1918
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Niiskuse mõju õhekrohvi süsteemi toimivusele

Teadmistepõhine ehitus 2016
Swissôtel Tallinn, Tornimäe 3 - 03.05.2016

Ehitusteaduskond
Ehitustootluse instituut
Ehitusmaterjalide õppetool
assistent & doktorant Eneli Liisma

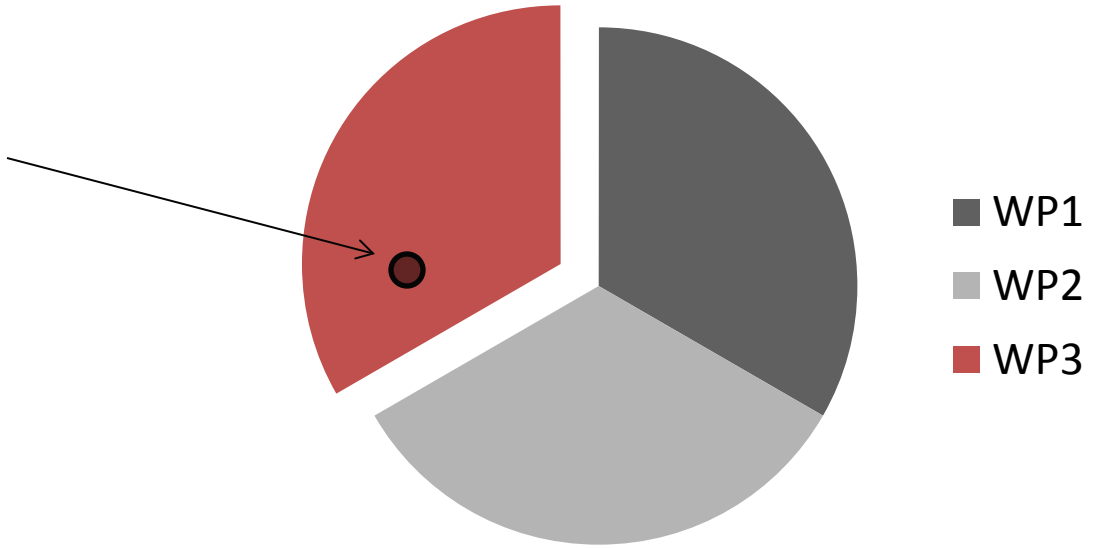
Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond
Eesti tuleviku heaks
Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council

Sissejuhatus

IUT1-15 project **“Nearly-zero energy solutions and their implementations on deep renovation of buildings”** – Estonian Research Council

- WP1 – Building physics, energy performance and indoor climate
- WP2 – Service systems
- WP3 – Building materials, technology, management

Tänane ettekanne!



Lühiloengu sisukord:

- Olulised faktid
- Krohvisüsteemist üldiselt
- Keskkonna mõjust krohvisüsteemile
- Näiteid visuaaluuringutest + laborikatsetest
- Kokkuvõte

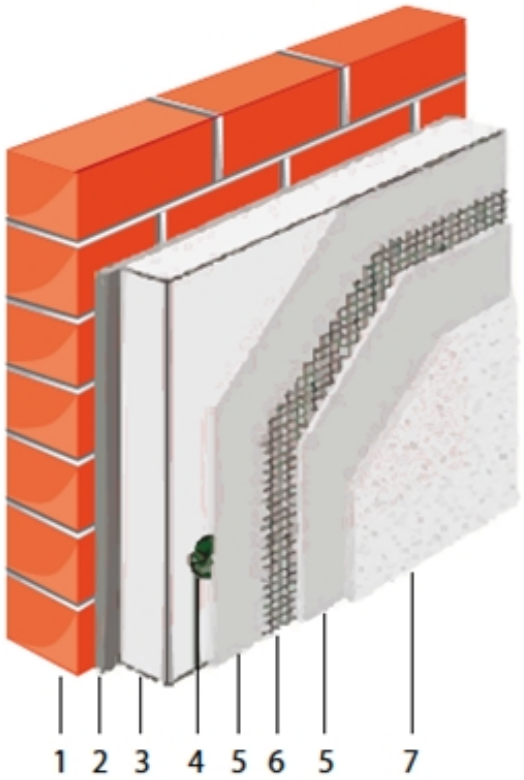
Faktid

- Paneelmajade ehitus – periood 1950...1990 (>80%)
- Hoone eluiga – 50...70 aastat
- Uued nõuded energiatõhususele
- Kaasaja trend ehituses – liginullenergia hooned

Enim kasutatav lahendus

ETICS – **E**xternal **T**hermal **I**nsulation **C**omposite **S**ystems

SILS – **S**oojus**I**solatsiooni **L**iit**S**üsteem



1. Vana hoone sein (kivimaterjal)
2. Liim
3. Soojustusplaat
4. Soojustusplaadi kinniti (fassaaditüübel)
5. Armeerimisliim
6. Klaaskiudvõrk
7. Viimistluskrohv

Esimesed ETICS lahendused
- ~1940 (Rootsi)
- ~1950 (Saksamaa)

Süsteemile esitatavad nõuded

KOMPLEKTEERITUD EHITUSMATERJALIDE SÜSTEEM	**TEHNILINE ALUSDOKUMENT**
ETICS = SILS	ETAG 004 Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering*
	ETA sertifikaat

* http://www.eota.eu/en-GB/content/archive-of-etags-used-as-ead/26/

EESTIS ei ole ETAG 004 kohustuslik!

CE

Kuidas Eestis ehitatakse – mida järgitakse?

ETICS=SILS komplekteeritakse selliselt, et komponentidel oleks:

- **Tootmisohje sertifikaat**
- **Toimivusdeklaratsioon**
- **Vastavus tuletundlikkusele**

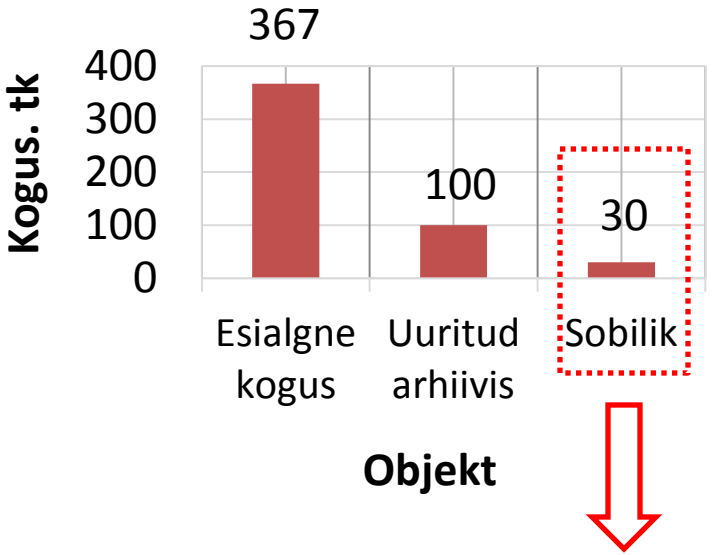
€

AGA süsteemne toimivus?

ETICS'i komponentidele esitatavad nõuded

ETICS'i komponent	Tootestandard
Soojustusplaadi kleepesegu	EVS-EN 998-1
Soojustus – MW	EVS-EN 13162
Soojustus – EPS	EVS-EN 13163
Soojustus – XPS	EVS-EN 13164
Fassaaditüübel	ETAG 014
Armeerimisliim	EVS-EN 998-1
Armeerimisvõrk	ISO 1887
Krohv (mineraalne)	EVS-EN 998-1
Krohv (polümeerne)	EVS-EN 15824

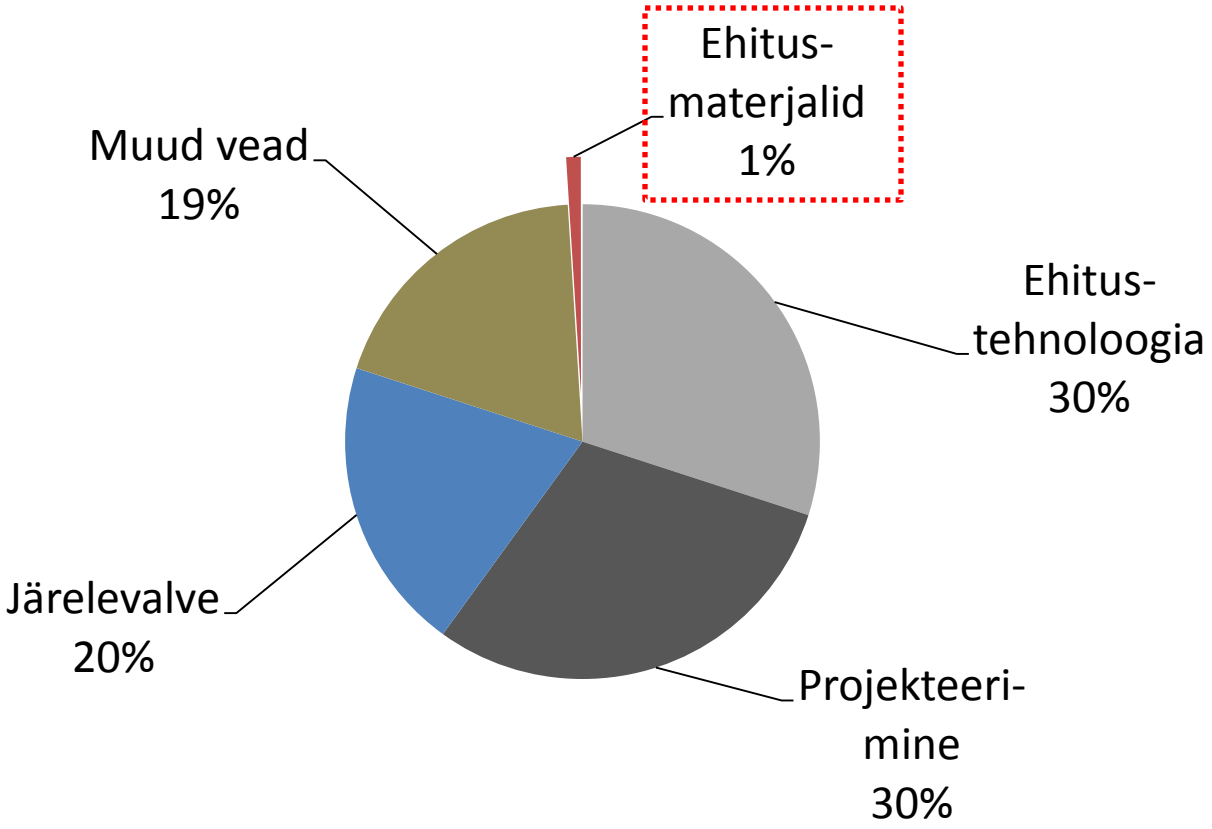
Timo Kaus MSc töö
Renoveeritud objektid (2009-2014)
Tallinna näitel – info kasutusloast



~ 45 % ETA

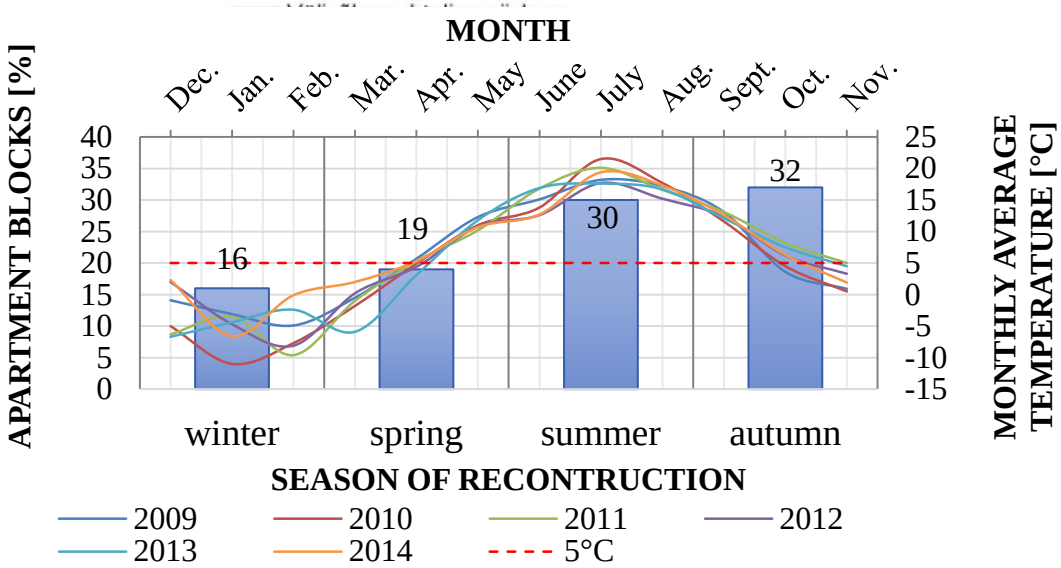
Ehitusvigade tekkest üldiselt

ETICS'i lahenduste vead EL statistika põhjal:



Väliskeskkonna niiskuse/vee mõju krohvisüsteemile

- Suhteline õhuniiskus
- Sademed
- Pinnaseniiskus



** Raili Sepri MSc töö*

Krohvi peamised valikuvõimalused soojustatud fassaadile

KROHVIDE JAOTUS

MINERAALNE
(sideaine - tsement)

POLÜMEERNE
(~10% polümeere)

SILIKAATKROHVID

SILIKOONKROHVID

AKRÜÜLKROHVID

SILOKSAANKROHVID

Väliskeskkonna mõju ja krohvisüsteemi komponentide *võtmeomadused*

KAPILLAARNE VEEIMAVUS

Klass	**MINERAALNE KROHV** (EVS-EN 998-1)	**POLÜMEERNE KROHV** (EVS-EN 15824)
	Väärtus, kg/(m^2·min$^{0.5}$)	
W0	Ei ole spetsifitseeritud	-
W1	C ≤ 0.40	> 0.5
W2	C ≤ 0.20	≤ 0.5 ... > 0.1
W3	-	≤ 0.1

EVS-EN 1015-18 EVS-EN 1062-3 KATSEMETOODIKA

Väliskeskkonna mõju ja krohvisüsteemi komponentide *võtmeomadused*

VEEAURU LÄBILASKVUSTEGUR/DIFUSIOONITAKISTUSTEGUR

Klass	**MINERAALNE KROHV** (EVS-EN 998-1)	**POLÜMEERNE KROHV** (EVS-EN 15824)	
	μ väärtus, -	**V, g/(m²·d)**	**S_d, m**
V1	- *	> 150	< 0.14
V2	- *	≤ 150 ... > 15	≥ 0.14 ... < 1.4
V3	- *	≤ 15	≥ 1.4

EVS-EN 1015-19 EN ISO 7783-2 KATSEMETOODIKA

***** ≤ Deklareeritud väärtus $S_d = \mu \cdot d$

Väliskeskkonna mõju ja krohvisüsteemi komponentide *võtmeomadused*

KÜLMAKINDLUS

MINERAALNE KROHV (EVS-EN 998-1)	**POLÜMEERNEKROHV** (EVS-EN 15824)
EN kohane katsestandard puudub	Vajalik määrata kui w > 0.5
- *	Nakketugevus > 0.30 MPa

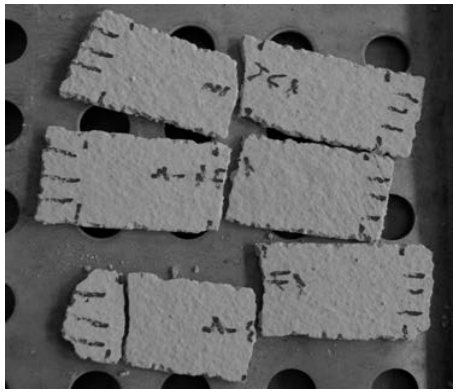
KATSEMETOODIKA
EN 13687-3

***** On teinekord määratud GOST'i standardi põhiselt – F(tsüklite arv)

Väliskeskkonna mõju ja krohvisüsteemi komponentide *võtmeomadused*

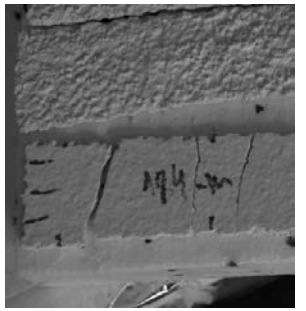
PAISUMINE/KAHANEMINE

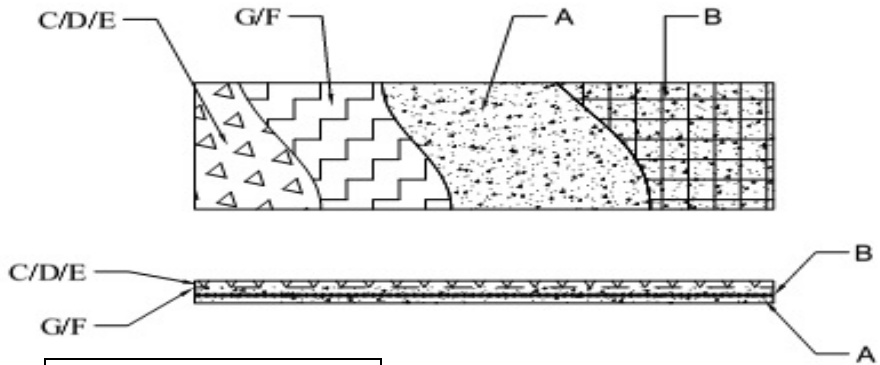
MINERAALNE KROHV (EVS-EN 998-1)	**POLÜMEERNEKROHV** (EVS-EN 15824)
EN kohane katsestandard puudub	



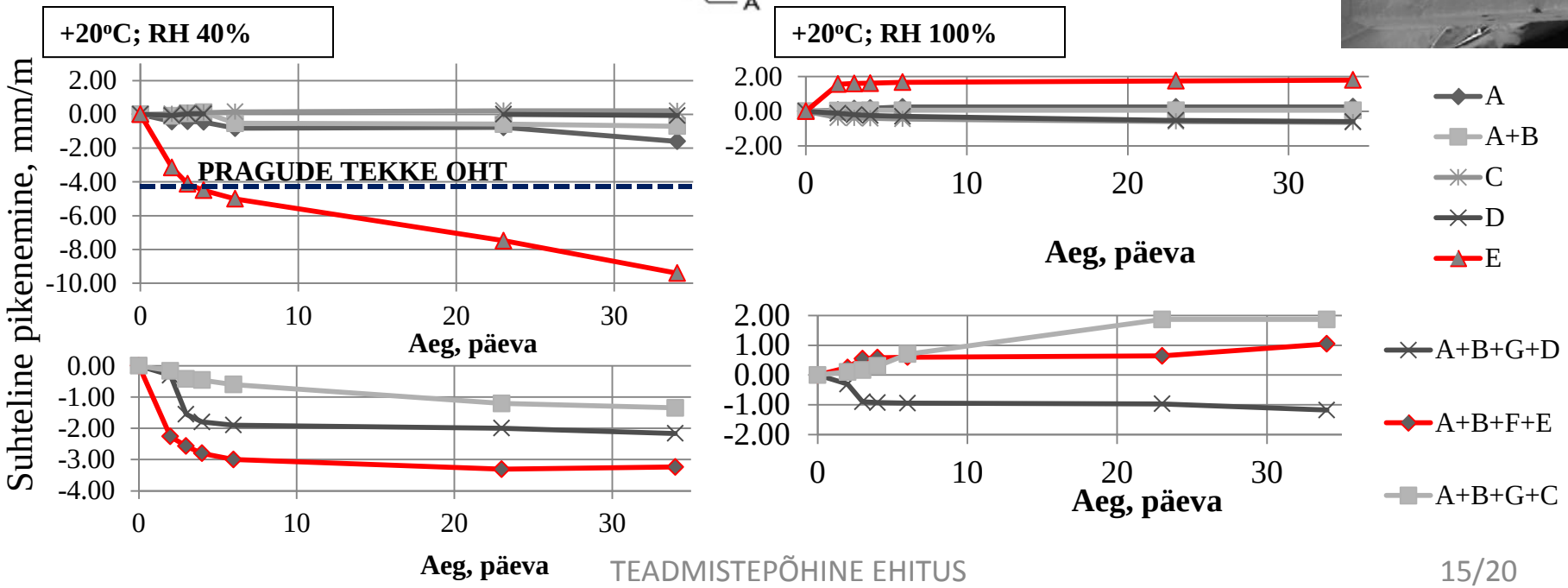
Eksperimentaalsed laboritestid

Krohvisüsteemide mahumuutused – *THIN LAYER PÕHIMÕTTEL*



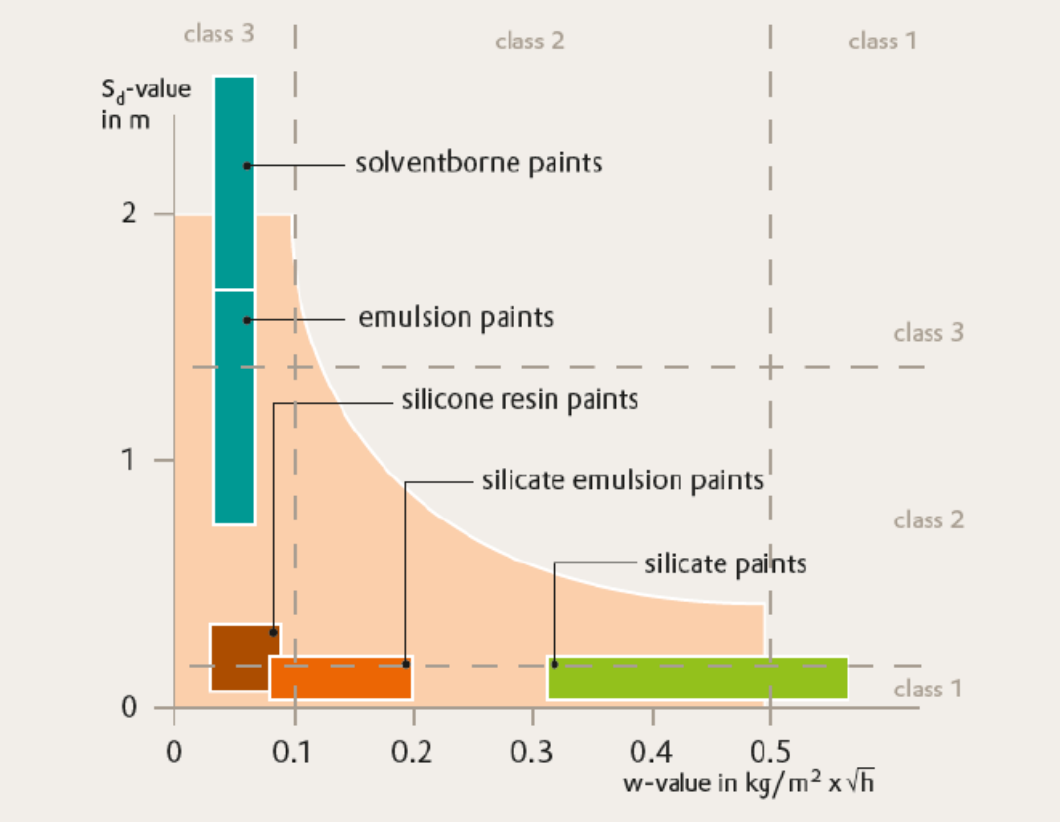


G – mineraalne krunt/F - akrüülkrunt
A – armeerimissegu
B – klaaskiudvõrk
C – silikoon-/ D – akrüül-/E – mineraalne krohv

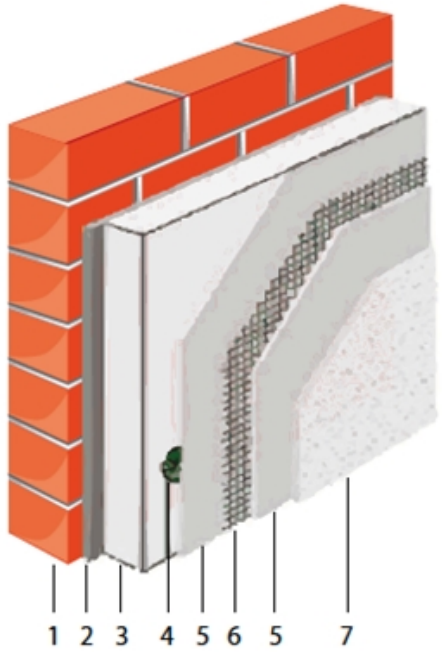


Mida nende omadustega peale hakata?

Künzel'i fassaadi projekteerimise põhimõtted



$S_{d1} > S_{d2} > S_{d3} > \ldots > S_{dn}$



Kust saab infot konkreetse krohvisüsteemi komponendi *võtmeomaduste* kohta?

- Toimivusdeklaratsioon
- CE-märk

SAKRET PLUS®

TOIMIVUSDEKLARATSIOON

1. Tootetüübi kordumatu identifitseerimiskood: Nr. 830

   Kasutusvalmis dekoratiivkrohv
   AP/B-1; AP/B-1,5; AP/B-2; AP/B-3; AP/L-2; AP/L-3

2. Tüübi-, partii- või seerianumber või muu element, mis võimaldab ehitustoote identifitseerimist artikli 11 lõike 4 alusel:

   Tootmise kuupäev: märgitud toote pakendil.

3. Tootja poolt ettenähtud ehitustoote kavandatud kasutusotstarve või otstarbed kooskõlas kohaldatava ühtlustatud tehnilise kirjeldusega: **Kasutusvalmis dekoratiivne akrüülkrohv, sise- ja välistöödeks.**

4. Artikli 11 lõike 5 nõutud tootja nimi, registreeritud kaubanimi või registreeritud kaubamärk ja kontaktaadress:
   OOO"SAKRET PLUS","Rītvari", Rumbula, Stopiņu nov., Latvija, LV – 2121.
   Tel.: +371 67803650; email: info@sakret.lv; www.sakret.lv

5. Vajaduse korral volitatud esindaja nimi ja kontaktaadress, kelle volitused hõlmavad artikli 12 lõike 2 täpsustatud ülesanded: **Sakret Estonia, Mõo küla, Paide Vald. 72751 Järvamaa, Estonia.**
   Tel.:+372 3846600, e-mail. info@sakret.ee, www.sakert.ee

6. V lisas sätestatud ehitustoote toimivuse püsivuse hindamise ja kontrollimise süsteem või süsteemid:
   Süsteem 1

7. Ühtlustatud standardiga hõlmatud ehitustoote toimivusdeklaratsiooni korral: EVS EN 15824:2009
   Teavitatud tehase tootmisohje sertifitseerimisasutus nr 1372 (Läti Teaduste Akadeemia Sertifitseerimisasutus) teostas tootva tehase ning tehase tootmisohje esmase ülevaatuse ning teostab tehase tootmisohje pidevat järelvalvet ja hindamist, andis välja tehase tootmisohje vastavussertifikaadi nr 1327-CPR-1012 (väljastatud .22.08.2014)

8. **Pole rakendatav.**

9. Deklareeritud toimivus:

Põhiomadus	Toimivus	Ühtlustatud tehniline kirjeldus
Tuletundlikuse klass (EN 13501-1)	A2-s1,d0	EVS EN 15824:2009
Nakketugevus (EN 1542)	≥0,3 MPa	EVS EN 15824:2009
Kapillaarne veeimavus (EN 1062-3)	W2	EVS EN 15824:2009
Veeauru läbilaskvuskoefitsient (EN 7783-2)	V2	EVS EN 15824:2009
Külmakindluklass (EN 13687-3)	NPD	EVS EN 15824:2009
Soojuserijuhtivus λ, (EN 1745)	≤0,67 W/m·K	EVS EN 15824:2009

10. Punktides 1 ja 2 kindlaksmääratud toote toimivus on kooskõlas punktis 9 osutatud deklareeritud toimivusega. Käesoleva toimivusdeklaratsioon on välja antud punktis 4 kindlaksmääratud tootja ainuvastutusel. Tootja poolt ja nimel allkirjastanud:

SAKRET PLUS peatehnoloog

Baiba Saulite (Nimi ja ametikoht) — Saulīte (Allkiri)

Riia (Väljaandmise koht) — 22.08.2014 (Väljaandmise kuupäev)

CE

0123

AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050

08

0123-CPD-00234

EN 15824

External render based on organic binder

Water vapour permeability: V_2

Water absorption: W_2

Adhesion: 0,3 MPa

Durability: NPD

Thermal conductivity: λ = 0,5 W/(m · K)

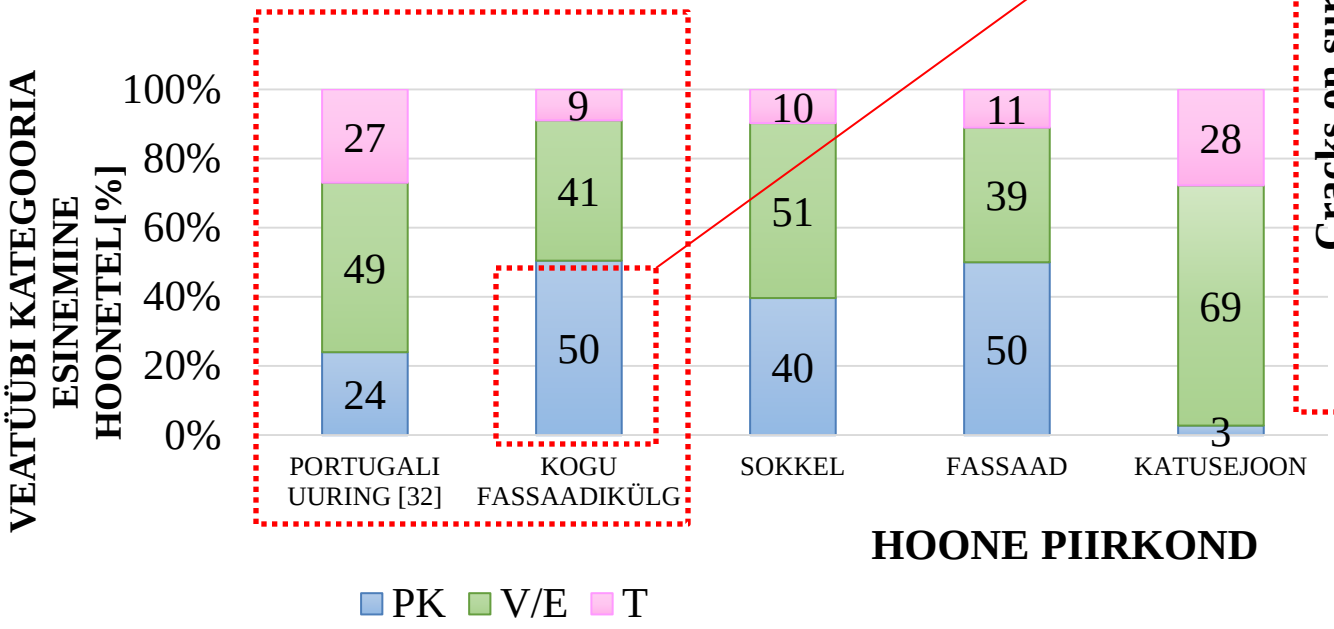
Reaction to fire: Euroclass B

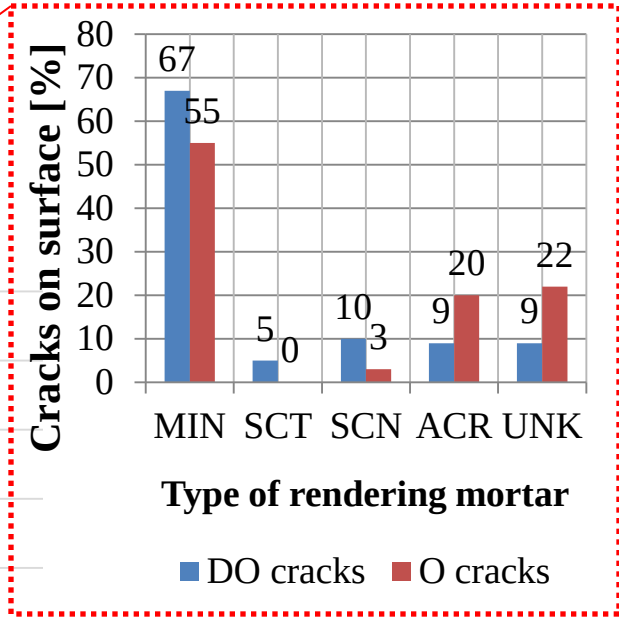
ETICS'i kahjustused - visuaalne analüüs Tallinna näitel?

Raili Sepri MSc töö

Renoveeritud objektid (2009-2014)

Tallinna näitel





PK – pinnakahjustused

V/E – värvi ja esteetika kahjustused

T – tasapinnalisuse kahjustused

** AMARO, B., SARAIVA, D., BRITO, J., et al. (2013). Inspection and diagnosis system of ETICS on walls. – Construction and Building Materials 47: 1257 – 1267*

Kokkuvõte

• Eestis renoveeritud hoonete ETICS lahenduste kahjustused ilmnevad liiga vara – 1...6 aastat pärast renoveerimist

• Suur osa kahjustustest on tingitud niiskuse/vee mõjust ~50% kahjustustest on pinnakahjustused (orienteeritud/mitteorienteeritud praod, krohvikihi eemaldumine, jms)

• ETICS'i lahendused ei ole sageli valitud ETAG 004 põhiselt (> 50% Tallinna uurimustöö näitel oli süsteemi valik jäetud "juhuse" hooleks)

• ETICS'i komponentide niiskustehnilisi omadusi ei tunta piisavalt hästi, et tagada süsteemi valikul selle püsiv toimivus

• Mineraalsed krohvid – suurimad mahumuutused/suurim poorsus/suur kapillaarne veeimavus – väga soodsad tingimused pragude tekkeks!

Tänan tähelepanu eest!