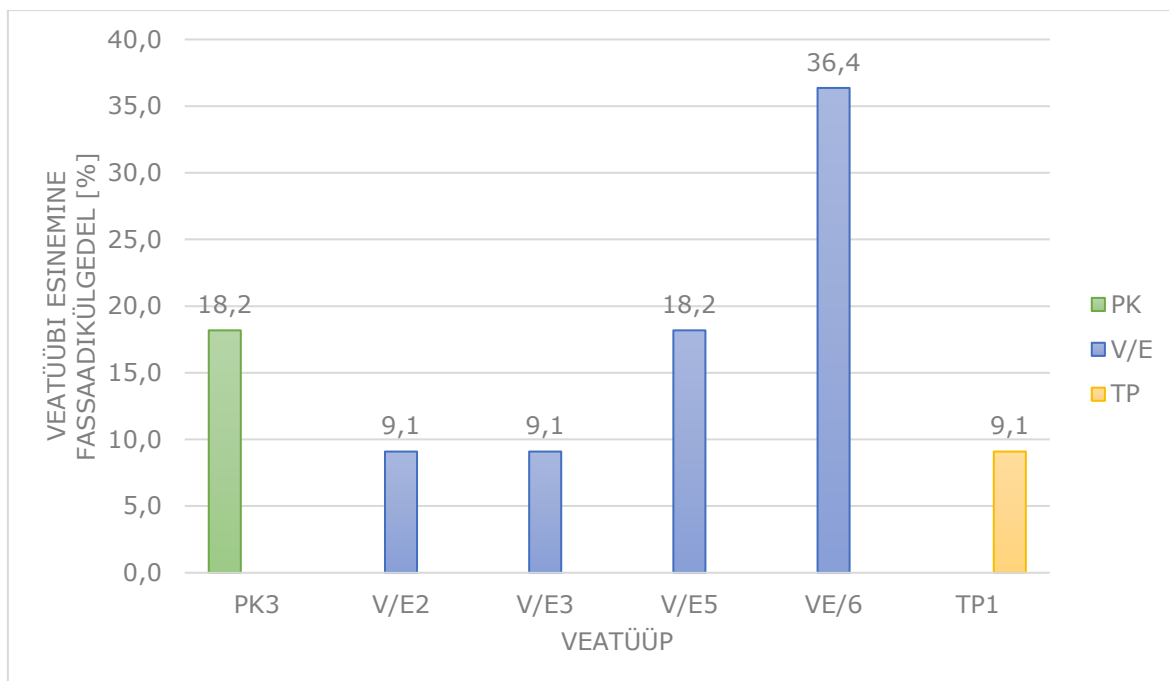
Joonis 4.48 Pragudega kahjustunud avatäited (Allikas: autori erakogu)

Värvi ja esteetika grupist esines avatäidete ümbruses kolme liiki veatüüpe: vihmavee äravoolu jäljed (V/E2), korrosioon (V/E3) ja mikrobioloogiline kasvamine (V/E5) (9,5%) (vt joonis 4.46). Korrosioon (vt joonis 4.49) kahjustab esteetilist väljanägemist ja konstruktsiooni vastupidavust, mis on tingitud korrosioonikaitseta elementide ja detailide kasutamisest [6]. Samuti kahjustavad esteetilist välimust vihmavee äravool ning mikrobioloogiline kasvamine, mis vajavad ennetamist ning korrektset hooldust [42]. SILS süsteemides tuleb on kasutada korrosioonikindlaid materjale [5].

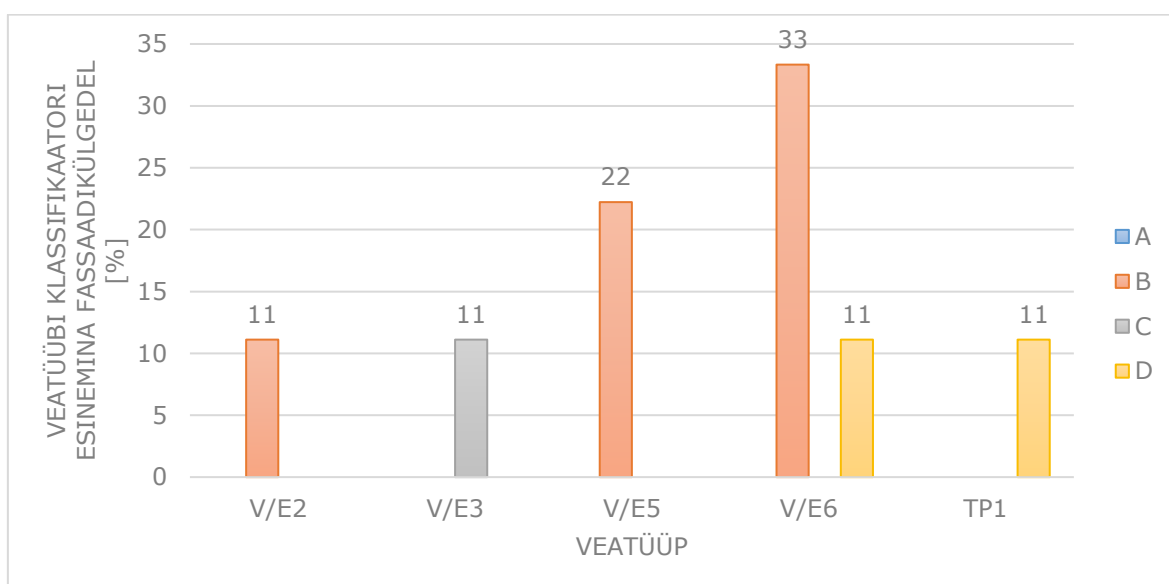


Joonis 4.49 Korrosioon SILS süsteemil (Allikas: autori erakogu)

Värviliste fassaaditoonidega objektide katusejoonel ilmnes kuus erinevat veatüüpi, millest kõige enam (72,8%) värvi ja esteetikaga seotud kahjustusi (vt joonis 4.50). Värviliste fassaaditoonidega objektide katusejoonel ilmnes kuus erinevat veatüüpi, millest kõige enam (72,8%) värvi ja esteetikaga seotud kahjustusi (vt joonis 4.50). Värviliste fassaaditoonidega objektide katusejoonel ilmnes kuus erinevat veatüüpi, millest kõige enam (72,8%) värvi ja esteetikaga seotud kahjustusi (vt joonis 4.50). Värviliste fassaaditoonidega objektide katusejoonel ilmnes kuus erinevat veatüüpi, millest kõige enam (72,8%) värvi ja esteetikaga seotud kahjustusi (vt joonis 4.50). Värviliste fassaaditoonidega objektide katusejoonel ilmnes kuus erinevat veatüüpi, millest kõige enam (72,8%) värvi ja esteetikaga seotud kahjustusi (vt joonis 4.50). Kahjustused on peamiselt hindamisklassist B, mis tähendab, et kahjustunud pinna osakaal jäi vahemikku 30-60% katusejoone pinnast (vt joonis 4.51).

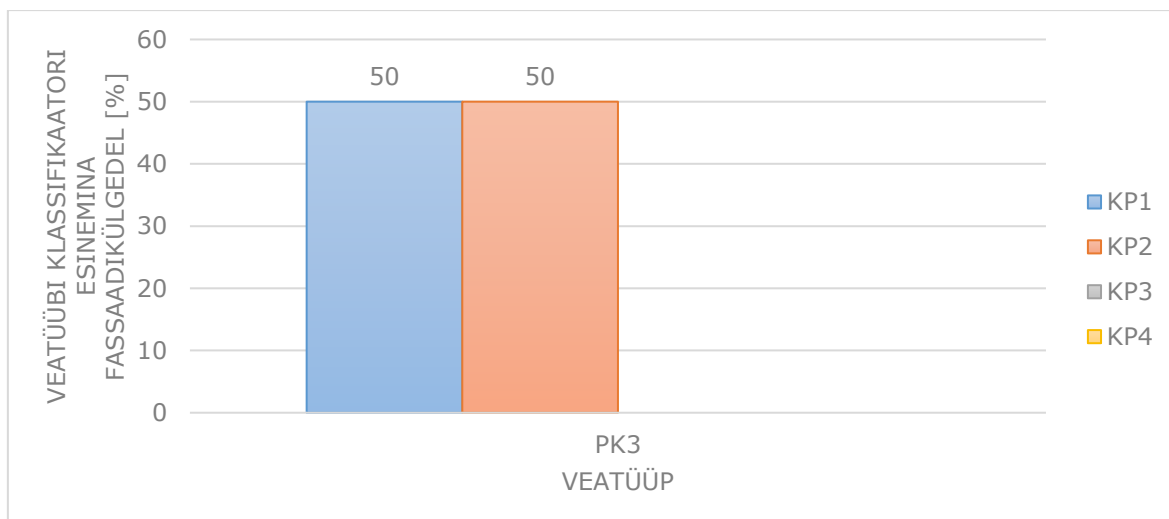


Joonis 4.50 Värviliste fassaaditoonidega objektide katusejoone piirkonnas esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 3, tabel L3.5)



Joonis 4.51 Katusejoone veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 3, tabel L3.5)

Katusejoonel tuvastati pinnakahjustustest viimistluskihi eraldumine (PK3) (9,1%). Viimistluskihi eraldumist esines kahel juhul, hinnanguliselt ulatusid kahjustatud pinna suurused hindamisklassi KP1 ning KP2 (vt joonis 4.52). Viimistluskihi eraldumine katusejoonel võib olla põhjustatud mitmetest teguritest, näiteks mittersobiliku kvaliteediga ehitusmaterjalid või õige paigaldustehnoloogia mitte järgimine [5], [11].

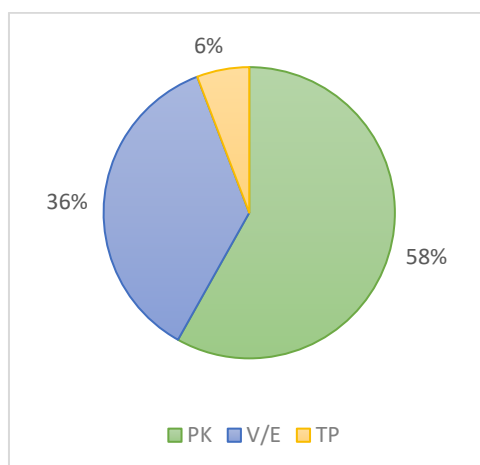


Joonis 4.52 Välisseina veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 3, tabel L3.5)

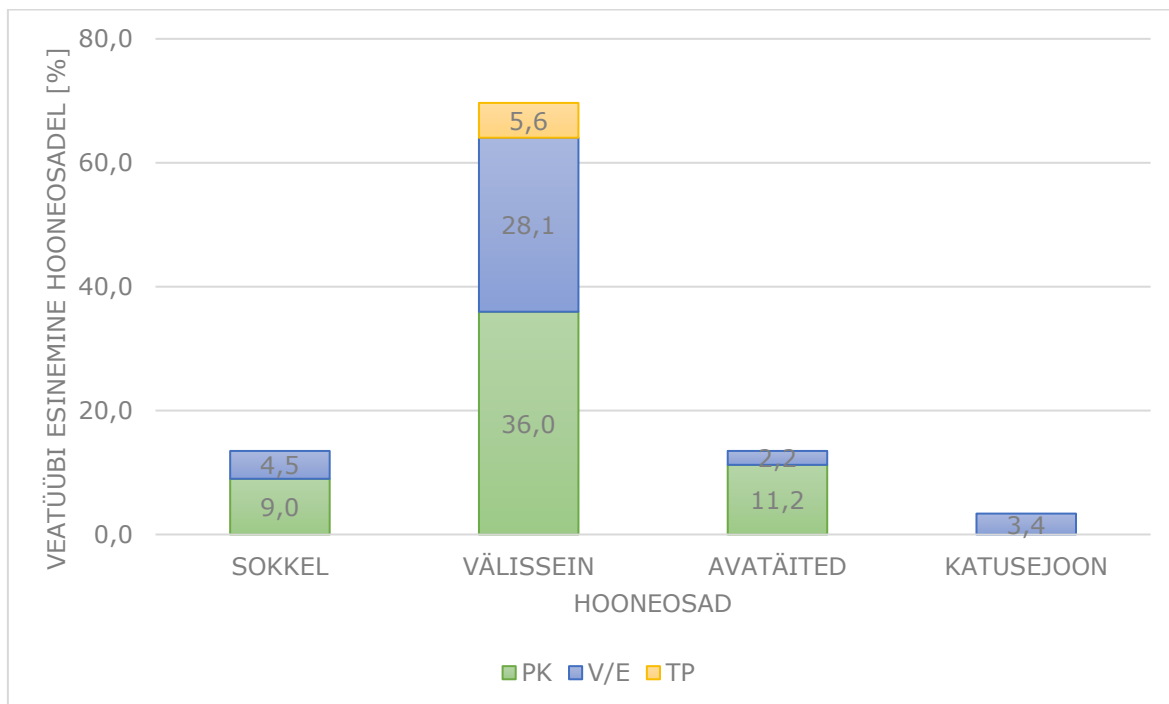
Katusejoonel esines lisaks teistele veatüüpidele ka pinna ebatasasusi (TP1) (9,1%). Pinna ebatasasuste ulatus esines hindamisklassist D (vt joonis 4.51).

4.4 Veatüübid tumedate fassaaditoonidega fassaadidel

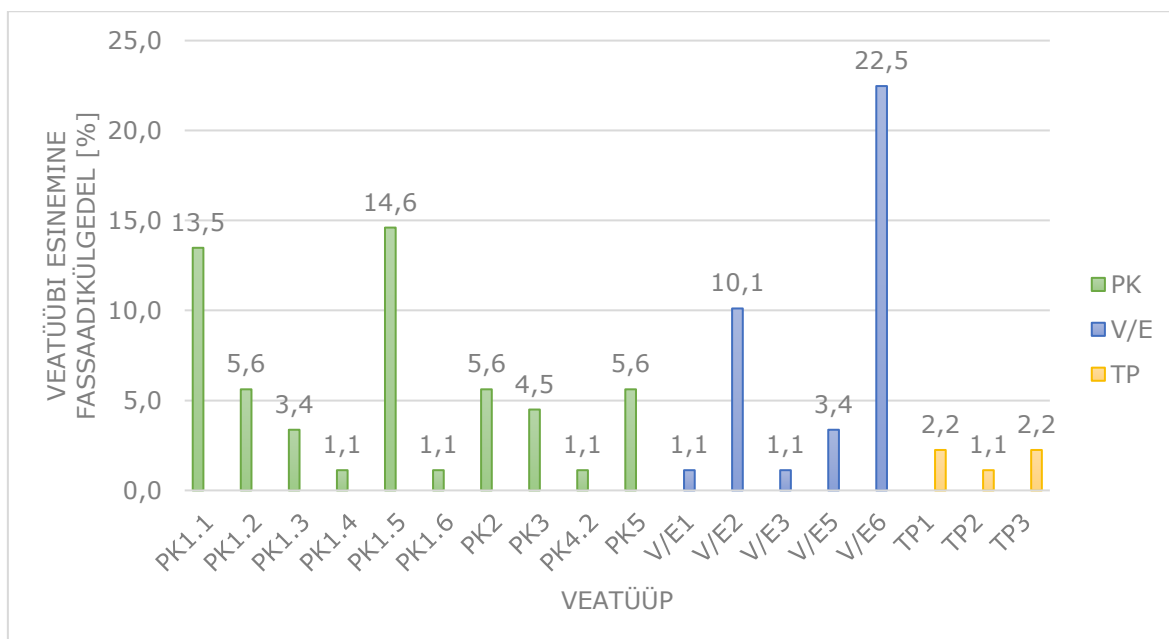
Tumedate fassaaditoonidega hoonetel (8) esines erinevatel fassaadikülgedel kokku 89 erinevat kahjustust, millest pinnakahjustusi (PK) (58%), järgnesid värvi ja esteetika veatüübid (V/E) (36%). Väga vähe esines tasapinnalisusega (TP) seotud veatüüpe (6%) (vt joonis 4.53). Tumedate fassaaditoonidega hoonete välisseinal esines teistest uuritavatest piirkondadest ülekaalukalt kõige suurem osa kahjustustest (vt joonis 4.54).



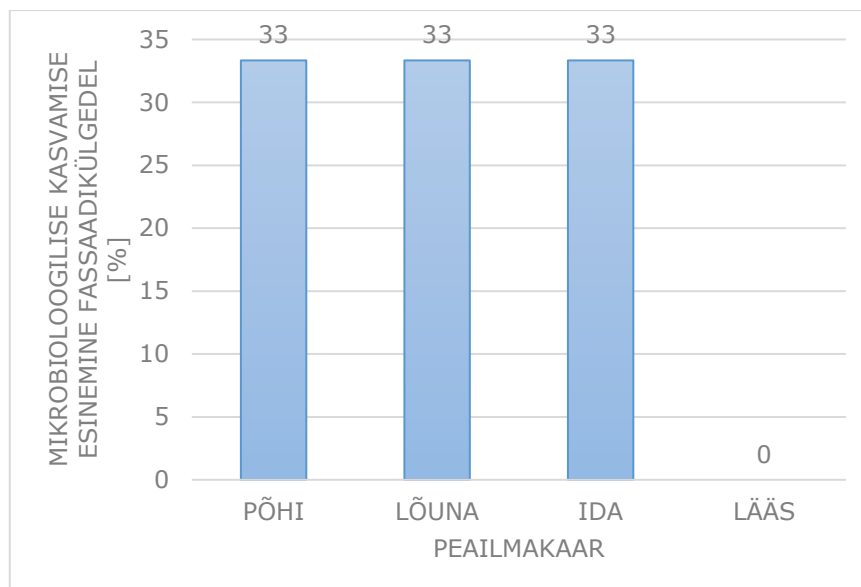
Joonis 4.53 Peamiste veatüüpide kategooriate jagunemine tumedate fassaaditoonidega hoonete fassaadikülgedel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 4, tabel L4.1)



Joonis 4.54 Peamiste veatüüpide esinemine tumedate fassaaditoonidega fassaadikülgedel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 4)



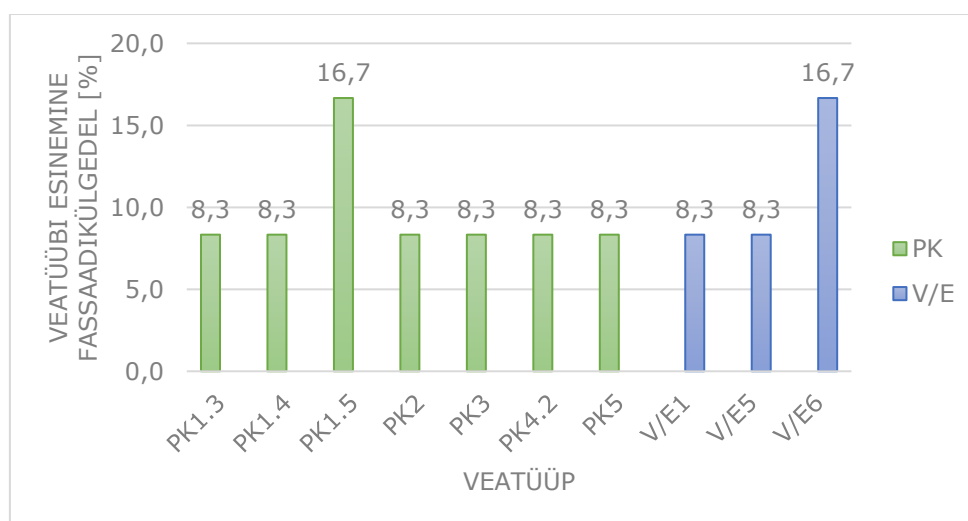
Joonis 4.55 Veatüüpide esinemine tumedate fassaaditoonidega fassaadidel (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 4, tabel L4.1)



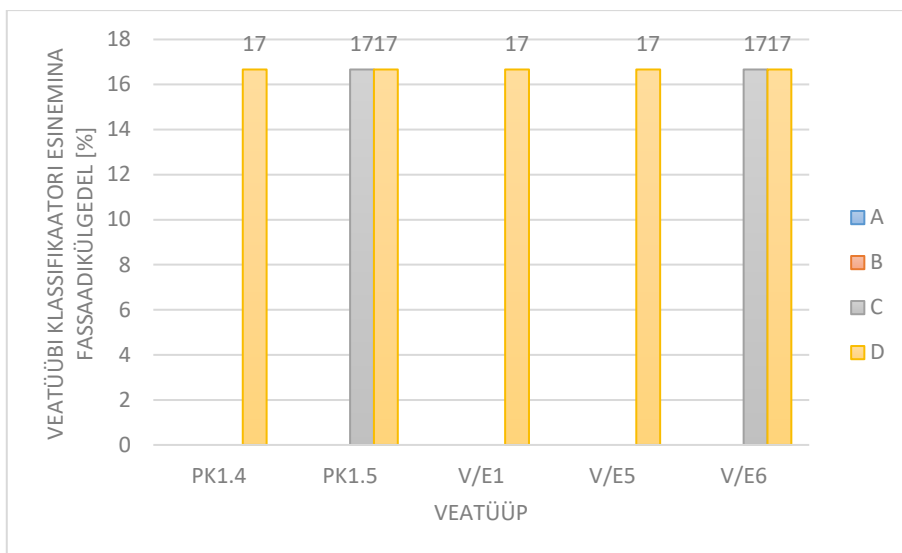
Joonis 4.56 Mikrobioloogilise kasvamise esinemine peailmakaarte järgi

Tumedate fassaadidega esines mikrobioloogilist kasvamist vähe (3,4%) ehk 3 juhtumil. Kõik juhtumid olid seotud erinevas ilmakaares paikneva fassaadiküljega.

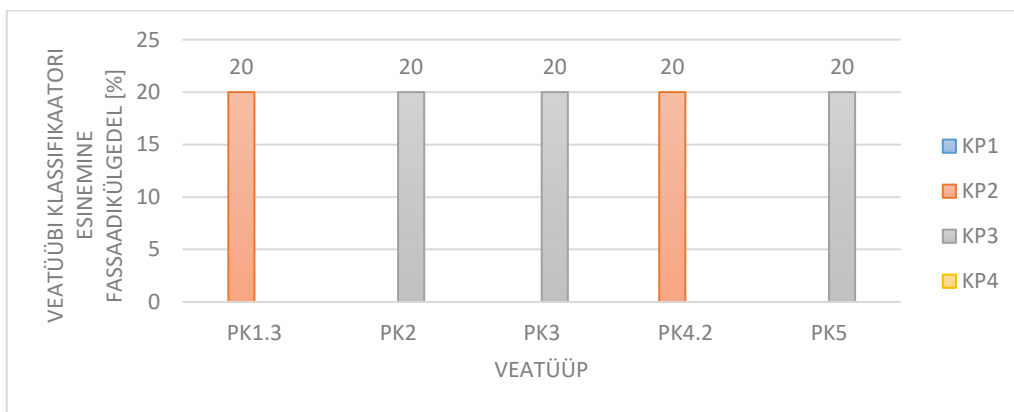
Kõige rohkem esines pinnakahjustustest tumedate fassaaditoonidega hoonete soklitel piirkonnapõhiseid pragusid (PK1.5) (16,7%) (vt joonised 4.57, 4.60) kahjustatud pinna suurustega D (17%), C (17%) (vt joonis 4.58). Lisaks ilmnes pinnakahjustustest veel pragusid algusega sokliprofiilist (PK1.3), sokliprofiili pikipragu (PK1.4) (D), tugevduskohtadelt kattekihi eraldumist (PK2) (KP3), täielikku nakke puudmist (PK4.2) (KP2) ning auku läbi materjalikihtide (PK5) (KP3) (8,3%) (vt joonis 4.59).



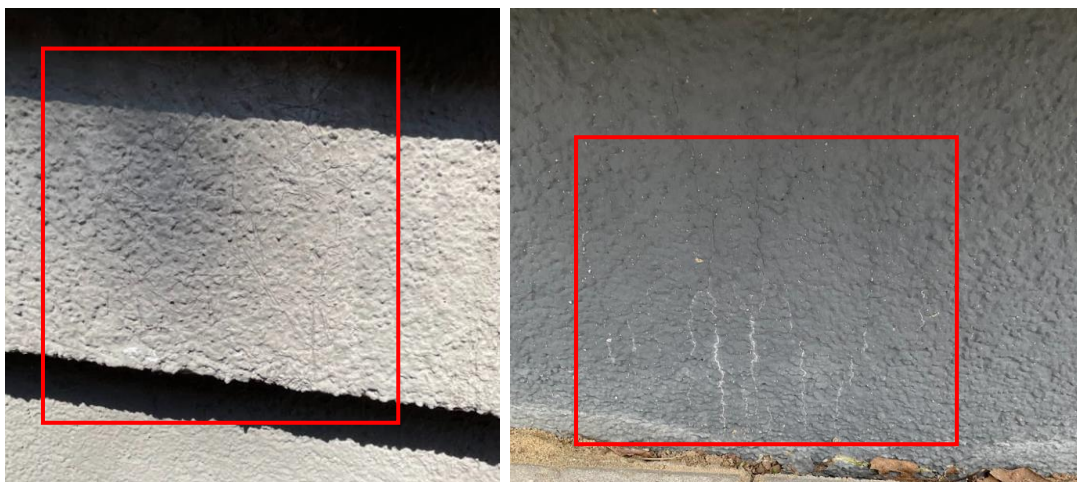
Joonis 4.57 Tumedate fassaaditoonidega hoonete soklil esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 4, tabel L4.2)



Joonis 4.58 Sokli piirkonna veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal sokli pinnast) (Lisa 4, tabel L4.2)

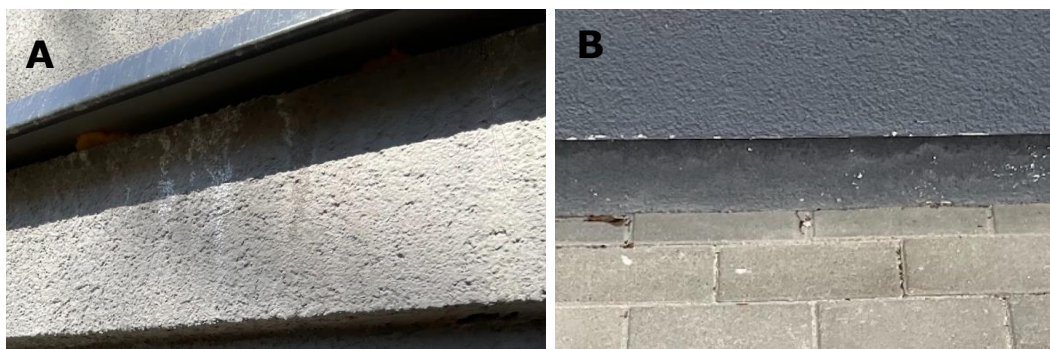


Joonis 4.59 Sokli piirkonna veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 4, tabel L4.2)



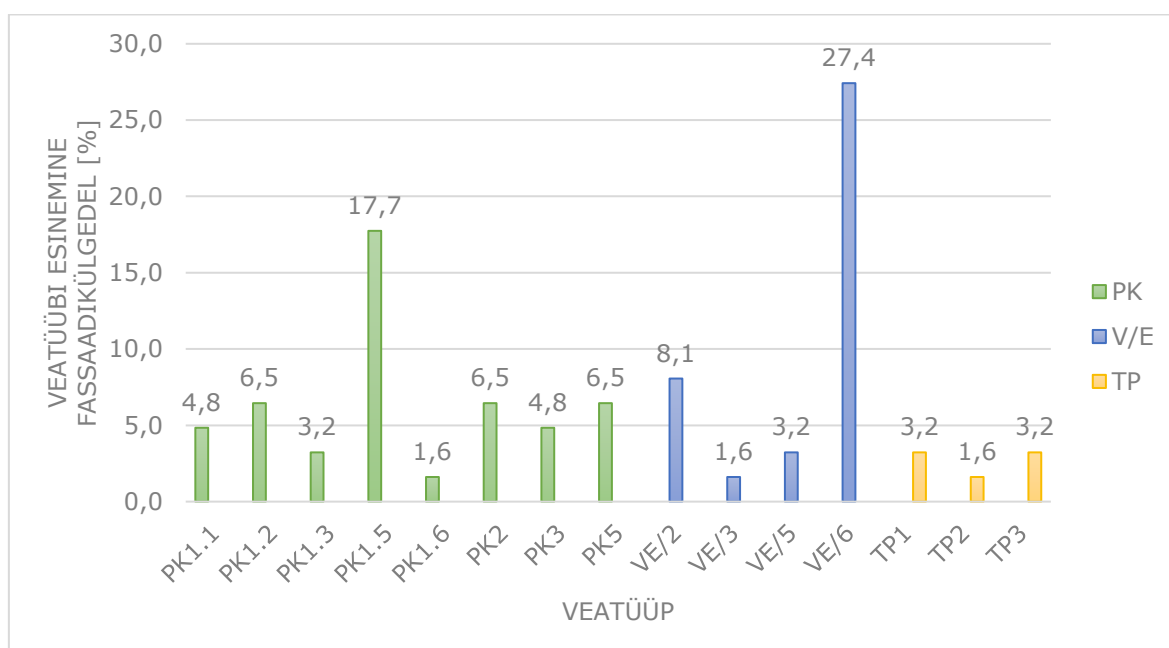
Joonis 4.60 Piirkonnapõhised praod soklil (Allikas: autori erakogu)

Värvi ja esteetika grupist esinesid veatüüp muud värvimuutused (V/E6) (16,7%) klassidest C ja D, efloressents (V/E1) (8,3) ning mikrobioloogiline kasvamine (V/E5) (8,3%) (vt joonis 4.61).



Joonis 4.61 Värvide ja esteetika kahjustused soklil A) Efloressents, B) Muud värvimuutused (Allikas: autori erakogu)

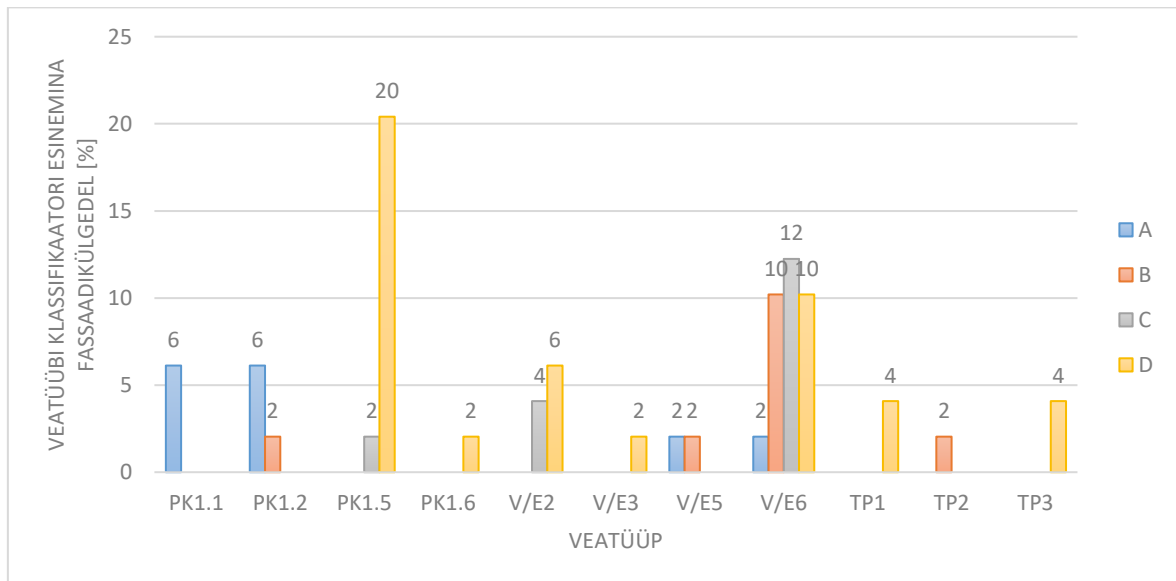
Tumedatel fassaadidel esines piirkonnapõhiselt 51,6% pinnakahjustusi, 40,3% värvi ja esteetika kahjustusi ning 8% (vt joonis 4.62). Fassaadidel registreeriti visuaalse vaatlusega 15 pinnakahjustuse veatüüpi, millest kõige rohkem esines muid värvimuutusi (V/E6) (27,4%) kõigist klassidest, kõige enam klassist C (vt joonis 4.63).



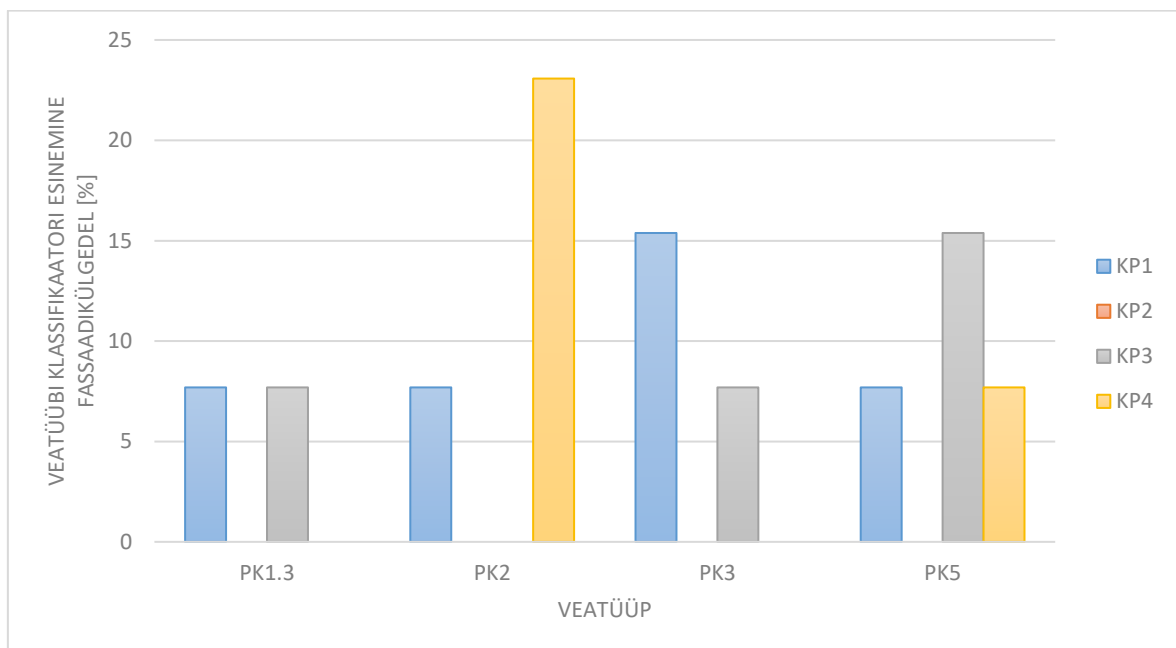
Joonis 4.62 Tumede fassaaditoonidega hoonete välisseinte piirkonnas esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 4, tabel L4.3)

Tumede fassaaditoonide puhul avaldusid pinnakahjustustest kõige enam piirkonnapõhised praod (PK1.5) (vt joonis 4.65), mis olid esindatud kolme erineva kahjustatud pinna suurusega (KP1, KP3, KP4) (vt joonis 4.64). Samuti esines märkimisväärselt sisenurkade pragunemist (PK1.2), tugevduskohtadelt kattekihi

eraldumist (PK2) (KP3) ning auke läbi materjalikihtide (PK5) (KP1, KP5) (6,5%) (vt joonised 4.62, 4.64).



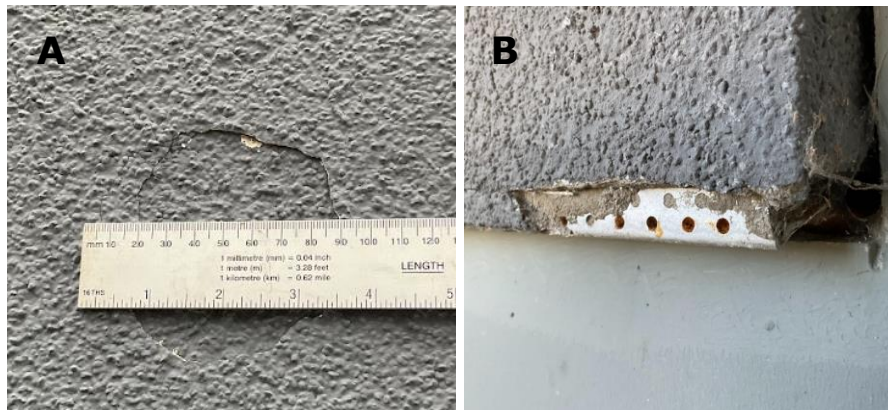
Joonis 4.63 Välisseina veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B - 30-60%, C - 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 4, tabel L4.3)



Joonis 4.64 Välisseina veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 4, tabel L4.3)



Joonis 4.65 Piirkonnapõhised praod tumedal fassaadil (Allikas: autori erakogu)



Joonis 4.66 Pinnakahjustused tumedal fassaadil A) auk läbi materjalikihtide, B) tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine (Allikas: autori erakogu)

Värvi ja esteetika kahjustuste rühmas olid fassaadidel kõige sagedasemad muud värvimuutused (V/E6) (27,4%), mis olid põhjustatud mustusest, niiskusest, kokkupuutest vihmaveega ning värvi ebaühtlasest pealekandmisest (vt joonis 4.67). Samuti ilmnes kahjustustest vihmavee äravoolu jälgi (8,1%) klassides C ja D. Maapinnaga ühenduses olevate ning vanema ehitusaastaga hoonete fassaadidel esines näiteks ka mikrobioloogilist kasvu (V/E5).



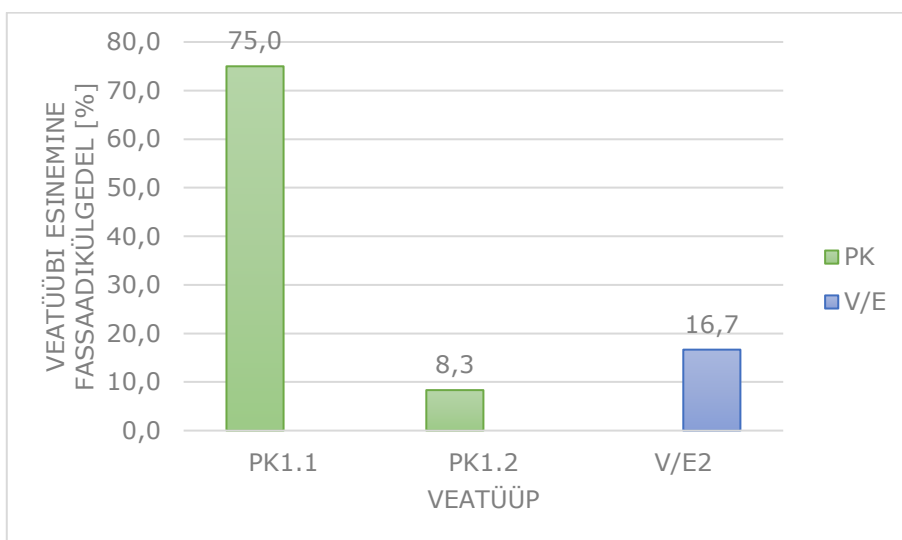
Joonis 4.67 Muud värvimuutused tumedatel fassaadidel (Allikas: autori erakogu)

Tasapinnalisuse kahjustustest avaldus tumedatel fassaadidel kõiki veatüüpe. Võrdsest (3,2%) esines pinna ebatasasusi (TP1) (vt joonis 4.68) ning viimistluskihi pundumist (TP3). Esinenud kahjustuste ulatus ei ületanud 10% fassaadipinnast. Ühel uuritaval tumeda fassaadiga objektil olid tekkinud pundumiskahjustused parandatud.

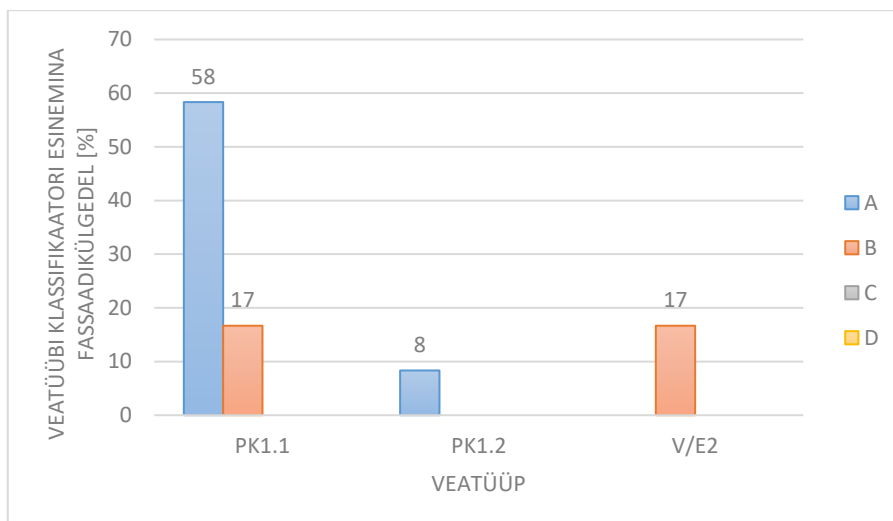


Joonis 4.68 Pinna ebatasasused tumedal fassaadil (Allikas: autori erakogu)

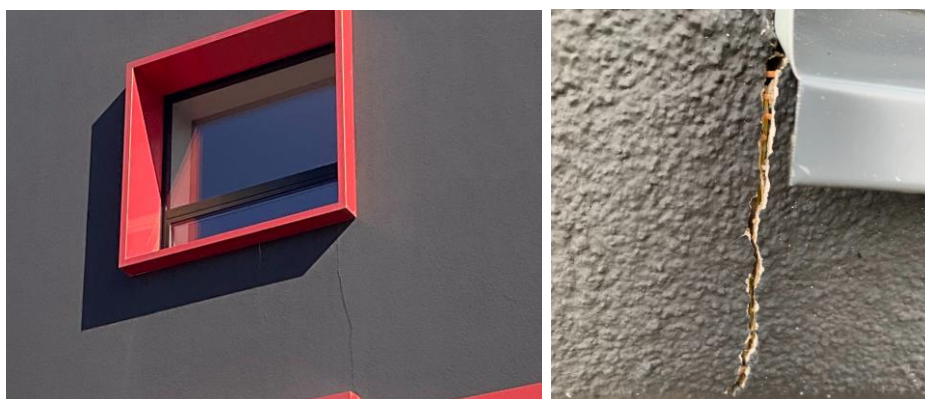
Tumedate fassaaditoonidega fassaadikülgede avatäidete ümbruses esines kõige enam avatäidete välisnurkadest algavad pragusid (PK1.1) (75%) (vt joonised 4.69, 4.71) klassist A ja B (vt joonis 4.70), kahjustunud olid ka avatäidete sisenurgad. Tumedate värvide kasutamisel SILS süsteemide viimistlusel põhjustab pinna liigset soojenemist, mis tekitab pingeid ning vähendab vastupidavust [8]. Akende ümbruses oli märgata ka vihmavee ärajooksu jälgi (V/E2) (16,7%) (vt joonis 4.72).



Joonis 4.69 Tumedate fassaaditoonidega hoonete avatäidete ümbruses esinenud veatüüpide esinemissagedus ainult selles piirkonnas esinenud veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatuüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatuüp) (Lisa 4, tabel L4.4)



Joonis 4.70 Avatäidete veatüüpide hindamine kahjustatud pinna suuruse alusel (KP1 - >30x30 cm², KP2 - <30x30 cm², KP3 - <20x20 cm², KP4 - <10x10 cm² kahjustatud pinna suurus) (Lisa 4, tabel L4.4)

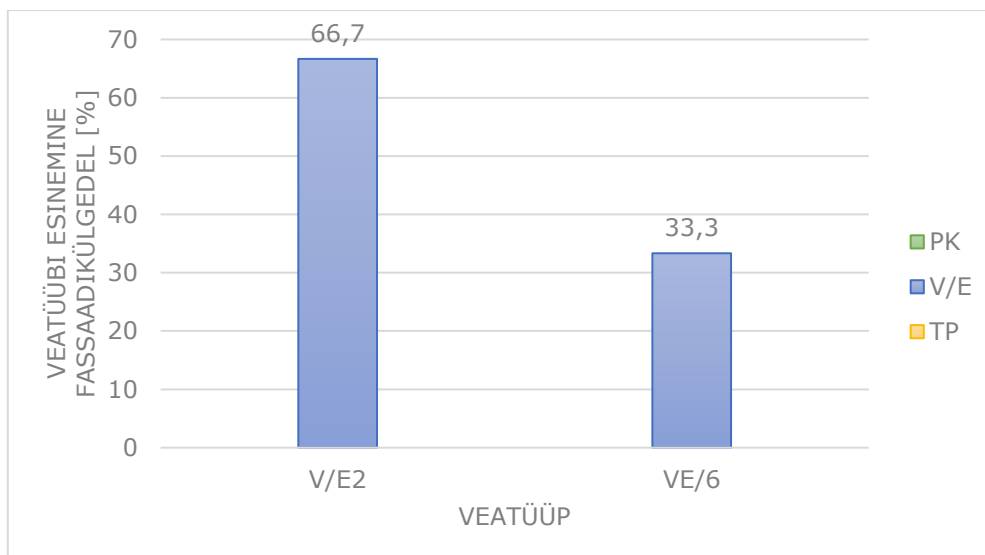


Joonis 4.71 Orienteeritud praod avatäidete välisnurkades (Allikas: autori erakogu)

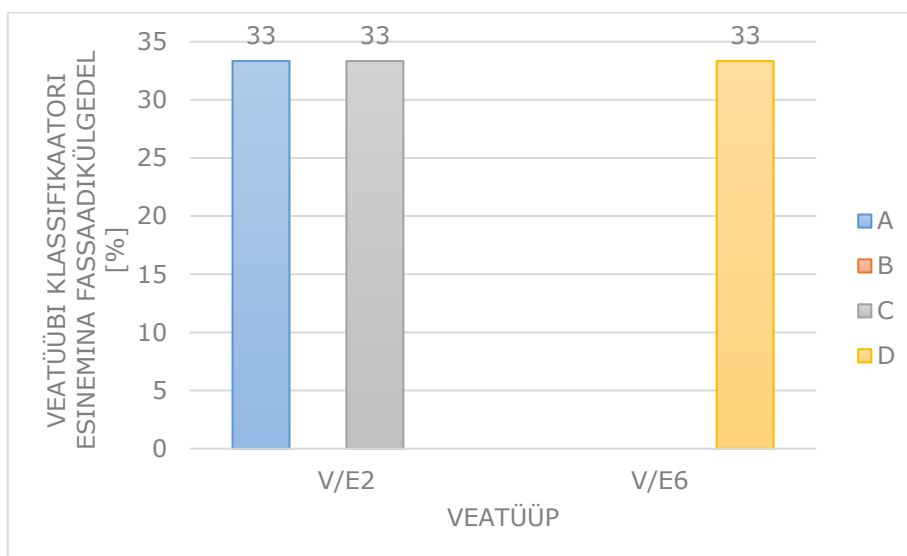


Joonis 4.72 Vihmavee ärajooksu jäljed avatäidete nurkadest (Allikas: autori erakogu)

Tumedate fassaaditoonidega fassaadikülgede katusejoonel esines kahte tüüpi värvi- ja esteetikakahjustusi: vihmavee ärajooksu jäljed (V/E2) (66,7%) klassist A ja C ning muud värvimuutused (V/E6) (33,3%) klassist D (vt joonised 4.73, 4.47).



Joonis 4.73 Tumede fassaaditoonidega objektide katusejoone piirkonnas esinenud veatüüpide esinemissagedus selle piirkonna veatüüpidest (PK – pinnakahjustus, V/E – värvi ja esteetikaga seotud veatüüp, TP – tasapinnalisusega seotud veatüüp) (Lisa 4, tabel L4.5)



Joonis 4.74 Katusejoone veatüüpide kahjustatud pinna osakaalu hindamine klassides (A - >60%, B – 30-60%, C – 10-30%, D - <10% kahjustatud piirkonna osakaal välisseina pinnast) (Lisa 4, tabel L4.5)

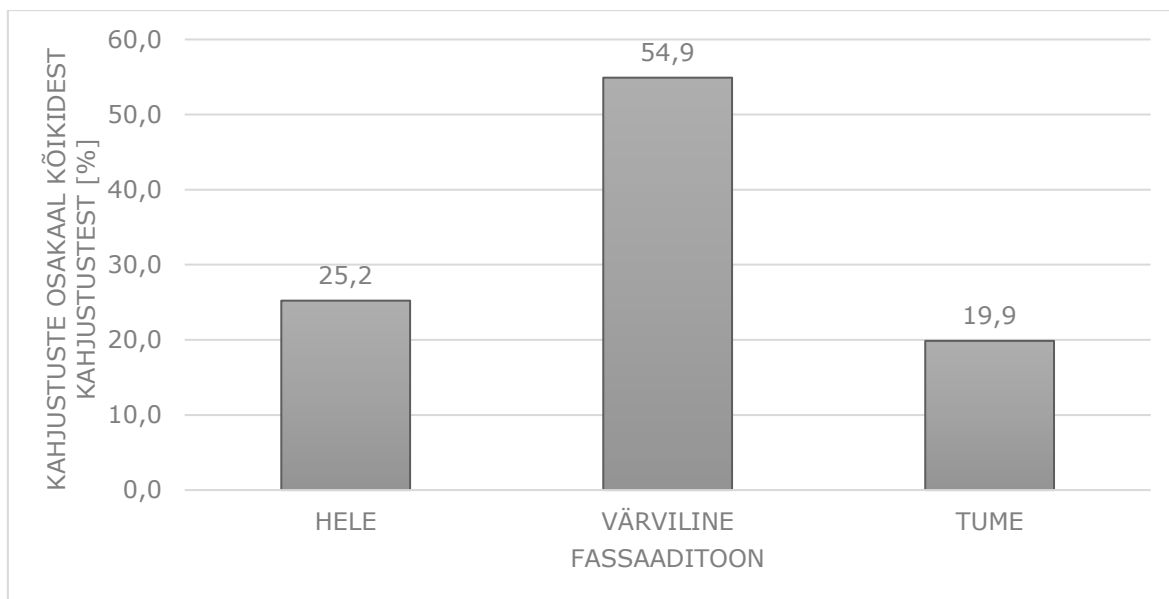
4.5 Veatüüpide võrdlus ja arutelu fassaaditoonide alusel

Enamik kahjustusi (54,9%) esines värviliste fassaaditoonidega fassaadikülgedel, samas kui heledate fassaaditoonidega külgedel esines 25,2% ja tumedate toonidega külgedel vaid 19,9% kahjustustest (vt joonis 4.75). Tumedates toonides fassaadidel on spetsiaalsed paigaldusnõuded ja kasutatakse erilisanditega armeerimismaterjale, et tagada süsteemi parem vastupidavus ja tugevus [5], [15].

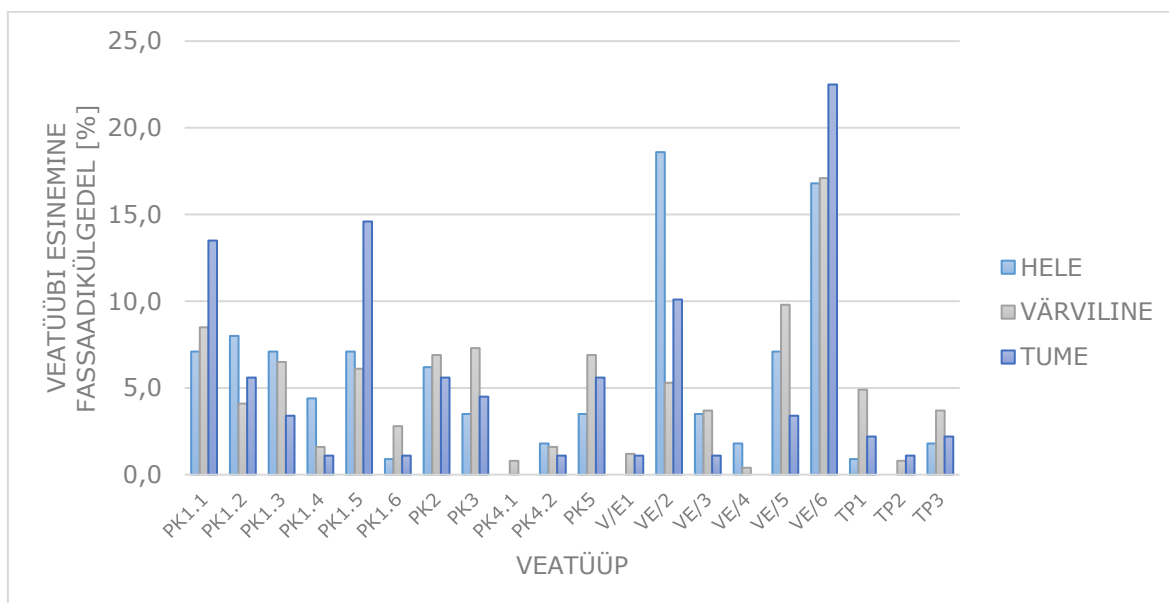
Pinnakahjustusi täheldati kõigil fassaaditüüpidel ja need ohustavad süsteemi toimivust. Pinnakahjustused võivad olla tingitud erinevatest põhjustest, näiteks temperatuuri kõikumistest, pragunemisest või materjalide omavahelise sidususe kadumisest. Pragude tekkimise riski vähendamiseks tuleb tagada paigaldustöödele nõutud kvaliteet ja järgida sertifitseeritud tootjate paigaldusjuhiseid. [6] Heledate fassaadide puhul täheldati peamiselt pragusid sisenurkades (PK1.2) (8%), samas kui värviliste ja keskmise intensiivsusega fassaadide puhul täheldati pragusid, mis algasid välisnurkadest (PK1.1) (8,5%). Tumede fassaadide pinnakahjustuste hulgas oli kõige levinum piirkonnapõhiste pragude teke (PK1.5) (14,6%) (vt joonis 4.76). Selliste kahjustuste tekkimise põhjuseks tumedatel fassaadidel on sageli liigne soojenemine, mis suurendab pingeid ning vähendab fassaadi vastupidavust [8]. Samuti võivad mõõtmete muutused mineraalkrohviga viimistletud fassaadidel või liiga paks krohvikihht põhjustada mikropragude teket [28], [34].

Värvimuutuste ja esteetika seotud kahjustuste hulgas täheldati kõige enam muid värvimuutusi (V/E6), eriti vävilistel (17,1%) ja tumedatel fassaadidel (22,5%) (vt joonis 4.76). Mustus, määrdumine ja lindude väljaheidet süsteemi toimivust ei mõjuta, kuid võivad sobiliku niiskusega soodustada mikrobioloogilist kasvamist. [39] Heledatel fassaaditoonidel domineerisid värvi ja esteetika kahjustustest vihmavee ärajooksu jäljed (V/E2) (18,6%), mis on seotud halvasti lahendatud või puuduliku vihmaveesüsteemi ja ebaõnnestunud sõlmlahendustega, kus saastunud vihmavesi on jätnud kuivades fassaadile määrdunud jälje. [32], [40]

Tasapinnalisuse kahjustusi esines hoonete fassaadikülgedel kõige vähem, kuid heledatel ja tumedatel fassaadidel täheldati nendest kõige enam viimistluskihi pundumist (TP3). Värvilistel fassaadidel esines enim tasapinnalisuse puudumist (TP1) (4,9%), samas kui tumedatel fassaadidel täheldati tasapinnalisuse puudumist (TP1) 2,2% (vt joonis 4.76). Hoonete tasapinnalisusega seotud kahjustuste põhjused võivad olla aluspinna ebakorrapärasus, isolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus või erinevatest soojuspaisumised [6], [41]. Pundumiskahjustuste tekkepõhjuseks on temperatuuri- ja niiskuse muutused nii suvel ning talvel [43]. Ühe uuritava objekti tumeda fassaadi puhul olid pundumiskahjustused varasemalt likvideeritud.



Joonis 4.75 Kahjustuste esinemine lähtuvalt fassaaditoonist



Joonis 4.76 Veatüüpide esinemine fassaadikülgedel vastavalt fassaaditoonidele

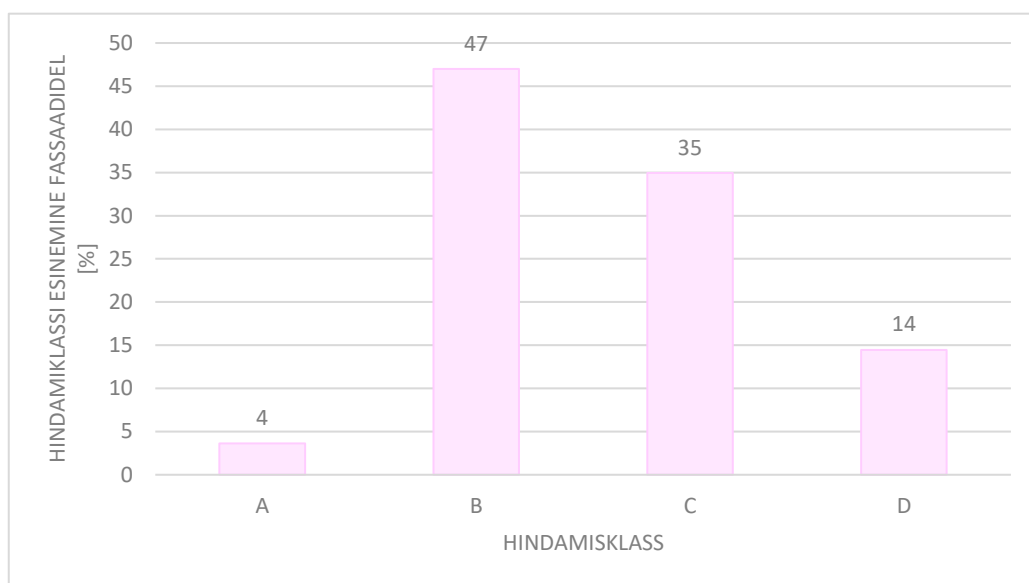
4.6 Fassaadikülgede seisukord

Fassaadikülgede seisukorda hinnati neljas erinevas hindamisklassis (A-D). Enamik, 47% (vt joonis 4.77) (39 fassaadikülge) (vt tabel 4.1) jäävad hindamisklassi B, mis tähendab fassaadikülje rahuldavat seisukorda, kus kahjustused ei kujuta süsteemile olulist ohtu. Siiski tuleb jälgida kahjustuste arengut ning vajadusel teostada kohtparandused. Osalisel renoveerimisel uuendatakse kahjustatud materjalikihid kahjustatud piirkonnas [5]. Vaid 4% fassaadikülgedest jäävad hindamisklassi A (suurepärane). Üks kolmandik ehk 35% fassaadikülgedest hinnati klassi C (kasin), mille

puhul oleks vajalik alustada renoveerimistöödega esimesel võimalusel. Mitterahuldavas seisukorras (D) oli 14% fassaadikülgedest. Mitterahuldavas seisukorras fassaadid vajavad kohehelt täielikku renoveerimist.

Tabel 4.1 Hindamisklassi esinemine fassaadikülgedel

Hindamisklass	Arv	[%]
A	3	4
B	39	47
C	29	35
D	9	14



Joonis 4.77 Hindamisklassi esinemine kõikide fassaadikülgede lõikes (A - suurepärane, B - rahuldav, C - kasin, D - mitterahuldav)

Krohvkattega fassaadid, mis on paigaldatud vastavalt juhistele, on vastupidavad ja pikaajalised. Regulaarne hooldus hoiab fassaadi kahjustusteta ning ennetab suuremahulisi remonttöid. Hoolduse all peetakse silmas näiteks puhastamist, pragude täitmist, krohviparandustöid ja värvimist [9]. Krohvkattega fassaadid nõuavad erilist tähelepanu ja hooldust, kuna on ohtustatud keskkonnamõjudest nagu UV-kiirgus ning niiskus.

KOKKUVÕTE

Soojusisolatsiooni liitüsteem (SILS) on laialdaselt kasutatav lahendus fassaadi soojustamiseks, mis võimaldab nii uute kui ka olemasolevate hoonete energiatõhususe parandamist. Kuigi SILS süsteemid on laialdaselt kasutusel ja katsetatud, on mõnedel juhtudel täheldatud erinevaid kahjustusi juba mõni aasta pärast fassaaditööde teostamist. Käesoleva lõputöö eesmärk oli keskenduda SILS süsteemides tekkinud kahjustuste visuaalsele hindamisele võttes arvesse fassaaditooni. Visuaalses vaatluse käigus hinnati 19 erineva kasutusviisiga hoone fassaadidel esinevaid kahjustusi ja nende tekkepõhjuseid.

Kahjustusi hinnati erinevates hooneosades ja fassaadikülgedel, sealhulgas sokli piirkonnas, välisseina piirkonnas, avatäidete ümbruses ning katusejoone piirkonnas. Selgus, et kõige rohkem kahjustusi (54,9%) esines värvilistel (keskmise intensiivsusega fassaadidel), samas kui tumedatel fassaadidel esines kõige vähem kahjustusi (19,9%). Enim kahjustusi esines välisseinte piirkonnas, olenemata fassaaditoonist.

Kahjustuste peamistest veatüübi gruppidest (pinnakahjustused, värvi ja esteetika veatüübid ning tasapinnalisuse veatüübid) esines eri värvitoonides fassaadidel enim pinnakahjustusi (52,9% kõikide kahjustuste hulgast, 61% hoonete lõikes), mis kujutavad süsteemile ka kõige suuremat ohtu, põhjustades niiskuse sattumist süsteemi ning süsteemi tehniliste omaduste halvenemist. Pinnakahjustuste hulka kuulusid näiteks erinevad praod, viimistluskihi eraldumised ja augud läbi materjalikihtide. Süsteemile tehniliselt ohutuid, kuid esteetilist välimust rikkuvaid värvi ja esteetika veatüüpe esines kõikidest kahjustustest 40,2% (30% hoonete lõikes), millest kõige enam täheldati muid värvimuutusi. Kõige vähem esines tasapinnalisusega seotud veatüüpe (6,9%, 9% hoonete lõikes).

Lõputöös töötati välja fassaadide hindamisklassid A-D (suurepärase – mitterahuldava). Uuritud hoonete fassaadiküljed klassifitseeriti peamiselt klassi B (47%), mis tähendab fassaadikülje rahuldavat seisukorda, kus kahjustused ei kujuta süsteemile olulist ohtu, kuid nõuavad kahjustuste jälgimist ning vajadusel kohtparandusi, samas kui 14% fassaadikülgedest hinnati klassi D, vajades kohest renoveerimist.

Fassaaditoonide valik on oluline esteetilise välimuse saavutamisel. Soovituslik on valida värvitoon, mille heledusaste on 20% või kõrgem. Väiksema heledusastega fassaaditooni puhul tuleb arvestada kõrgemate pinnatemperatuuridega ning süsteemides on vajalik kasutada spetsiaalset armeeringut, eriti tumedate toonide puhul ka spetsiaalseid

infrapunakiirgust peegeldavaid pigmente. Lisaks on süsteemitootjad on välja töötanud erinevaid tehnoloogiaid, mis kaitsevad fassaadi mikroorganismide kasvu, mikropragude ning pleekimise vastu, võimaldades laialdast fassaaditoonide kasutamist.

Erinevad fassaaditoonid ja pinnatemperatuurid soodustavad erinevate kahjustuste tekkimist. Näiteks tumedad fassaadid on rohkem ohustatud ülekuumenemisele, mis võib peamiselt põhjustada suuremaid pragusid. Samas esineb tumedatel fassaadidel vähem mikrobioloogilist kasvamist, kõrgema pinnatemperatuuri tõttu kuivavad need fassaadid kiiremini. Paljusid SILS süsteemide eksploatatsiooni ajal tekkivaid kahjustusi on võimalik ennetada, kasutades sertifitseeritud süsteemitootjate ehitusmaterjale ning järgides paigaldusjuhendeid. Oluline tegur süsteemi vastupidavuse tagamisel on ka regulaarne hooldus.

SUMMARY

The external thermal insulation composite systems (ETICS) are widely used solutions for new construction and renovation of buildings to improve their thermal performance. Despite their widespread use and testing, various damages have been observed in some ETICS systems within a few years after the facade work.

The goal of this master's thesis was to focus on the visual analysis of damages occurring in ETICS based on the colors of facades. During the visual inspection, damages and their causes were evaluated on the facades of 19 buildings with different uses.

Damages were assessed in different parts of the buildings and facade sides, including the plinth area, external wall area, around openings and at the roofline. It was found, that the highest number of damages (54,9% of all damages) occurred on colored (medium intensity) facades, while the least amount of damages (19,9%) occurred on dark facades. The majority of damages occurred in the external wall area, regardless of the facade color.

Among the main types of damages (materials rupture anomalies, color/aesthetic anomalies and flatness anomalies), materials rupture anomalies were the most prevalent (52,9% of all damages). These kinds of damages pose the highest risk to the system as they allow moisture ingress, leading to a deterioration of the system's technical properties. Materials rupture anomalies includes various cracking, detachment of the finishing coat and material gaps. Defects related color/aesthetic anomalies, which are technically harmless but affect the visual appearance, accounted for 40,2% of all damages, with other color changes being the most observed. Flatness anomalies were the least prevalent (6,9%).

In this master's thesis, facade assessment classes A-D (excellent to unsatisfactory) were developed. The facade sides were mainly classified as class B (47%), indicating a satisfactory condition where damages do not pose significant risks to the system but require monitoring and possible spot repairs. Only 4% of the facade sides were classified as class A (excellent), while 14% were classified as class D, requiring immediate renovation.

The color solution of the facade is one of the main factors for reaching the requested aesthetic expression. It is recommended to select color with a relative luminance value of 20% or higher. Using darker colors with lower values cause higher surface

temperatures and consider special reinforcement for the system. Especially for darker tones, the use of special reflective pigments is also necessary. In addition, system manufacturers have developed various technologies to protect the facade against microbiological growth, micro cracking and fading, allowing for a wide range of facade color options.

Different facade colors and surface temperatures contribute to the development of various damages. For example, dark facades are more susceptible to overheating, which can primarily result in larger cracks. However, dark facades experience less microbiological growth due to their higher surface temperatures, leading to faster drying. Many damages that occur during the operation of ETICS can be prevented by using materials from certified system manufacturers and following installation guidelines. Regular maintenance is also crucial factor in ensuring the durability of the system.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] „Energiatõhusus | Teabelehed Euroopa Liidu kohta | Euroopa Parlament“, 2022. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/et/sheet/69/energiatohusus> (vaadatud 21. veebruar 2023).
- [2] Euroopa Liidu Teataja, „Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv, (EL) 2018/844, Hoonete energiatõhususe kohta“, 2018.
- [3] V. Sulakatko, I. Lill, ja E. Liisma, „Analysis of On-site Construction Processes for Effective External Thermal Insulation Composite System (ETICS) Installation“, *Procedia Economics and Finance*, 2015, doi: 10.1016/s2212-5671(15)00180-x.
- [4] „About ETICS - European Association for ETICS (EAE)“. <https://www.ea-etics.com/etics/about-etics/> (vaadatud 27. jaanuar 2023).
- [5] Eesti Ehitusteave, „ET-2 0404-1010 SOOJUSISOLATSIOONI LIITSÜSTEEMID (SILS)“, 2017.
- [6] B. Amaro, D. Saraiva, J. De Brito, ja I. Flores-Colen, „Inspection and diagnosis system of ETICS on walls“, *Constr Build Mater*, 2013, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2013.06.024.
- [7] A. Bishara, H. Kramberger-Kaplan, ja V. Ptatschek, „Influence of different pigments on the facade surface temperatures“, *Energy Procedia*, Elsevier Ltd, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2017.09.662.
- [8] J. Pasek, „The Influence of Colour Solution of the ETICS Surface on its Thermal Exposition“, *Advanced Engineering Forum*, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/aef.12.88.
- [9] ET Infokeskuse AS, *Krohviga fassaadisoojustuse liitsüsteemid*. 2018.
- [10] European Organisation for Technical Approvals, „ETAG 004 Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering.“, 2013.
- [11] Sakret OÜ, „Fassaadide soojusisolatsiooni liitsüsteemid“, 2019.
- [12] C. Ferreira, J. Barrelas, A. Silva, J. de Brito, I. S. Dias, ja I. Flores-Colen, „Impact of environmental exposure conditions on the maintenance of facades' claddings“, *Buildings*, 2021, doi: 10.3390/buildings11040138.
- [13] Eesti Maalrite Liit, „Fassaadide soojustus-ja renoveerimistöõde abimaterjalid korteriühistutele“, 2009.
- [14] SIA CAPAROL BALTICA, „WDVS/SILS soojusisolatsiooni liitsüsteemide paigaldamine Kasutusjuhend“, 2005.
- [15] Sakret OÜ, „Fassaadide soojusisolatsiooni liitsüsteemide lahendused“, 2019.
- [16] Rockwool OÜ, „Välisseinte soojustamine Krohvitavad ja ventileeritavad välisseinad“. [Online]. Available at: www.rockwool.ee
- [17] EVS 908-1:2016, *Hoonete energiatõhususe arutamise meetodika*. 2016.
- [18] Saint-Gobain Ehitustooted AS, „Weber fassaadilahendused“, 2017.

- [19] Saint-Gobain Ehitustooted AS, „Weber.Therm plus ultra soojusisolatsiooni-liitsüsteemi (SILS) tööjuhend“, 2019.
- [20] Saint-Gobain Ehitustooted AS, „weber.therm AK500/BK500 Liimitavate klinkertellistega soojusisolatsiooni-liitsüsteemi (SILS) tööjuhend“, 2021.
- [21] ET INFOkeskuse AS, „Tarindi RYL2010 Ehitustööde kvaliteedi üldnõuded Hoone kande- ja piirdetarindid“, 2012.
- [22] Sakret OÜ, „EPS-plaatidega soojusisolatsioonisüsteemi paigaldusjuhend“, 2022.
- [23] Elektrooniline Riigi Teataja, „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/104042017014?leiaKehtiv> (vaadatud 22. märts 2023).
- [24] „Ehituslike tuleohutusnõuete kokkuvõte“.
- [25] Saint-Gobain Eesti AS, „Tulepüsivus ISOVERi mineraalsete isolatsioonimaterjalidega | Isover“. <https://www.isover.ee/tulepusivus-isoveri-mineraalsete-isolatsioonimaterjalidega> (vaadatud 21. veebruar 2023).
- [26] „MIS ON EPS? – ESTPLAST“. <https://estplast.ee/est/mis-on-eps/#omadused> (vaadatud 21. veebruar 2023).
- [27] B. Daniotti, R. Paolini, R. Galliano, J. Ferrer, R. P. Spain, ja L. Battaglia, „Durability evaluation of ETICS: analysis of failures case studies and heat and moisture transfer simulations to assess the frequency of critical events“.
- [28] E. Liisma, G. Lõhmus, ja L. M. Raado, „The effect of temperature and humidity on the permanence of external thermal insulation composite systems“, *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.06.156.
- [29] N. M. M. Ramos, J. Maia, A. R. Souza, R. M. S. F. Almeida, ja L. Silva, „Impact of incorporating nir reflective pigments in finishing coatings of etics“, *Infrastructures (Basel)*, 2021, doi: 10.3390/infrastructures6060079.
- [30] Ehitusuudised ja Ajakiri Ehitaja, „Turule on jõudnud nanotehnoloogiline iseparanev krohv“, 2022.
- [31] C. Ferreira, A. Silva, J. de Brito, I. S. Dias, ja I. Flores-Colen, „Condition-based maintenance strategies to enhance the durability of etics“, *Sustainability (Switzerland)*, 2021, doi: 10.3390/su13126677.
- [32] TT-Trade OÜ, „Fassaadikahjustused“, (vaadatud: 9. mai 2023). <http://www.tarmatrade.ee/>
- [33] Ehitusuudised ja Ajakiri Ehitaja, „Kuidas saavutada fassaadide uuendamisel pikalt püsiv tulemus?“, 2018.
- [34] TT-Trade OÜ, „Krohvipragude saneerimine“, (vaadatud: 9. mai 2023) <http://www.tarmatrade.ee/>
- [35] K. Volkova, M. Põldaru, S. Ilomets, T. Kalamees, M. Talvik, ja D. Heim, „The effect of temperature, humidity and mechanical properties on crack formation on external thin plasters of ETICS“, *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/2069/1/012025.

- [36] J. Bochen, „Study on the microstructure of thin-layer facade plasters of thermal insulating system during artificial weathering“, *Constr Build Mater*, 2009, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2009.02.028.
- [37] K. Lengsfeld ja M. Krus, „Microorganism on façades-reasons, consequences and measures“.
- [38] L. Sokola, N. Žižková, V. Novák, ja A. Jakubík, „Phase change materials and their benefits in etics“, *Applied Sciences (Switzerland)*, 2020, doi: 10.3390/app10238549.
- [39] I. Flores-Colen, J. de Brito, ja V. P. de Freitas, „Stains in facades' rendering - Diagnosis and maintenance techniques' classification“, *Constr Build Mater*, 2008, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2006.08.023.
- [40] P. Gaspar ja J. De Brito, „Mapping defect sensitivity in external mortar renders“, *Constr Build Mater*, 2005, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2005.01.014.
- [41] B. Amaro, D. Saraiva, J. De Brito, ja I. Flores-Colen, „Statistical survey of the pathology, diagnosis and rehabilitation of ETICS in walls“, *Journal of Civil Engineering and Management*, 2014. doi: 10.3846/13923730.2013.801923.
- [42] H. Künzel, H. M. Künzel, K. Sedlbauer, H. Künzel, H. M. Künzel, ja K. Sedlbauer, „LONG-TERM PERFORMANCE OF EXTERNAL THERMAL INSULATION SYSTEMS (ETICS)“, 2006.
- [43] K. Zhu, W. Jiang, L. Yu, P. Guo, ja Z. Yang, „Deformation analysis and failure prediction of bonding mortar in external thermal insulation cladding system (ETICS) by coupled multi physical fields method“, *Constr Build Mater*, 2021, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.122017.
- [44] S. Ximenes, J. de Brito, P. L. Gaspar, ja A. Silva, „Modelling the degradation and service life of ETICS in external walls“, *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 2015, doi: 10.1617/s11527-014-0305-8.
- [45] N. Antošová, „Impact of Biocorrosion on the Durability of Etics and Empirical Findings About the Periodicity of Maintenance“, *Slovak Journal of Civil Engineering*, 2013, doi: 10.2478/sjce-2013-0009.
- [46] Raili Sepri, „"Visual analysis of damages in the ETICS of apartment blocks (In Estonian - Korterelamute ETICS'is tekkinud kahjustuste visuaalne analüüs)“, 2015.

LISAD

Lisa 1 Veatüüpide esinemine hoonete lõikes

Tabel L1.1 Veatüüpide esinemine hoonete lõikes

VEATÜÜP			Veatüübi esinemine hoonetel	
			Arv	[%]
PK1 – Praod	Orienteeritud praod	PK1.1 – Välisnurk	16	84
		PK1.2 – Sisnurk	14	74
		PK1.3 – Algus sokliprofiilist	10	53
		PK1.4 – Sokliprofiili pikipragu	8	42
	Mitteoriendeeritud praod	PK1.5 – Piirkonnapõhised praod	16	84
		PK1.6 Pundumispraod	5	26
PK2 – Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine			13	68
PK3 – Viimistluskihi eraldumine			10	53
PK4 – Nakke puudumine	PK4.1 – Osaline nakke puudumine		1	5
	PK4.2 – Täielik nakke puudumine		4	21
PK5 – Auk läbi materjalikhtide			11	58
V/E1 – Efloressents			3	16
V/E2 – Vihmavee ärajooksu jäljed			15	79
V/E3 – Korrosioon			5	26
V/E4 – Graffiti/sodimine			2	11
V/E5 – Mikrobioloogiline kasvamine			9	47
V/E6 – Muud värvimuutused			19	100
TP1 – Pinna ebatasasused			7	37
TP2 – Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus			3	16
TP3 – Viimistluskihi pundumine			5	26

Lisa 2 Veatüübid heledate toonidega fassaadikülgedel

Tabel L2.1 Kõikide veatüüpide esinemine heledate toonidega fassaadikülgedel

VEATÜÜP		Veatüübi esinemine fassaadikülgedel		
		Arv	[%]	
PK1 – Praod	Orienteeritud praod	PK1.1 – Välisnurk	8	7,1
		PK1.2 – Siseturk	9	8,0
		PK1.3 – Algus sokliprofiilist	8	7,1
		PK1.4 – Sokliprofiili pikipragu	5	4,4
	Mitteorienteeritud praod	PK1.5 – Piirkonnapõhised praod	8	7,1
		PK1.6 Pundumispraod	1	0,9
PK2 – Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine		7	6,2	
PK3 – Viimistluskihi eraldumine		4	3,5	
PK4 – Nakke puudumine	PK4.1 – Osaline nakke puudumine	-	-	
	PK4.2 – Täielik nakke puudumine	2	1,8	
PK5 – Auk läbi materjalikhtide		4	3,5	
V/E1 – Efloressents		-	-	
V/E2 – Vihmavee ärajooksu jäljed		21	18,6	
V/E3 – Korrosioon		4	3,5	
V/E4 – Graffiti/sodimine		2	1,8	
V/E5 – Mikrobioloogiline kasvamine		8	7,1	
V/E6 – Muud värvimuutused		19	16,8	
TP1 – Pinna ebatasasused		1	0,9	
TP2 – Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus		-	-	
TP3 – Viimistluskihi pundumine		2	1,8	

Tabel L2.2 Sokli piirkonnas esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste klassi esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Sokliprofiili pikipragu	PK1.4	1	0	1	0	0					20	0	20	0	0				
Piirkonnapõhine pragu	PK1.5	2	0	0	0	2					40	0	0	0	40				
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	PK2	1					0	0	1	0	11					0	0	11	0
Viimistluskihi eraldumine	PK3	3					1	1	1	0	33					11	11	11	0
Täielik nakke puudumine	PK4.2	1					0	1	0	0	11					0	11	0	0
Auk läbi materjalikihtide	PK5	1					0	0	1	0	11					0	0	11	0
Muud värvimuutused	V/E6	2	0	0	1	1					40	0	0	20	20				

Tabel L2.3 Välisseina piirkonnas esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste klassi esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Pragu välisnurgast	PK1.1	5	1	4	0	0					10	2	8	0	0				
Pragu sisenuurgast	PK1.2	3	2	0	1	0					6	4	0	2	0				
Sokliprofiilist algav pragu	PK1.3	8					5	1	0	2	44					28	6	0	11
Sokliprofiili pikipragu	PK1.4	4	0	1	0	3					8	0	2	0	6				
Piirkonnapõhine pragu	PK1.5	5	0	0	1	4					10	0	0	2	8				
Pundumispraod	PK1.6	1	0	0	1	0					2	0	0	2	0				
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	PK2	5					1	0	0	4	28					6	0	0	22
Viimistluskihi eraldumine	PK3	1					0	0	0	1	6					0	0	0	6
Täielik nakke puudumine	PK4.2	1					0	0	1	0	6					0	0	6	0
Auk läbi materjalikihtide	PK5	3					0	0	0	3	17					0	0	0	17
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	8	0	1	0	7					15	0	2	0	13				
Korrosioon	V/E3	2	0	0	0	2					4	0	0	0	4				
Graffiti/sodimine	V/E4	1	0	0	0	1					2	0	0	0	2				
Mikrobioloogiline kasvamine	V/E5	5	3	1	0	1					10	6	2	0	2				
Muud värvimuutused	V/E6	15	0	7	4	4					29	0	13	8	8				
Pinna ebatasasused	TP1	1	0	0	0	1					2	0	0	0	2				
Viimistluskihi pundumine	TP3	2	0	0	1	1					4	0	0	2	2				

Tabel L2.4 Avatäidete ümbruses esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste klassi esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Pragu välisnurgast	PK1.1	3	1	0	0	2					16	5	0	0	11				
Pragu sisenuurgast	PK1.2	6	3	2	0	1					32	16	11	0	5				
Piirkonnapõhine pragu	PK1.5	1	0	0	0	1					5,3	0	0	0	5				
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	PK2	1					0	0	0	1	100					0	0	0	100
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	7	0	0	1	6					37	0	0	5	32				
Graffiti/sodimine	V/E4	1	0	0	0	1					5,3	0	0	0	5				
Muud värvimuutused	V/E6	1	0	0	0	1					5,3	0	0	0	5				

Tabel L2.5 Katusejoonel esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv					Kahjustuste klassi esinemise protsent				
		Arv	A	B	C	D	[%]	A	B	C	D
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	V/E2	6	2	2	2	0	50	17	17	17	0
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E3	2	0	0	0	2	17	0	0	0	17
Graffiti/sodimine	V/E5	3	0	0	0	3	25	0	0	0	25
Muud värvimuutused	V/E6	1	0	0	0	1	8	0	0	0	8,3

Lisa 3 Veatüübid värviliste ja keskmise intensiivsusega toonidega fassaadikülgedel

Tabel L3.1 Kõikide veatüüpide esinemine värviliste toonidega fassaadikülgedel

VEATÜÜP			Veatüübi esinemine fassaadikülgedel	
			Arv	[%]
PK1 – Praod	Orienteeritud praod	PK1.1 – Välisnurk	21	8,5
		PK1.2 – Siseturk	10	4,1
		PK1.3 – Algus sokliprofiilist	16	6,5
		PK1.4 – Sokliprofiili pikipragu	4	1,6
	Mitteoriinteeritud praod	PK1.5 – Piirkonnapõhised praod	15	6,1
		PK1.6 Pundumispraod	7	2,8
PK2 – Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine			17	6,9
PK3 – Viimistluskihi eraldumine			18	7,3
PK4 – Nakke puudumine	PK4.1 – Osaline nakke puudumine		2	0,1
	PK4.2 – Täielik nakke puudumine		40	1,6
PK5 – Auk läbi materjalikhtide			17	6,9
V/E1 – Efloressents			3	1,2
V/E2 – Vihmavee ärajooksu jäljed			13	5,3
V/E3 – Korrosioon			9	3,7
V/E4 – Graffiti/sodimine			10	0,4
V/E5 – Mikrobioloogiline kasvamine			24	9,8
V/E6 – Muud värvimuutused			42	17,1
TP1 – Pinna ebatasasused			12	4,9
TP2 – Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus			2	0,8
TP3 – Viimistluskihi pundumine			9	3,7

Tabel L3.2 Sokli piirkonnas esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste klassi esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Sokliprofiilist algav pragu	PK1.3	3					2	1	0	0	14					10	5	0	0
Sokliprofiili pikipragu	PK1.4	2	0	0	0	2					5	0	0	0	5				
Piirkonnapõhine pragu	PK1.5	5	0	0	1	4					13	0	0	3	10				
Pundumispraod	PK1.6	1	0	0	0	1					3	0	0	0	3				
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	PK2	3					0	0	0	3	14					0	0	0	14
Viimistluskihi eraldumine	PK3	4					3	1	0	0	19					14	5	0	0
Osaline nakke puudumine	PK4.1	1					1	0	0	0	5					5	0	0	0
Täielik nakke puudumine	PK4.2	2					2	0	0	0	10					10	0	0	0
Auk läbi materjalikihtide	PK5	8					1	2	1	4	38					5	10	5	19
Efloressents	V/E1	1	0	0	0	1					3	0	0	0	3				
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	1	0	0	0	1					3	0	0	0	3				
Korrosioon	V/E3	1	0	0	0	1					3	0	0	0	3				
Graffiti/sodimine	V/E4	1	0	0	0	1					3	0	0	0	3				
Mikrobioloogiline kasvamine	V/E5	9	0	1	3	5					23	0	3	8	13				
Muud värvimuutused	V/E6	15	0	4	5	6					38	0	10	13	15				
Pinna ebatasasused	TP1	3	0	0	3	0					8	0	0	8	0				
Viimistluskihi pundumine	TP3	1	0	0	0	1					3	0	0	0	3				

Tabel L3.3 Välisseina piirkonnas esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Pragu välisnurgast	PK1.1	11	3	5	3	0					11	3	5	3	0				
Pragu sisenurgast	PK1.2	5	5	0	0	0					5	5	0	0	0				
Sokliprofiilist algav pragu	PK1.3	13					8	1	4	0	25					16	2	8	0
Sokliprofiili pikipragu	PK1.4	2	0	1	0	1					2	0	1	0	1				
Piirkonnapõhine pragu	PK1.5	10	0	0	0	10					12	0	0	0	12				
Pundumispraod	PK1.6	6	0	0	0	6					7	0	0	0	7				
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	PK2	14					2	2	0	10	27					4	4	0	20
Viimistluskihi eraldumine	PK3	12					4	2	2	4	24					8	4	4	8
Osaline nakke puudumine	PK4.1	1					1	0	0	0	2					2	0	0	0
Täielik nakke puudumine	PK4.2	2					2	0	0	0	4					4	0	0	0
Auk läbi materjalikihtide	PK5	9					3	1	0	5	18					6	2	0	10
Efloressents	V/E1	2	0	0	1	1					2	0	0	1	1				
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	9	2	0	3	4					9	2	0	3	4				
Korrosioon	V/E3	5	0	0	0	5					5	0	0	0	5				
Mikrobioloogiline kasvamine	V/E5	11	2	1	2	5					11	2	1	2	5				
Muud värvimuutused	V/E6	23	1	8	6	8					23	1	8	6	8				
Pinna ebatasasused	TP1	8	0	0	2	6					8	0	0	2	6				
Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus	TP2	2	1	1	0	0					2	1	1	0	0				
Viimistluskihi pundumine	TP3	8	0	0	0	8					8	0	0	0	8				

Tabel L3.4 Avatäidete ümbruses esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv					Kahjustuste esinemise protsent				
		Arv	A	B	C	D	[%]	A	B	C	D
Pragu välisnurgast	PK1.1	10	8	1	1	0	48	38	5	5	0
Pragu sisenuurgast	PK1.2	5	4	0	1	0	24	19	0	5	0
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	2	0	1	0	1	10	0	5	0	5
Korrosioon	V/E3	2	0	0	1	1	10	0	0	5	5
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E5	2	1	0	1	0	10	5	0	5	0

Tabel L3.5 Katusejoonel esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Viimistluskihi eraldumine	PK3	2					1	1	0	0	100					50	50	0	0
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	V/E2	1	0	1	0	0					11	0	11	0	0				
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E3	1	0	0	1	0					11	0	0	11	0				
Graffiti/sodimine	V/E5	2	0	2	0	0					22	0	22	0	0				
Muud värvimuutused	V/E6	4	0	3	0	1					44	0	33	0	11				
Pinna ebatasasused	TP1	1	0	0	0	1					11	0	0	0	11				

Lisa 4 Veatüübid tumedate toonidega fassaadikülgedel

Tabel L4.1 Kõikide veatüüpide esinemine tumedate toonidega fassaadikülgedel

VEATÜÜP		Veatüübi esinemine fassaadikülgedel		
		Arv	[%]	
PK1 – Praod	Orienteeritud praod	PK1.1 – Välisnurk	12	13,5
		PK1.2 – Siseturk	5	5,6
		PK1.3 – Algus sokliprofiilist	3	3,4
		PK1.4 – Sokliprofiili pikipragu	1	1,1
	Mitteorienteeritud praod	PK1.5 – Piirkonnapõhised praod	13	14,6
		PK1.6 Pundumispraod	1	1,1
PK2 – Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine		5	5,6	
PK3 – Viimistluskihi eraldumine		4	4,5	
PK4 – Nakke puudumine	PK4.1 – Osaline nakke puudumine	-	-	
	PK4.2 – Täielik nakke puudumine	1	1,1	
PK5 – Auk läbi materjalikhtide		5	5,6	
V/E1 – Efloressents		1	1,1	
V/E2 – Vihmavee ärajooksu jäljed		9	10,1	
V/E3 – Korrosioon		1	1,1	
V/E4 – Graffiti/sodimine		-	-	
V/E5 – Mikrobioloogiline kasvamine		3	3,4	
V/E6 – Muud värvimuutused		20	22,5	
TP1 – Pinna ebatasasused		2	2,2	
TP2 – Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus		1	1,1	
TP3 – Viimistluskihi pundumine		2	2,2	

Tabel L4.2 Sokli piirkonnas esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste klassi esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Algus sokliprofiilist	PK1.3	1					0	1	0	0	20					0	20	0	0
Sokliprofiili pikipragu	PK1.4	1	0	0	0	1					17	0	0	0	17				
Piirkonnapõhine pragu	PK1.5	2	0	0	1	1					33	0	0	17	17				
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	PK2	1					0	0	0	1	20					0	0	0	20
Viimistluskihi eraldumine	PK3	1					0	0	0	1	20					0	0	0	20
Täielik nakke puudumine	PK4.2	1					0	1	0	0	20					0	20	0	0
Auk läbi materjalikihtide	PK5	1					0	0	0	1	20					0	0	0	20
Elforessents	V/E1	1	0	0	0	1					17	0	0	0	17				
Mikrobioloogiline kasvamine	V/E5	1	0	0	0	1					17	0	0	0	17				
Muud värvimuutused	V/E6	2	0	0	1	1					33	0	0	17	17				

Tabel L4.3 Välisseina piirkonnas esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv								Kahjustuste klassi esinemise protsent									
		Arv	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4	[%]	A	B	C	D	KP1	KP2	KP3	KP4
Pragu välisnurgast	PK1.1	3	3	0	0	0					6	6	0	0	0				
Pragu sisenurgast	PK1.2	4	3	1	0	0					8	6	2	0	0				
Sokliprofiilist algav pragu	PK1.3	2					1	0	1	0	15					8	0	8	0
Piirkonnapõhine pragu	PK1.5	11	0	0	1	10					22	0	0	2	20				
Pundumispraod	PK1.6	1	0	0	0	1					2	0	0	0	2				
Tugevduskohtadelt kattekihi eraldumine	PK2	4					0	0	1	3	31					0	0	8	23
Viimistluskihi eraldumine	PK3	3					2	0	1	0	23					15	0	8	0
Auk läbi materjalikihtide	PK5	4					1	0	2	1	31					8	0	15	8
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	5	0	0	2	3					10	0	0	4	6				
Korrosioon	V/E3	1	0	0	0	1					2	0	0	0	2				
Mikrobioloogiline kasvamine	V/E5	2	1	1	0	0					4	2	2	0	0				
Muud värvimuutused	V/E6	17	1	5	6	5					35	2	10	12	10				
Pinna ebatasasused	TP1	2	0	0	0	2					4	0	0	0	4				
Soojusisolatsiooniplaatide vaheliste vuukide nähtavus	TP2	1	0	1	0	0					2	0	2	0	0				
Viimistluskihi pundumine	TP3	2	0	0	0	2					4	0	0	0	4				

Tabel L4.4 Avatäidete ümbruses esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste ja klassi esinemise arv					Kahjustuste klassi esinemise protsent				
		Arv	A	B	C	D	[%]	A	B	C	D
Pragu välisnurgast	PK1.1	9	7	2	0	0	75	58	17	0	0
Pragu sisenuurgast	PK1.2	1	1	0	0	0	8,3	8,3	0	0	0
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	2	0	2	0	0	17	0	17	0	0

Tabel L4.5 Katusejoonel esinenud kahjustused ja kahjustuste klassid

Veatüüp	Tähis	Kahjustuste esinemise arv					Kahjustuste esinemise protsent				
		Arv	A	B	C	D	[%]	A	B	C	D
Vihmavee ärajooksu jäljed	V/E2	2	1	0	1	0	67	33	0	33	0
Muud värvimuutused	V/E6	1	0	0	0	1	33	0	0	0	33

Lisa 5 Hoonete üldinfo ja kahjustuste tabelid

Tabel L5.1 Hoonete üldinfo

JRK NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL <30 cm	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADI ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADI LÄHEDES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED									
										m	m	JAH/E I	JAH/E I	JAH/E I	JAH/E I	JAH/E I	JAH/E I	JAH/E I	JAH/E I	LAI/KITSAS	MATERJAL	JAH/ EI										
1	kool	2019	suvi	väikeplok/tellis	V 30 cm	krohv	mineraalkrohv	mineraalvill	tumehall	PÕHI	35 m	<10m	JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI									
										LÕUNA	hoone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
										IDA	-	>20m	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	ASFALT	EI										
										LÄÄS	-	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	EI										
2	kortermaja	2015	teadmata	väikeplok/tellis	V 30 cm	viimistlemata	mineraalkrohv	EPS	keskmise hall	PÕHI	28 m	-	JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	ASFALT	JAH									
										LÕUNA	65 m	<10m	EI	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	JAH	LAI	MURU	JAH							
										IDA	45 m	<20m	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	JAH	EI	LAI	ASFALT	EI									
										LÄÄS	20 m	<10m	EI	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	JAH	EI	LAI	MURU	JAH									
3	kortermaja	teadmata	teadmata	väikeplok/tellis	V 30 cm	krohv	mineraalkrohv	EPS	roheline / sinine	PÕHI	70 m	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	LAI / KITSAS	ASFALT/SILLU TIS	JAH									
										LÕUNA	13 m	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	ASFALT	EI									
										IDA	9 m	<10m	JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	EI	EI	LAI	MAAPIND	EI									
										LÄÄS	18 m	>10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	KITSAS	SILLUTIS	JAH									

JRK NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADII ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADII LÄHEDUSES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED	
																				LAI/KITSAS	MATERJAL			JAH/ EI
4	kool	2019	sügis	väikeplokk/tellis	V30	sokliplaat	silikoorkrohv	EPS	PÕHI	helekollane	16 m	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	KITSAS	BETOONPANDUS	EI	
									LÕUNA		37 m	<10m	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	KITSAS	BETOONPANDUS	EI	
									IDA		30 m	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	BETOONPANDUS	EI	
									LÄÄS		40 m	<10m	JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	BETOONPANDUS	EI	
5	korterimaja	2017	teadmata	puut	V30	krohv	mineraalkrohv	EPS	PÕHI	helekollane	11 m	>10m	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	BETOONPANDUS	JAH	
									LÕUNA		17 m	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	BETOONPANDUS	JAH	
									IDA		23 m	<10m	EI	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	EI	KITSAS	BETOONPANDUS	JAH	
									LÄÄS		12 m	<10m	EI	JAH	JAH	JAH	EI		JAH	EI	KITSAS	BETOONPANDUS	JAH	
6	haigla	2015	teadmata	väikeplokk/tellis	V30	viimistlemata	siloksaankrohv	mineraalvill	PÕHI	valge	14 m	-	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	LAI	MURU	JAH	H- korpus
									LÕUNA		-	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	MURU	JAH	
									IDA		22 m	>20m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	MURU	JAH	
									LÄÄS		hoone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

JRK NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADII ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADII LÄHEDUSES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED
																				LAI/KITSAS	MATERJAL		
7	büroohoone	2018	teadmata väikeplokk/teilis	,	,	siliksaankrohv	mineraalvill	PÕHI	must	tänav	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	EI	JAH	KITSAS	SILLUTIS	JAH	soojuskiirjust peegeldav
								LÕUNA		13	<10 m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	EI	JAH	KITSAS	KILLUSTIK	JAH	
								IDA		parkla	-	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	EI	KITSAS	SILLUTIS	EI	
								LÄÄS		parkla		JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	EI	EI	LAI	SILLUTIS	EI	
8	kool	2012	kevad	raudbetoonpaneel	sokliplaat	mineraalkrohv / akrüülkrohv	mineraalvill	PÕHI	oranž / tumehall	>100 m	-	JAH	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	KITSAS	SILLUTIS	JAH	talvise krohviseguga
								LÕUNA OTS 1	tumehall / valge	>100 m	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	KITSAS	SILLUTIS	EI	
								LÕUNA OTS 2	tumehall	>100 m	-	JAH	JAH	EI	EI	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	SILLUTIS	EI	
								LÕUNA SISE 1	hall	35m	-	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	LAI	SILLUTIS	EI	
								LÕUNA SISE 2	tumehall / oranž	-	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	KITSAS	SILLUTIS	JAH	
								LÕUNA SISE 3	hall	35m	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	SILLUTIS	EI	
								IDA	tumehall / helehall	>100 m	>20m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	SILLUTIS	JAH	
								LÄÄS	hall / tumehall	>100 m	>10m	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	SILLUTIS	JAH	

JRK NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADII ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADII LÄHEDUSES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED									
																				<30 cm	LAI/KITSAS			MATERJAL	JAH/ EI							
9	kool	2019	kevad	väikeplokk/tellis	v 30 cm	fassaaditellis	polümeerkrohv	EPS	PÕHI	helekollane	-	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	EI									
									LÕUNA OTS 1	valge	30 m	-	EI	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	EI									
									LÕUNA OTS 2	helekollane	>100 m	-	JAH	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	JAH	KITSAS	SILLUTIS	EI									
									LÕUNA SISE 1	valge	35 m	-	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	LAI	SILLUTIS	EI									
									LÕUNA SISE 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
									LÕUNA SISE 3	helekollane	35 m	-	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	LAI	SILLUTIS	EI									
									IDA	helekollane	>100 m	-		JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	KISAS	BETOONPANDU S	JAH									
									LÄÄS	valge	>100 m	-	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	BETOONPANDU S	JAH									
10	kortermaja	2021	talv	väikeplokk/tellis	-	-	mosaiikkrohv	EPS	PÕHI	must / tumehall	hoone		JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	ASFALT	EI									
									LÕUNA		park		EI	JAH	JAH	EI	JAH	EI	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	EI									
									IDA		hoone	3	EI	JAH	JAH	EI	JAH	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	JAH									
									LÄÄS		17		EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI									

JRK NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADI ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADI LÄHEDUSES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED
																				<30 cm	LAI/KITSAS		
11	polikliinik	2020	teadmata	väikeplokk/tellis	V 30 3	krohv	siikoonkrohv / mineraalvill	PÕHI	tumehall	tänav		EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	MURU	JAH	
								LÕUNA		15		EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	MURU	JAH	
								IDA		40		JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI	
								LÄÄS		parkla		JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI	
12	kortermaja	2019	talv	väikeplokk/tellis	V 30 3	kirjukivikrohv	mineraalkrohv mineraalvill	PÕHI	oranž	25	<10m	EI	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	EI	LAI	SILLUTIS	JAH	
								LÕUNA		26	<10m	JAH	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	KITSAS	SILLUTIS	JAH	
								IDA		17	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	SILLUTIS	JAH	
								LÄÄS		25	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI		JAH	EI	LAI	SILLUTIS	JAH	
13	lasteaed	2019	suvi	väikeplokk/tellis	V 30 3	krohv	mineraalkrohv EPS	PÕHI	tumeroheline / tumekollane	56 m	>10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	JAH	
								LÕUNA 1		-	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	EI	
								LÕUNA 2		-	<10m	EI	JAH	JAH	EI	JAH	EI	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	JAH	
								IDA		23 m	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	KITSAS	SILLUTIS	JAH	
								LÄÄS 1		-	<20m	EI	JAH		EI	EI	EI	EI	JAH	LAI	SILLUTIS	JAH	
								LÄÄS 2		-	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	SILLUTIS	JAH	

JRK NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADI ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADI LÄHEDES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED	
																				LAI/KITSAS	MATERJAL			JAH/ EI
14	eramu	2017	sügis	monoliitne raudbetoon	^30 E	krohv	mineraalkrohv	EPS	must / valge	PÕHI	10	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	JAH	pundumised olid varasemalt parandatud
										LÕUNA	17	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	TERRASS	EI	
										IDA	tänav	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	JAH	
										LÄÄS	-	-	EI	JAH	JAH	EI	JAH	EI	JAH	LAI	TERRASS	JAH		
15	ärihoone-korterelamu	2015	teadmata	väikeplokki/tellis	>30cm	krohv	teadmata	EPS	keskmine hall	PÕHI 1	40 m	-	JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI	
										PÕHI 2	32 m	-	JAH	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI	
										PÕHI 3	12 m	<10m	EI	EI	EI	EI	EI	EI	JAH	KITSAS	BETOONPANDUS	JAH		
										LÕUNA	5 m	-	EI	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	KITSAS	BETOONPANDUS	JAH		
										IDA	20 m	-	JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	JAH	
										LÄÄS	22 m	>10m	EI	EI	JAH	EI	EI	EI	JAH	KITSAS	BETOONPANDUS	JAH		

JRK NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADI ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADI LÄHEDES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED							
																				LAI/KITSAS	MATERJAL			JAH/ EI						
16	eramu	2021	kevad	raudbetoonpaneel	<30cm	krohv	teadmata	EPS	must / valge	PÕHI	55 m	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	TERRASS	JAH							
										LÕUNA	-	-	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	EI	JAH	JAH	LAI	SILLUTIS	JAH							
										IDA	-	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	SILLUTIS	JAH							
										LÄÄS	13 m	-	EI	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	TERRASS	JAH							
17	kortermaja	2009	sügis	väikeplokk/tellis	> 30 cm	krohv	kirjukivikrohv/mineraal	EPS	tumekollane	PÕHI	10m	<10 m	JAH	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	EI	LAI	ASFALT	EI							
										LÕUNA	tänav	<10 m	EI	JAH	JAH	JAH	EI	JAH	JAH	JAH	LAI	ASFALT	JAH							
										IDA	hoone	-	JAH	JAH	EI	EI	EI	EI	EI	EI	LAI	ASFALT	EI							
										LÄÄS	12 m	<10 m	JAH	JAH	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	LAI	ASFALT	EI							
18	ärihoone	teadmata	teadmata	raudbetoonpaneel	< 30 cm ja 0	-	mineraalkrohv	EPS	PÕHI	lilla / sinine / kollane	34	>20 m	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI							
										LÕUNA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
										IDA	helepruun / sinine	parkla	-	JAH	JAH	EI	EI	EI	EI	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI						
										LÄÄS	lilla / punane	24	<10 m	EI	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	LAI	ASFALT	EI						

JR NR	OBJEKTI LIIK	HOONE FASSAADITÖÖDE	FASSAADITÖÖDE TEOSTAMISE ALUSFASSAAD	SOKKEL	SOKLI VIIMISTLUS	FASSAADIVIIMISTLUS	SOOJUSTUSMATERJAL	FASSAADII ORIENTATSIOON	FASSAADIVÄRV	HOONESTUS	KÕRGHALJASTUS	PARKIMINE	LIIKUMISVÕIMALUS FASSAADII LÄHEDUSES ca 2m	AVAUSED	AVAUSED SOKLI TASAPINNAS	RÕDUKONSTRUKTSIOON	VARIKATUS	DETAILID/LÄBIVIIGUD	SISENURGAD	MAAPIND SOKLI ÜMBRUSES		MADALHALJASTUS	MÄRKUSED
																				<30 cm	LAI/KITSA S		
19	ärihoone-korterelamu	2018	sügis	väikeplokk/tellis	V 30 E	sokliplaat	mineraalkrohv	EPS	keskmine hall/tumehall	8 m	-	EI	JAH	EI	EI	EI	JAH	EI	JAH	KITSAS	BETOONPANDU S	EI	
										tänav	<10m	EI	JAH	JAH	EI	EI	JAH	EI	JAH	KITSAS	BETOONPANDU S	JAH	
										tänav	-	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	KITSAS	BETOONPANDU S	JAH	
										7 m	-	JAH	JAH	JAH	EI	EI	JAH	JAH	JAH	KITSAS	BETOONPANDU S	EI	

Tabel L5.2 Hooneosade kahjustused fassaadikülgedel

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK														V/E						TP			Objekti seisukord			
			PK1				PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4	V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3									
			PK1.1		PK1.2				PK1.3												PK1.4		PK1.5		PK1.6		PK4.1	PK4.2	
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K			
1	PÕHI	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN	3/4	A	0,2	1/2	B	0,1																					
		AVATÄITED	6/10	B	0,1	7/10	A	0,1																					
		KATUSEJOON																											
	LÄÄS	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN	1/3	B	-																								
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN																											
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
IDA	SOKKEL																												
	VÄLISSEIN																												
	AVATÄITED																												
	KATUSEJOON																												
2	PÕHI	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN	1/2	B	0,1	4/4	A	0,2																					
		AVATÄITED	21/26	A	0,1																								
		KATUSEJOON																											
	LÄÄS	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN																											
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN																											
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
IDA	SOKKEL																												
	VÄLISSEIN																												
	AVATÄITED																												
	KATUSEJOON																												

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK															V/E						TP			Objekti seisukord			
			PK1				PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4	V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3										
			PK1.1	PK1.2	PK1.3	PK1.4			PK1.5	PK1.6											PK4.1	PK4.2								
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K	K			
7	LÄÄS	SOKKEL																												
		VÄLISSEIN																												
		AVATÄITED	1/1	A	-																									
		KATUSEJOON																												
	LÕUNA	SOKKEL																												
		VÄLISSEIN									D	-										C								
		AVATÄITED	16/16	A	0,4																B									
		KATUSEJOON									D	-										A								
	PÕHI	SOKKEL																												
		VÄLISSEIN									D	-										C								
		AVATÄITED																			B									
		KATUSEJOON																												
IDA	SOKKEL																													
	VÄLISSEIN											D									D									
	AVATÄITED																													
	KATUSEJOON																													

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK														V/E						TP			Objekti seisukord					
			PK1														PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4		V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3
			PK1.1			PK1.2			PK1.3		PK1.4		PK1.5		PK1.6				PK4.1	PK4.2											
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K				
8	LÕUNA OTS 1	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN	2/3	A	-			KP4	-			D	-			KP3	KP1								B	A			D		
		AVATÄITED																													
		KATUSEJON																													
	LÕUNA SISE 1	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN							KP1																						
		AVATÄITED																													
		KATUSEJON																													
	LÕUNA SISE 2	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN							KP1	-			D	-													D	D			
		AVATÄITED	4/4	A	0,4																										
		KATUSEJON																										D			
	LÕUNA SISE 3	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN										D																			
		AVATÄITED																													
		KATUSEJON																													
	LÕUNA OTS 1	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN																													
		AVATÄITED							KP1																						
		KATUSEJON																													
	IDA	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN	1/3	B	0,2																										
		AVATÄITED																													
		KATUSEJON															KP4														
PÕHI	SOKKEL																														
	VÄLISSEIN													D	0,2	KP4	KP3									A	C				
	AVATÄITED																														
	KATUSEJON																														
LÄÄS	SOKKEL																														
	VÄLISSEIN							KP1	-					C	-												D	C			
	AVATÄITED	11/16	A	-																											
	KATUSEJON																														

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK																	V/E						TP			Objekti seisukord
			PK1						PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4	V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3							
			PK1.1		PK1.2		PK1.3				PK1.4												PK1.5		PK1.6		PK4.1	PK4.2	
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K			
9	LÄÄS	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN						KP1	-																	B			
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA OTS 1	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN																								B			
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA SISE 1	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN							KP1	-																B			
		AVATÄITED																			D								
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA SISE 3	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN							KP4																				
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA OTS 2	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN							KP4																	B			
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
	IDA	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN																											
		AVATÄITED																			D					D			
		KATUSEJOON																											
	PÕHI	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN																								B			
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK														V/E						TP			Objekti seisukord					
			PK1														PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4		V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3
			PK1.1			PK1.2			PK1.3		PK1.4		PK1.5		PK1.6				PK4.1	PK4.2											
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K			
12	IDA	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN	2/2	A	0,1																							C	D		
		AVATÄITED	2/4	A	0,2																										
		KATUSEJOON																													
	PÕHI	SOKKEL																		KP4											
		VÄLISSEIN	2/2	A	0,1															KP4								D			
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													
	LÄÄS	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN							KP4	0,3						D	0,1											D			
		AVATÄITED	4/4	A	0,2																										
		KATUSEJOON																													
	LÕUNA	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN							KP4	0,6							KP4											D			
		AVATÄITED	24/30	A	0,2																										
		KATUSEJOON																													

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK													V/E						TP			Objekti seisukord				
			PK1												PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4	V/E5		V/E6	TP1	TP2	TP3
			PK1.1			PK1.2			PK1.3		PK1.4		PK1.5				PK1.6												
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K	K		
13	PÕHI	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN	2/4	B	0,3			KP1	0,1						KP4	KP3													
		AVATÄITED				2/12	C	0,1																					
		KATUSEJOON																											
	LÄÄS 1	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN	2/2	A	0,3						D	0,1	D	0,9	KP4														D
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA 1	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN						KP1	1			D				KP2				D	A					B			D
		AVATÄITED	2/6	B	0,7																								
		KATUSEJOON																											
	LÄÄS 2	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN						KP1				D	-	D	0,7	KP4											D		D
		AVATÄITED	1/4		2																								
		KATUSEJOON																											
	LÕUNA 2	SOKKEL																											
		VÄLISSEIN												D	0,1	KP2	KP4										B		D
		AVATÄITED																											
		KATUSEJOON																											
IDA	SOKKEL						KP2	0,3			D	0,1														B			
	VÄLISSEIN						KP1	1													D								
	AVATÄITED																												
	KATUSEJOON																												

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK																V/E						TP			Objekti seisukord			
			PK1						PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4	V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3									
			PK1.1			PK1.2					PK1.3												PK1.4		PK1.5		PK1.6		PK4.1	PK4.2	
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K			
14	IDA	SOKKEL										B	1,8				KP3	KP2													
		VÄLISSEIN	2/3	A	0,3						KP1	2,5																			
		AVATÄITED	2/2	A	1	1/2	B																								
		KATUSEJOON																													
	PÕHI	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN																KP1													
		AVATÄITED																KP4	KP4												
		KATUSEJOON																													
	LÄÄS	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN	2/4	B	0,5													KP4													
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													
	LÕUNA	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN				1/5	C	-										KP1													
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK														V/E						TP			Objekti seisukord						
			PK1				PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4	V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3												
			PK1.1		PK1.2				PK1.3	PK1.4											PK1.5	PK1.6	PK4.1	PK4.2								
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K						
15	IDA	SOKKEL																KP1						C	D				C			
		VÄLISSEIN	1/4	C	0,1			KP4	0,5																							
		AVATÄITED				4/4	A	0,2																								
		KATUSEJOON																														
	PÕHI 1	SOKKEL																KP4						D	D				D			
		VÄLISSEIN													KP4					D				C	B	D						
		AVATÄITED																														
		KATUSEJOON																		B				B		D						
	PÕHI 2	SOKKEL																						C	D				C			
		VÄLISSEIN																				D		C	D							
		AVATÄITED																														
		KATUSEJOON																														
	PÕHI 3	SOKKEL																KP3						B	C				D			
		VÄLISSEIN																		A				A		C	A					
		AVATÄITED																														
		KATUSEJOON																				C			B							
	LÄÄS	SOKKEL																KP4						D	C				D			
		VÄLISSEIN																KP4						D								
		AVATÄITED	2/8	C	0,2															D												
		KATUSEJOON																								B						
LÕUNA	SOKKEL																							D				C				
	VÄLISSEIN	1/7	C	0,2	3/4	A	0,1	KP4	0,1	B	1,2						KP4						D	B								
	AVATÄITED																															
	KATUSEJOON																							B								

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK															V/E						TP			Objekti seisukord	
			PK1				PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4	V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3								
			PK1.1	PK1.2	PK1.3	PK1.4			PK1.5	PK1.6											PK4.1	PK4.2	K	K	K	K		K
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K		
16	LÕUNA	SOKKEL																										
		VÄLISSEIN				2/2	A	0,1																				B
		AVATÄITED	3/4		3,5																							
		KATUSEJOON																										
	LÄÄS	SOKKEL																										
		VÄLISSEIN																										D
		AVATÄITED																										D
		KATUSEJOON																										
	PÕHI	SOKKEL																										
		VÄLISSEIN																										D
		AVATÄITED																										D
		KATUSEJOON																										
IDA	SOKKEL																											
	VÄLISSEIN																										D	
	AVATÄITED				2/2	A	0,2																				D	
	KATUSEJOON																											
17	IDA	SOKKEL																										
		VÄLISSEIN				6/6	A	-																			D	
		AVATÄITED																										D
		KATUSEJOON																										
	LÕUNA	SOKKEL																										
		VÄLISSEIN																										D
		AVATÄITED																										D
		KATUSEJOON																										
	LÄÄS	SOKKEL																										
		VÄLISSEIN	1/4	C	0,2																							D
		AVATÄITED	34/38	A	0,5																							D
		KATUSEJOON																										
PÕHI	SOKKEL																											
	VÄLISSEIN																										D	
	AVATÄITED																										D	
	KATUSEJOON																											

JRK NR	FASSAADI SUUND	PIIRKOND	PK														V/E						TP			Objekti seisukord					
			PK1														PK2	PK3	PK4		PK-5	V/E1	V/E2	V/E3	V/E4		V/E5	V/E6	TP1	TP2	TP3
			PK1.1			PK1.2			PK1.3		PK1.4		PK1.5		PK1.6				PK4.1	PK4.2											
A/KA	K	[mm]	A/KA	K	[mm]	KP	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	K	[mm]	KP	KP	KP	KP	KP	K	K	K	K	K	K	K	K	K				
18	LÄÄS	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN									D	0,2				KP1										B	D				
		AVATÄITED				2/2	A	0,4																							
		KATUSEJOON																													
	PÕHI	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN									D	0,1				KP1											C	D			
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													
	IDA	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN														KP1	KP3									B	C	B	D		
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													
LÕUNA	SOKKEL																														
	VÄLISSEIN																														
	AVATÄITED																														
	KATUSEJOON																														
19	IDA	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN	9/19	B	2,5	12/14	A	0,5								KP4										D			C		
		AVATÄITED	12/30	B	0,2																										
		KATUSEJOON																													
	PÕHI	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN																										B	B		
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													
	LÄÄS	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN																													
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													
	LÕUNA	SOKKEL																													
		VÄLISSEIN	2/4	B	0,2						D	1,2	D	0,2			KP4											B			
		AVATÄITED																													
		KATUSEJOON																													