

# Betonisandwich- elementit

- lämmöneristeet
  - ansastus
- mallipiirustukset
  - tiivuus
  - detaljit
  - kuljetus
  - nostot
- kosteustekninen toiminta
  - ääneneristys
- palonkestävyys
- kustannukset

# Seinätyypit

- Sandwich
  - Uritetulla mineraalivillalla
  - EPS:llä
  - PUR:lla
- Sandwich tuuletusraolla
- Rapattu sandwich
  - 3-kerrosrappaus
  - Ohutrappaus
- Sisäkuorielementti
- Tehtaalla eristetty sisäkuorielementti
- Eriytetty julkisivurakenne

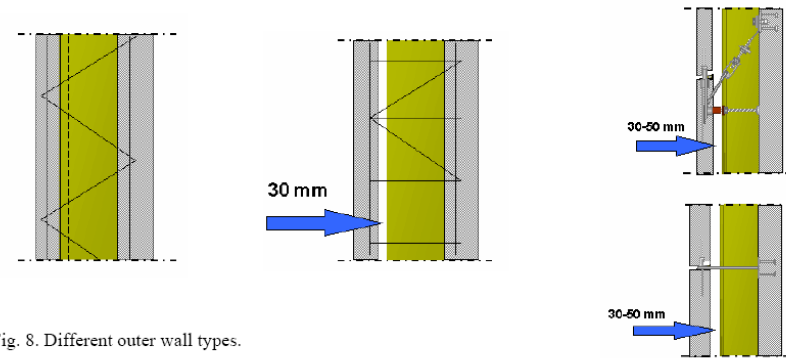


Fig. 8. Different outer wall types.



Fig 11. Plastered precast sandwich panels erected.

# Ensimmäisten matalaenergiatalojen seinärakenteita

Eristeenä 160 mm PUR



Eristeenä 80 mm PUR +140 mm  
mineraalivilla



# Seinän eristepaksuudet 2010-

Betonikeskus ry						13.5.2009
Sandwich, sisäkuori $\geq 80$ mm, ulkokuori $\geq 70$ mm						
Eriste	Huom.	$\lambda_{design}$	oletusansastus	suosituseristepaksuus	U- arvo 3)	
		[W/mK]		[mm]		
mineraalivilla	karmileveys 210 mm	0,036	diag.ansas k600	240 1) 2)	0,16	
mineraalivilla		0,036	diag.ansas k1200	240 1)	0,15	
mineraalivilla	lasivilla	0,037	diag.ansas k600	240 1)	0,17	
EPS	urittamaton	0,036	pistokas 4 kpl /m <sup>2</sup>	240	0,15	
EPS	urittamaton	0,031	diag.ansas k600	180	0,17	
EPS		0,031	pistokas 4 kpl /m <sup>2</sup>	180	0,17	
PUR/PIR	karmileveys 170mm	0,026	pistokas 4 kpl /m <sup>2</sup>	150	0,17	
PUR/PIR		0,024	diag.ansas k600	150	0,17	
PUR/PIR		0,024	pistokas 4 kpl /m <sup>2</sup>	150	0,16	
Eriytetty betonijulkisivu, Sisäkuori $\geq 120$ mm						
Eriste	Rakennetarkaisu	$\lambda_{Design}$	kiinnikkeet		tuuletettu	lievästi
		[W/mK]			rakenne	tuuletettu
mineraalivilla	kova eriste	0,036	kiinnike 4kpl/m <sup>2</sup>	220 1)	0,17	0,16
vuorivilla	eriste+tuulensuojavilla 30 mm, karmileveys 210	0,036; 0,034(ts)	kiinnike 4kpl/m <sup>2</sup>	220	0,16	0,16
lasivilla	eriste+tuulensuojavilla 30mm	0,035; 0,031(ts)	kiinnike 4kpl/m <sup>2</sup>	220	0,16	0,16
EPS	eriste+ lasikuitukangas	0,036	kiinnike 4kpl/m <sup>2</sup>	220	0,17	0,16
EPS	eriste+ lasikuitukangas, karmileveys 210 mm	0,031	kiinnike 4kpl/m <sup>2</sup>	180	0,17	0,17
PUR/PIR	eriste+Aut-pinta, karmileveys 170 mm	0,024	kiinnike 4kpl/m <sup>2</sup>	150	0,16	0,16

# TTY:n laskemia eristepaksuuksia

**Taulukko 1** *Esimerkkirakenteita, jotka täyttävät eri U-arvo vaatimukset.*

Eriste	$\lambda_{\text{design}}$ [W/mK]	Ansa at	2007 0,24 W/(m <sup>2</sup> K)	2010 0,17 W/(m <sup>2</sup> K)	Matala - energia 0,14 W/(m <sup>2</sup> K)	Passiivi- talo 0,09 W/(m <sup>2</sup> K)
			Vaadittavat eristepaksuudet			
Mineraalivilla	0,037	Diag. ansaat k600	160	230	280	430
EPS	0,036	Diag. ansaat k600	150	220	260	410
		Pistokas 4 kpl/m <sup>2</sup>	150	210	260	410
	0,031	Diag. ansaat k600	130	190	230	360
		Pistokas 4 kpl/m <sup>2</sup>	130	190	230	350
XPS	0,037	Diag. ansaat k600	160	220	270	420
		Pistokas 4 kpl/m <sup>2</sup>	150	220	270	420
PUR/ PIR	0,026	Diag. ansaat k600	110	160	190	300
		Pistokas 4 kpl/m <sup>2</sup>	110	160	190	300
	0,023	Diag. ansaat k600	100	140	170	270
		Pistokas 4 kpl/m <sup>2</sup>	100	140	170	270



EPS Platina 230 mm

# Matalaenergiatalot

PUR 170 mm



Karmikengät vakioratkaisuksi



6.10.2010

BTJ Päivityskurssi

Arto Suikka

# EPS- Platina ( $\lambda = 0,031$ ) eristeenä



Eristelevyt saatava tiiviisti asennettua





# Passiivienergiatalot



Nurkat voi murtua kuljetuksessa



Muutos on suuri



Työmaalle jää villoitettavaa

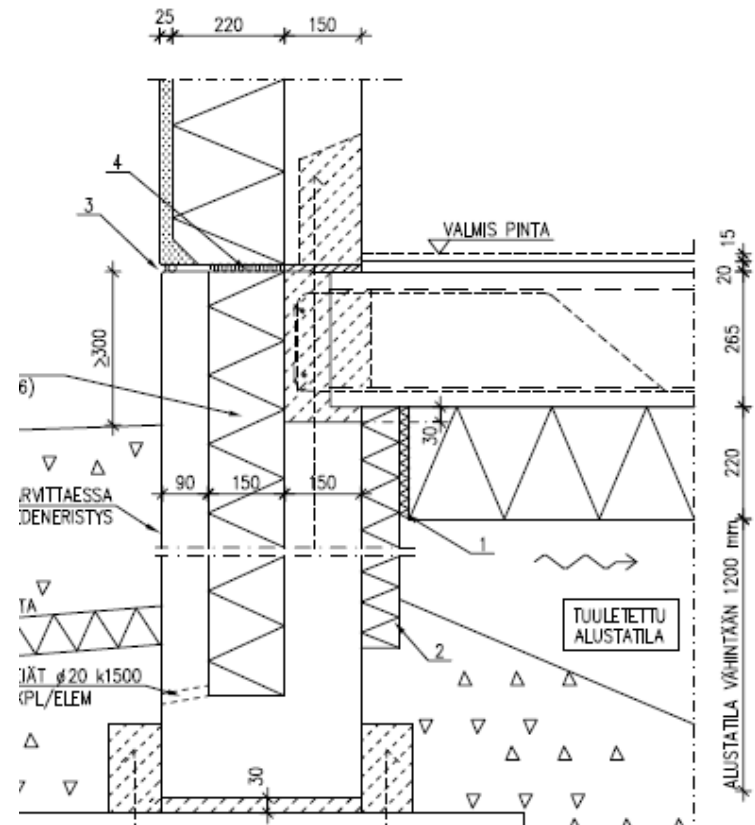
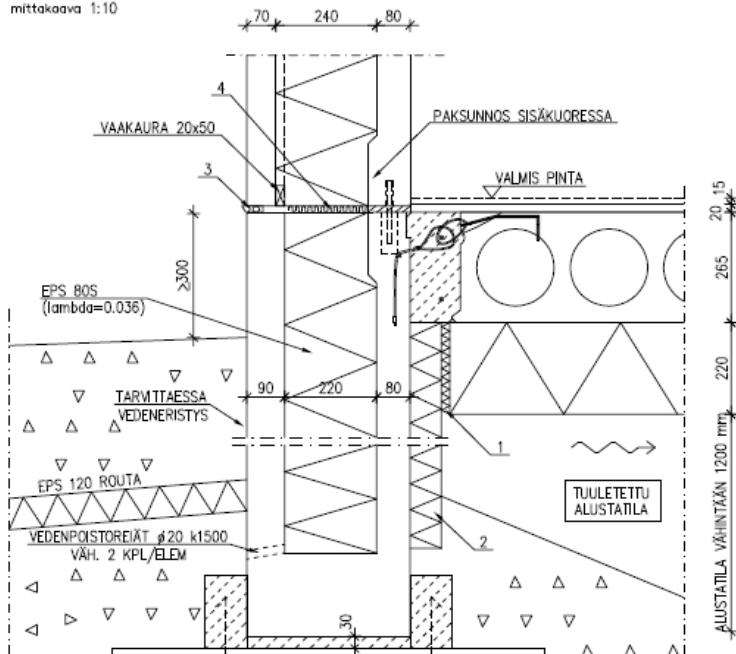


Korkeat muottilaidat

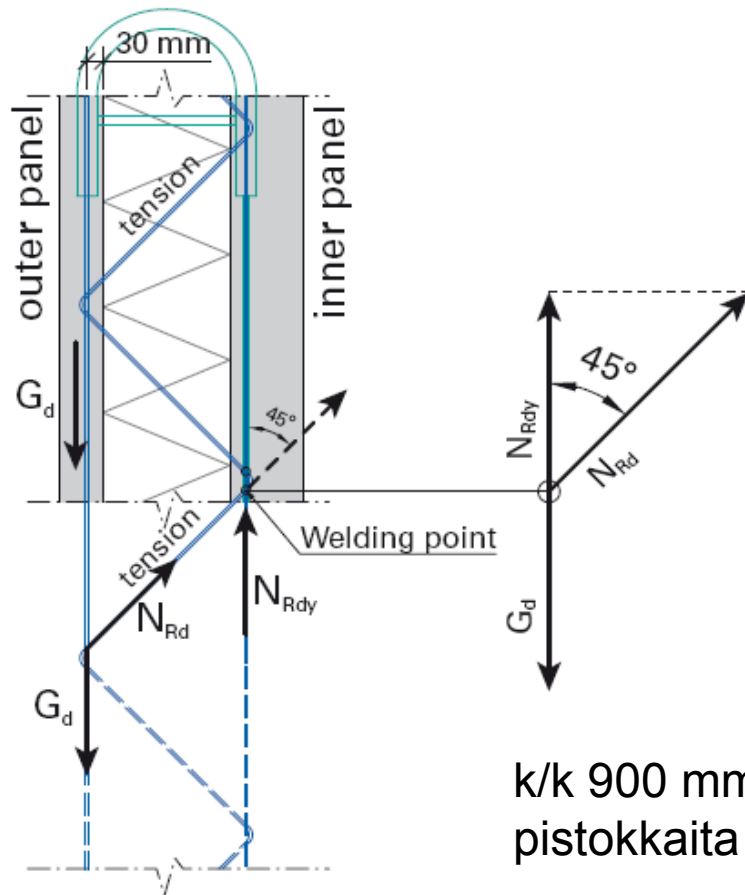


# Sokkelipalkit

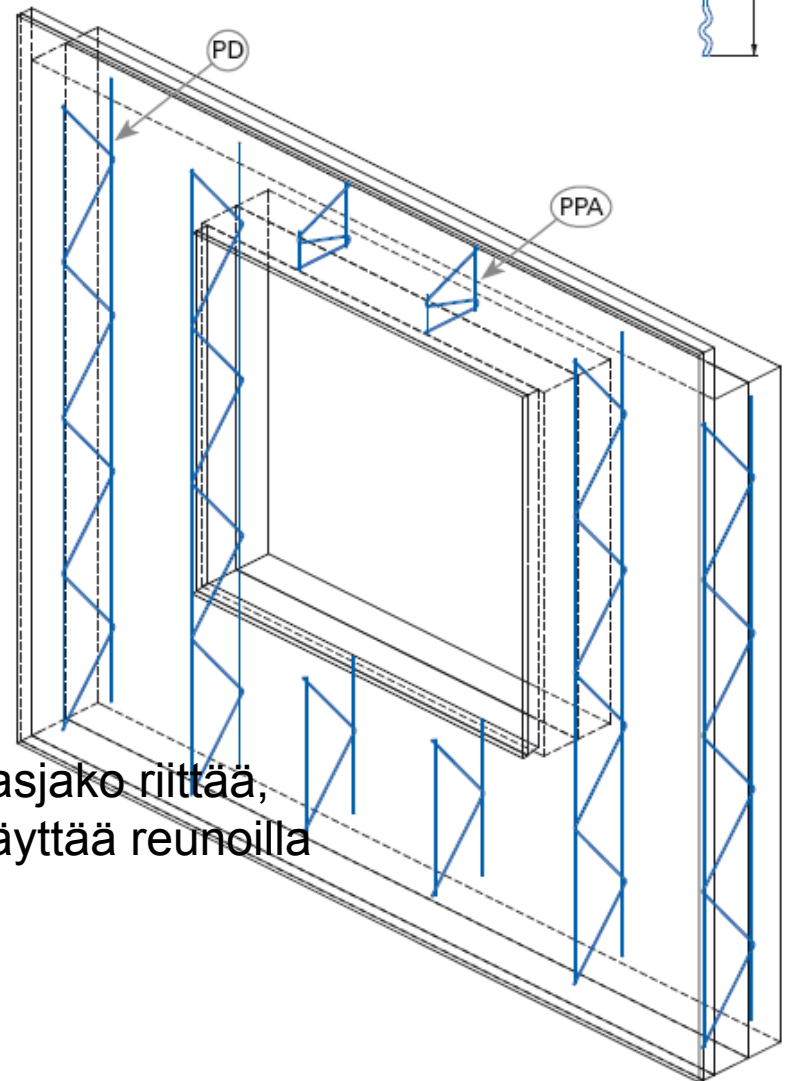
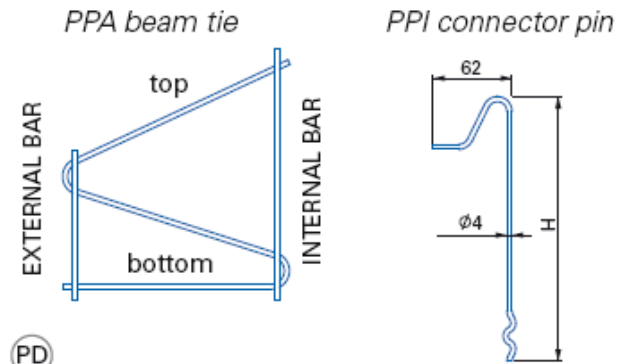
mittakaava 1:10



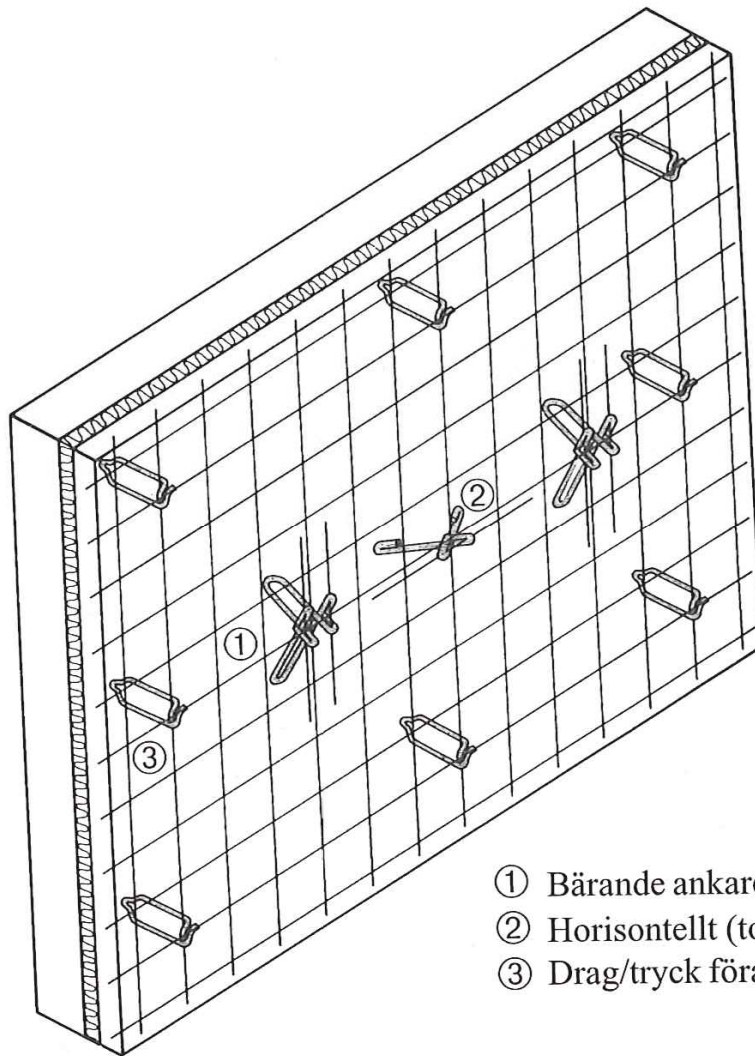
# Diagonaaliainsas



k/k 900 mm ansasjako riittää,  
pistokkaita voi käyttää reunoilla

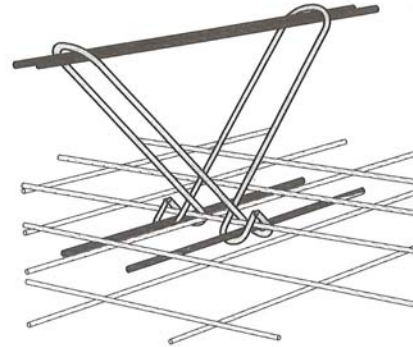


# Halfen- Deha pistoansas

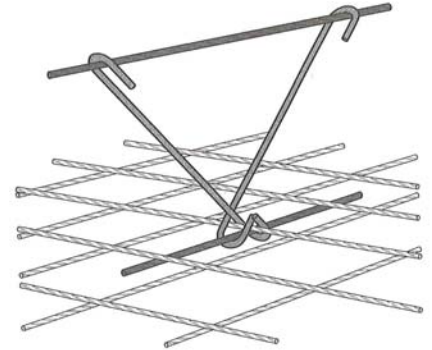


- ① Bärande ankare
- ② Horisontellt (torsions) ankare
- ③ Drag/tryck förankringar

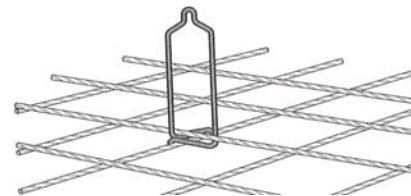
Bärankare SPA-2



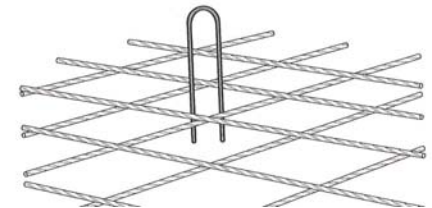
Bär- och horisontalankare SPA-1



Klämbygel SPA-B



Sinusbygel SPA-N

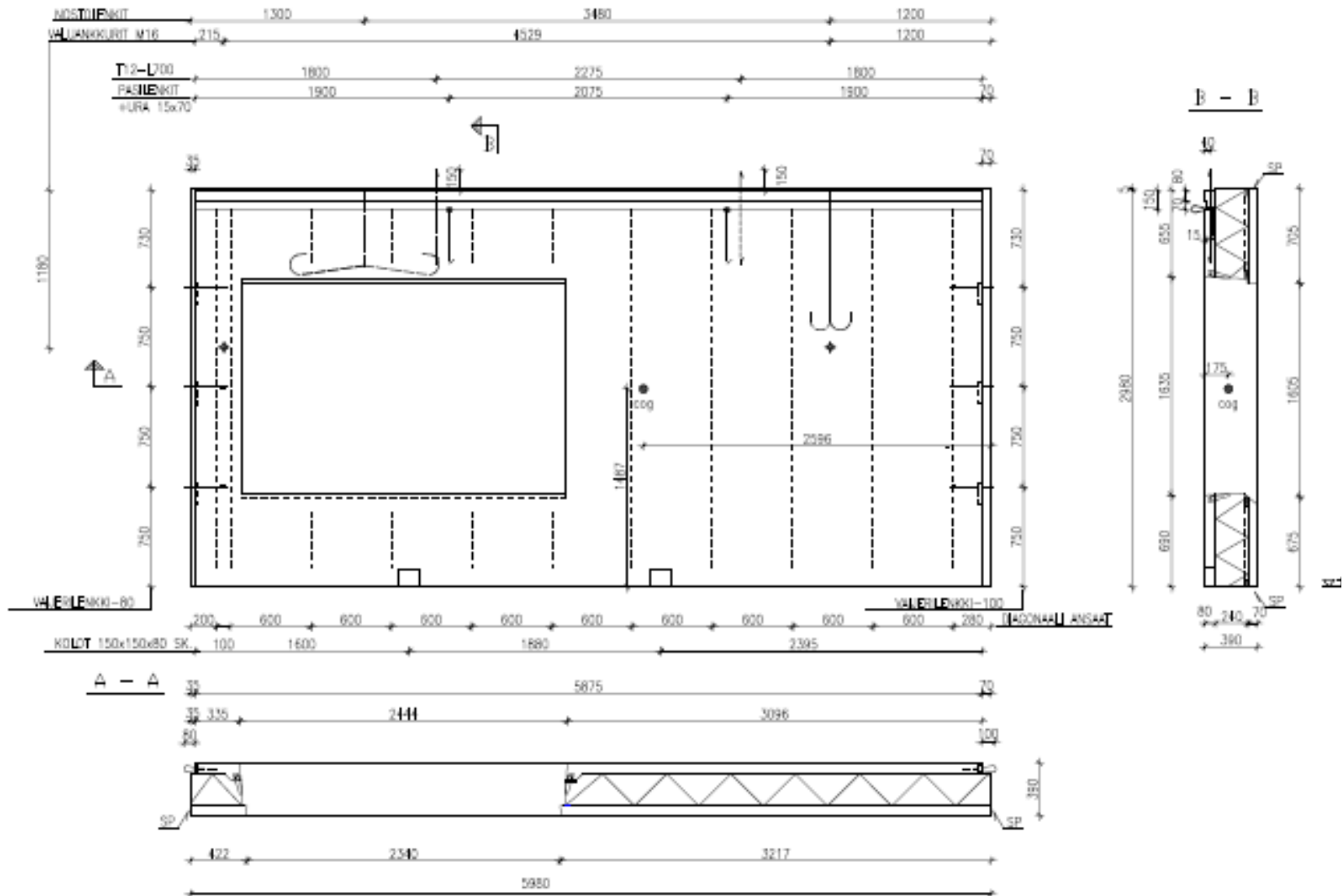


Malliansastukset nettisivuilla

# Mallipiirustukset

KATSOMISSUUNTA SISÄLTÄ

Ks. [www.elementtisuunnittelu.fi](http://www.elementtisuunnittelu.fi)

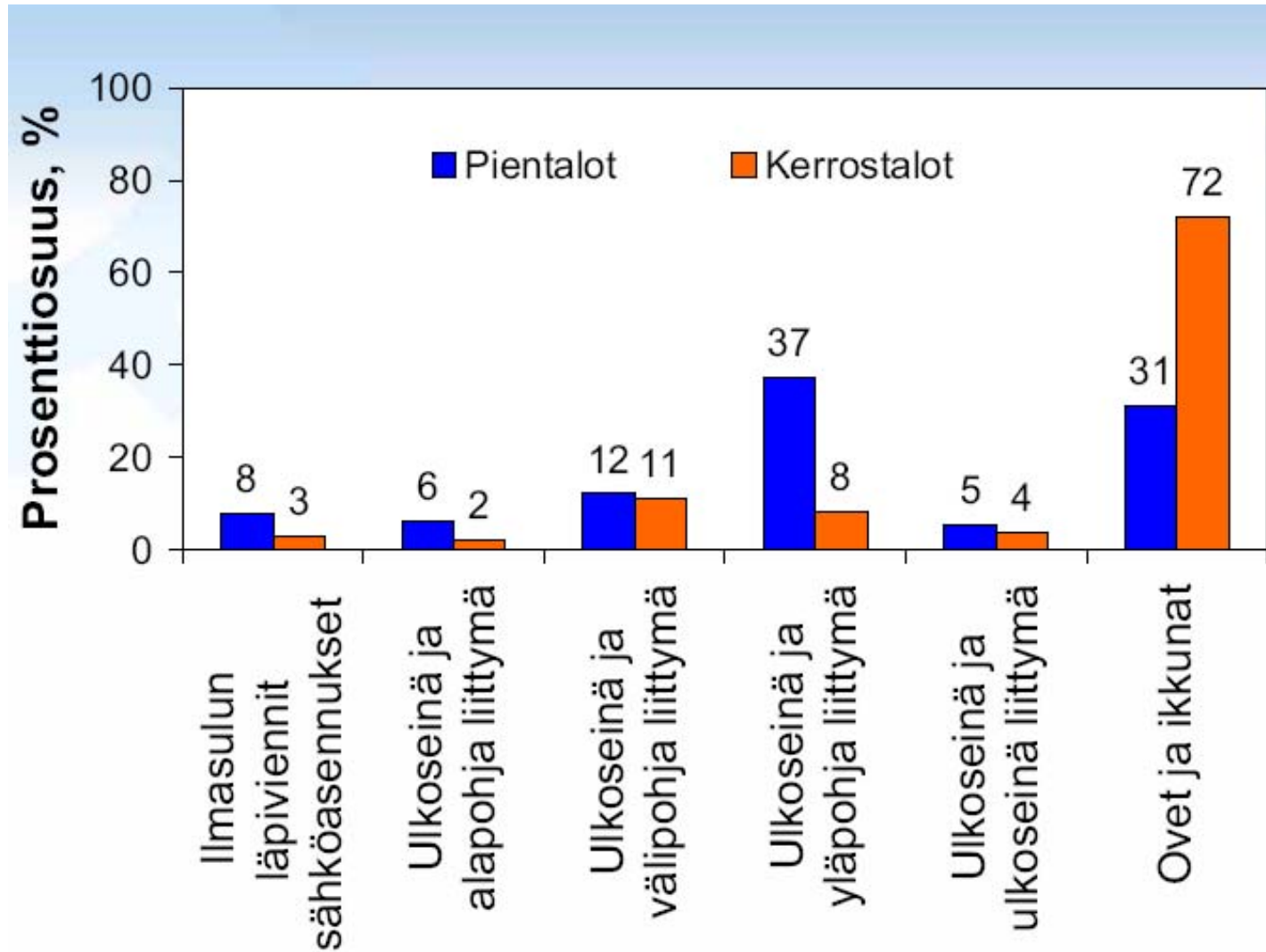


6.10.2010

BTJ Päivityskurssi Arto Suikka

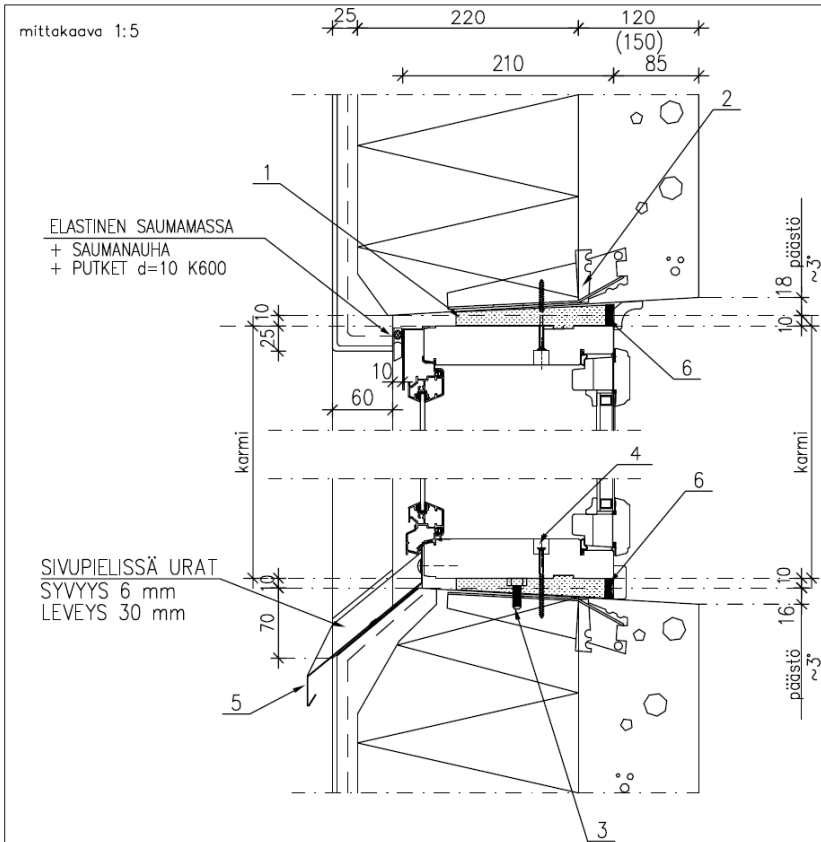
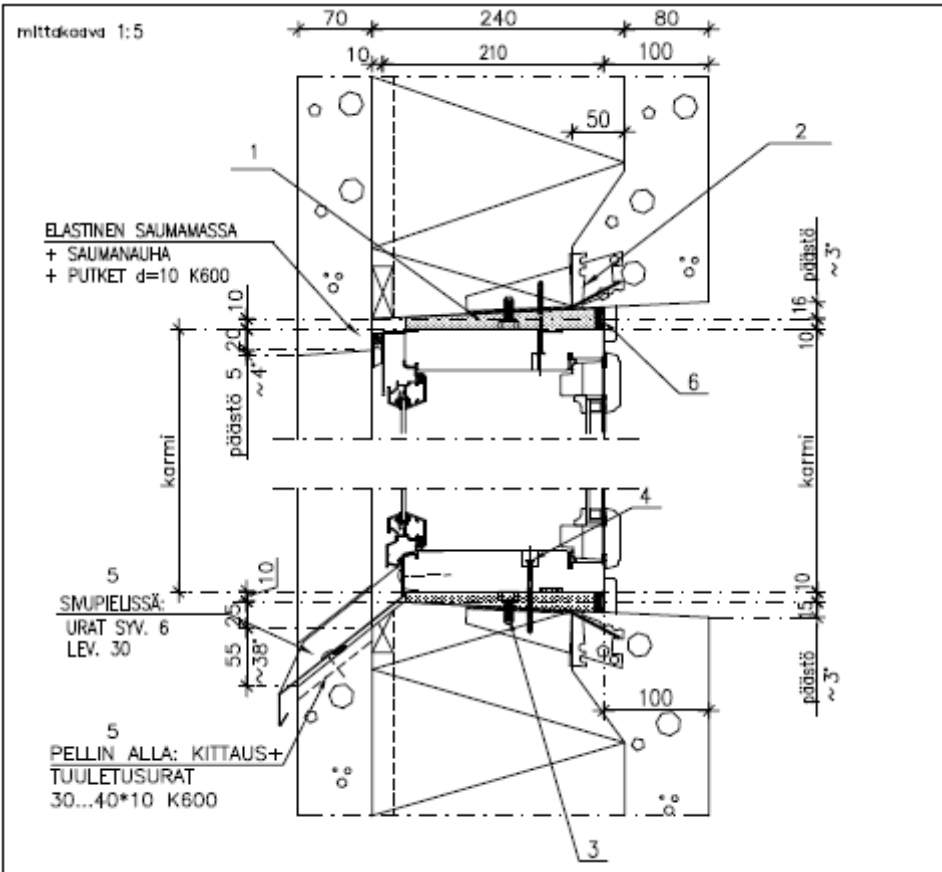


# Puutteet vaipan tiiveydessä



Viite: AISE- tutkimus

# Ikkunadetaljit



# Kuljetus

240 mm mineraalivillaa

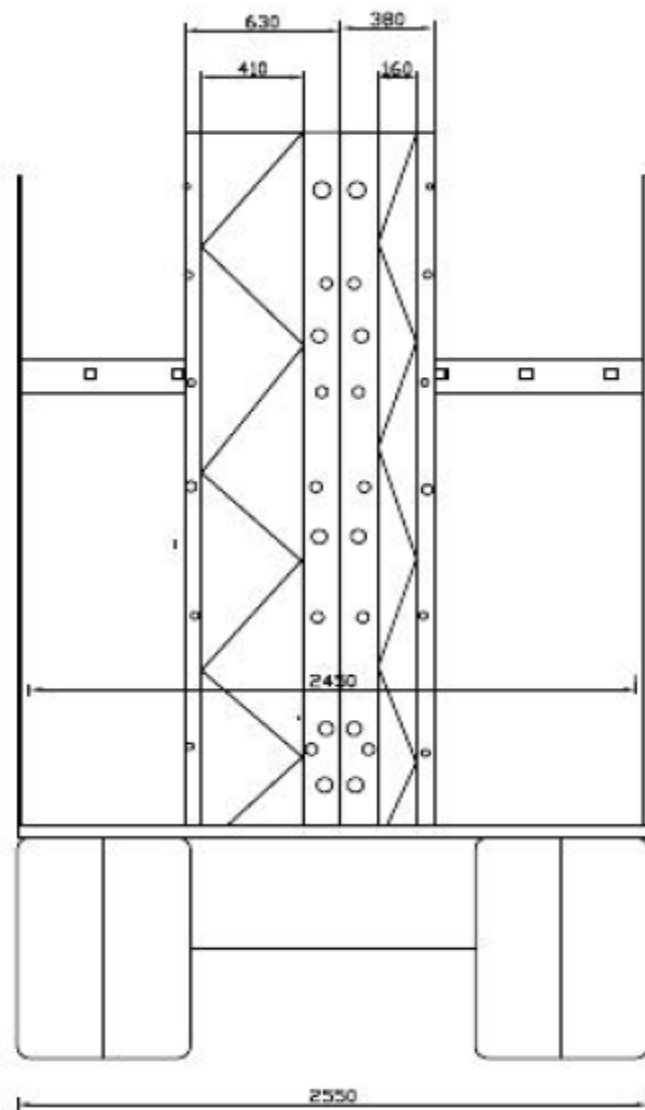
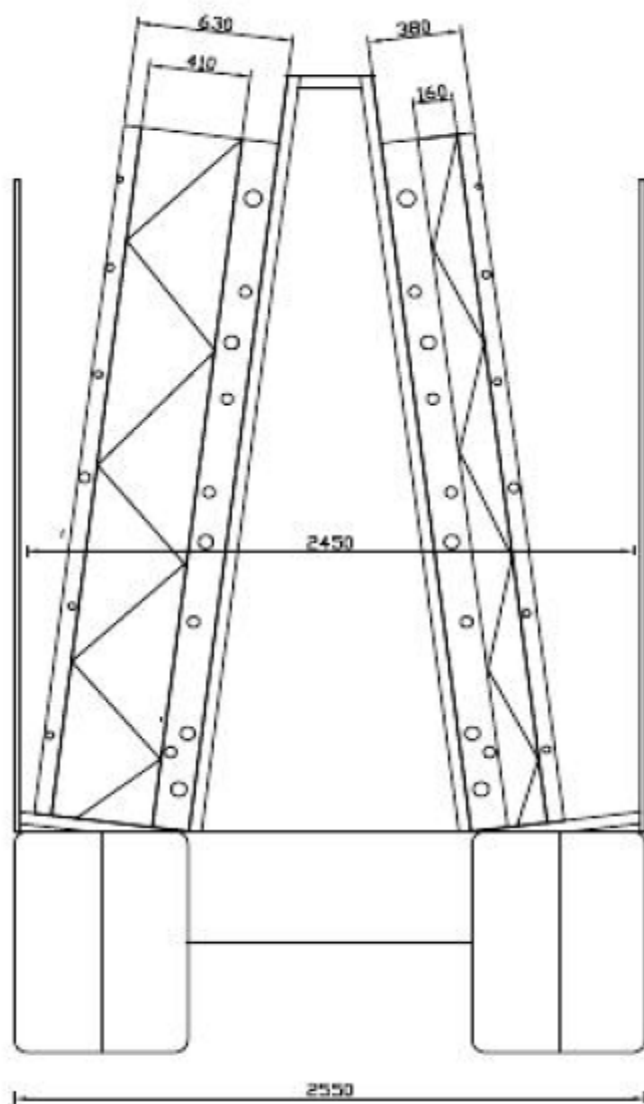


Fakin aluspuut saatava kuntoon



Huom. Yli 2 metrin pudotuskorkeus  
purussa

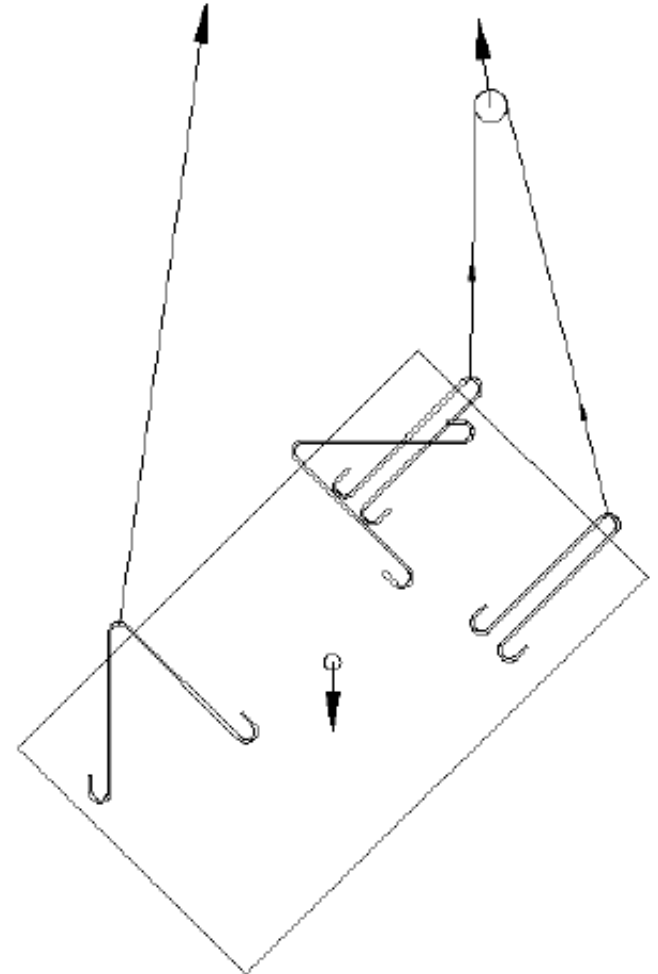
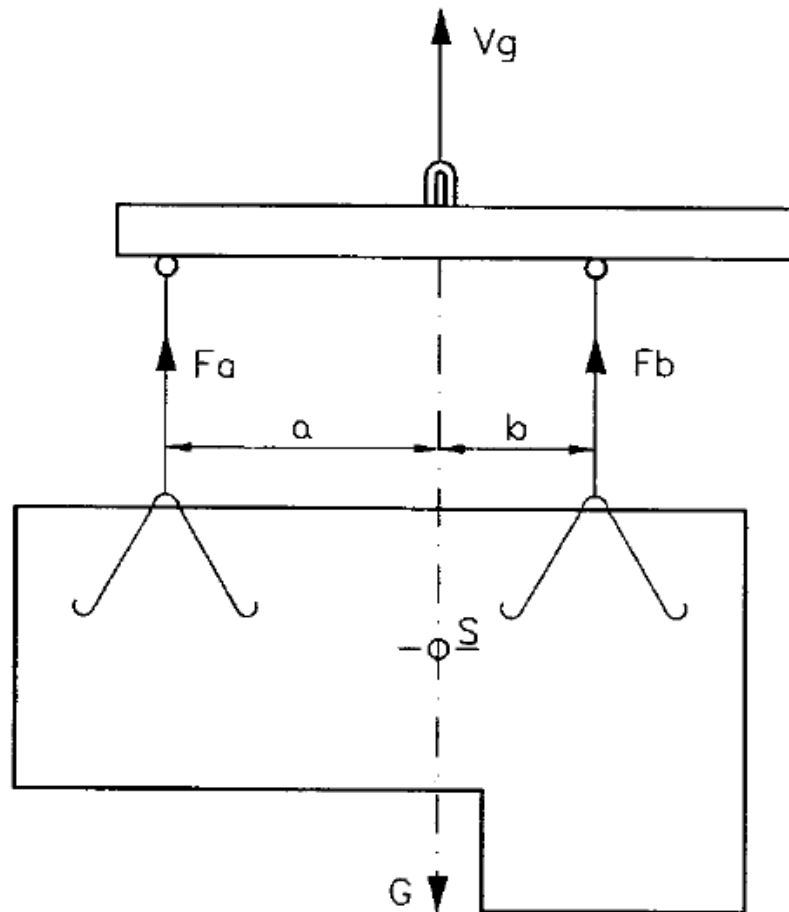
# Pitääkö siirtyä A-pukeista kampapukkeihin ?



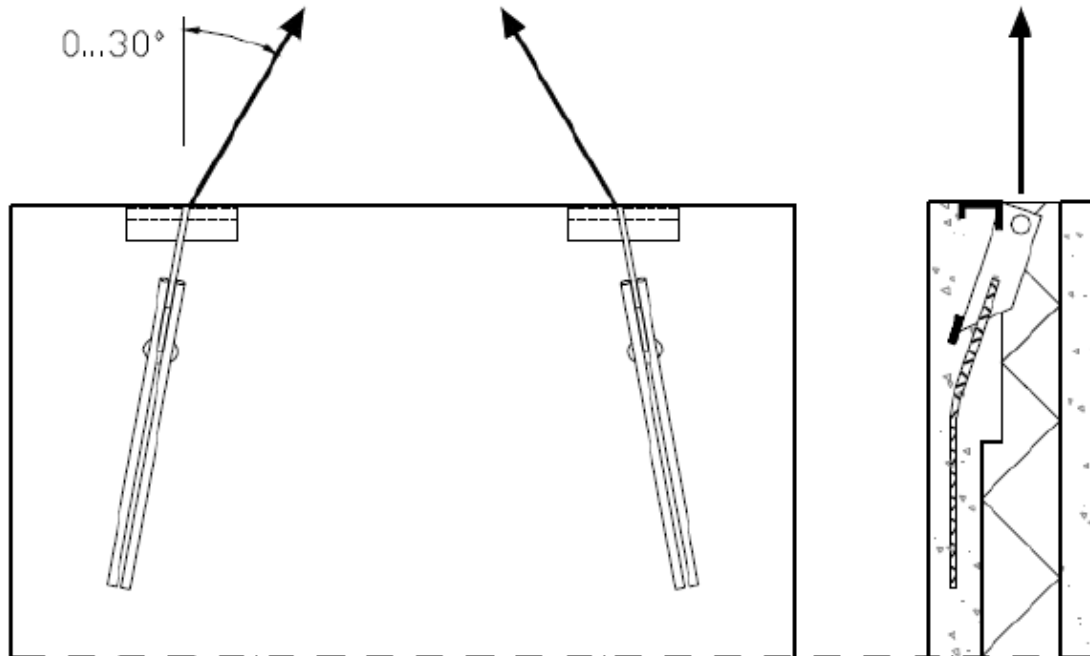


# Nostoelinten mitoitus

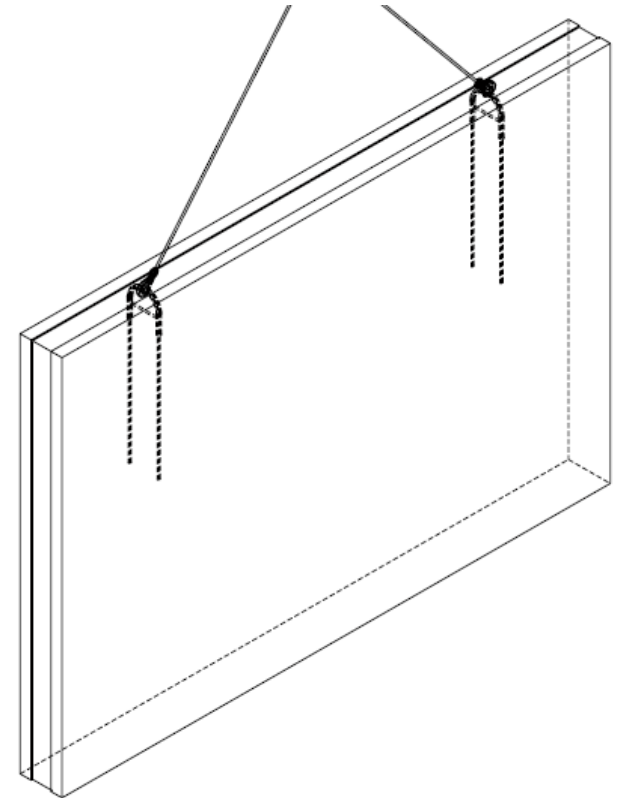
Piirustuksissa oltava elementin painopiste merkittynä



# Nostoelimet

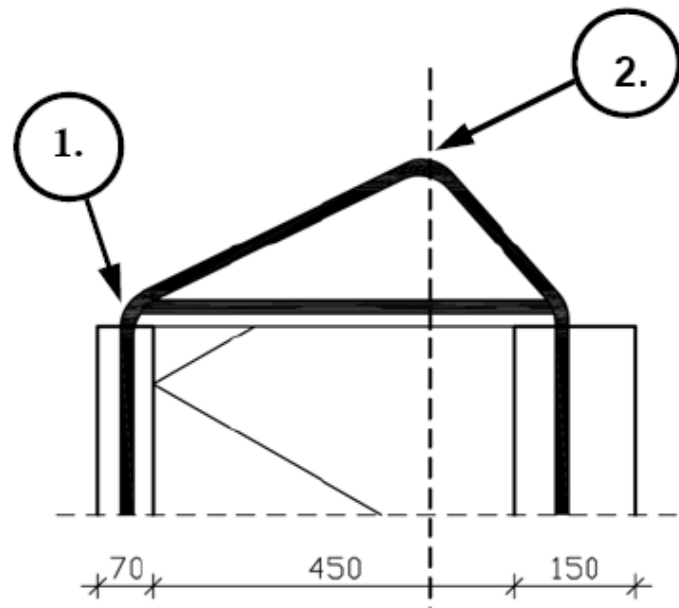
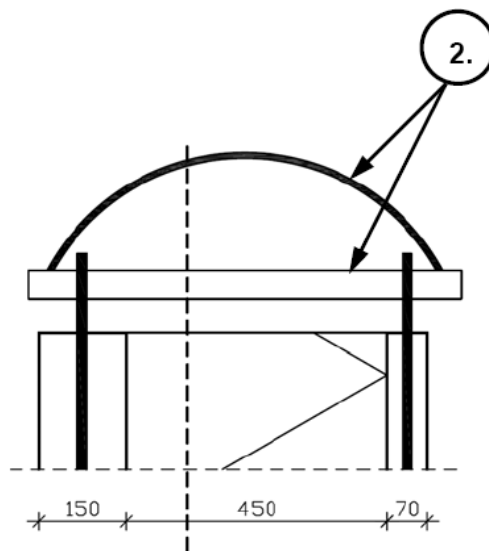
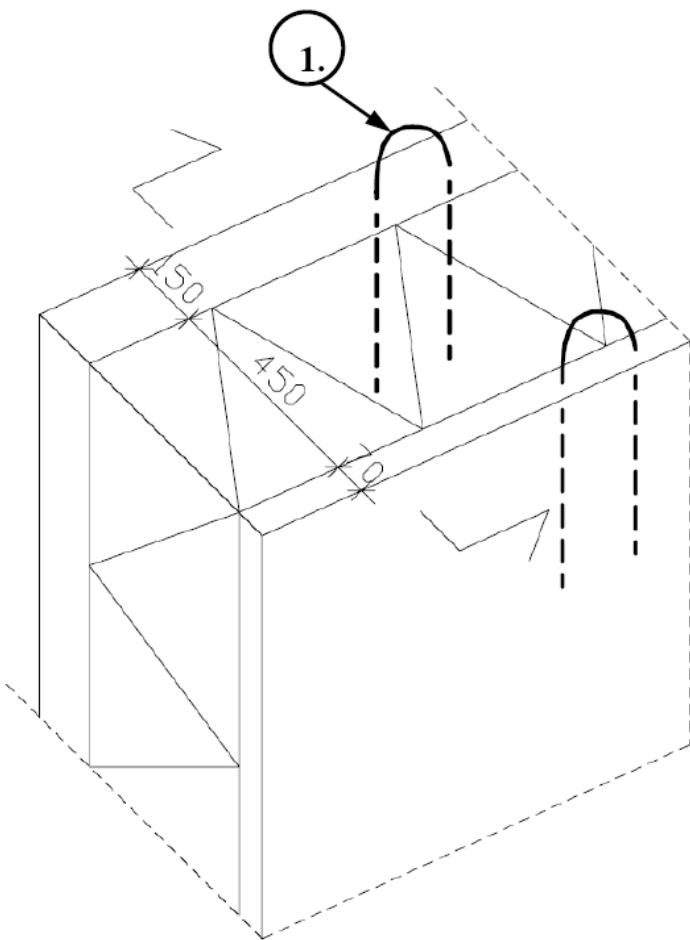


Anstar

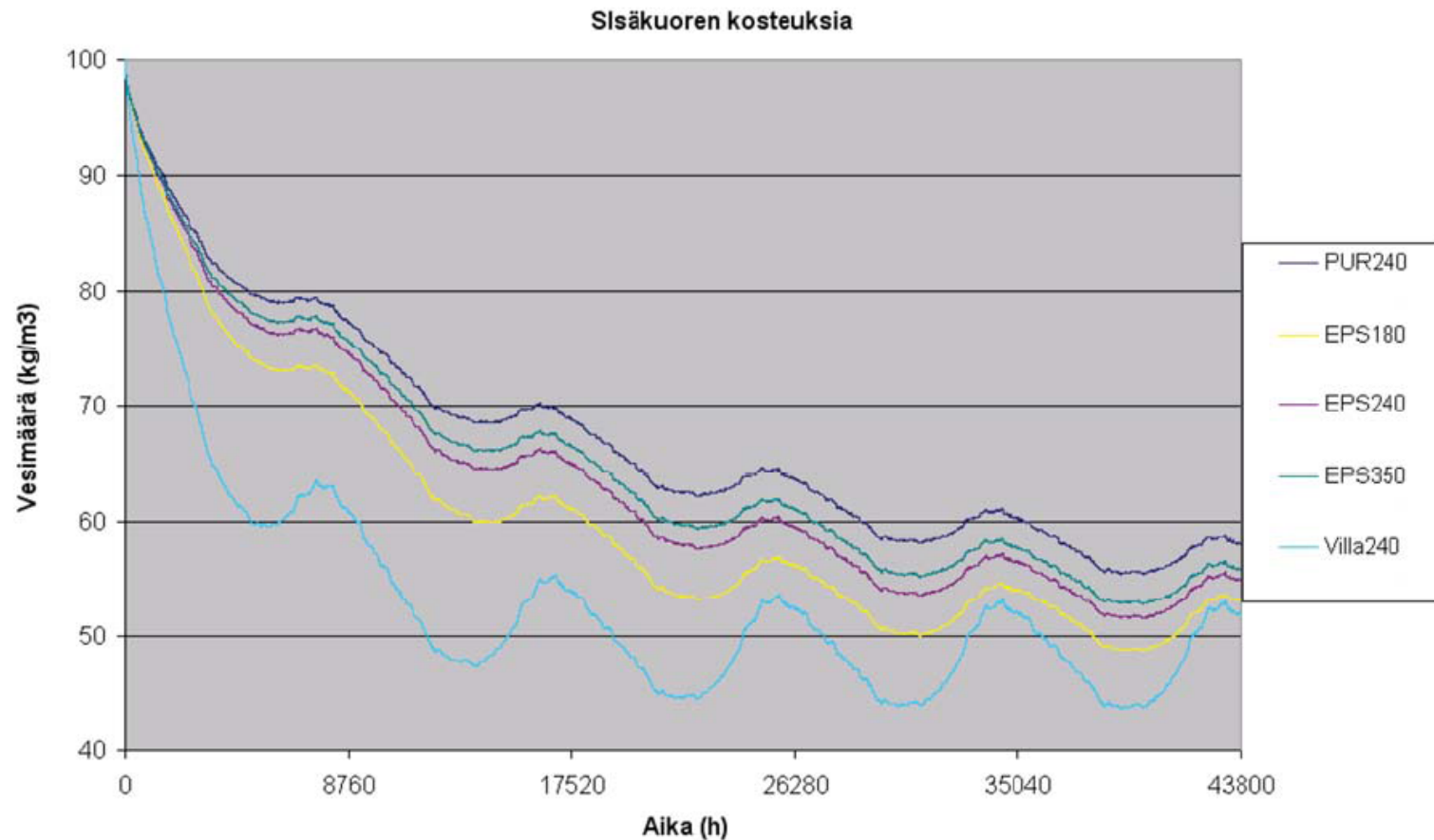


Teräspeikko

# Uusia nostoelimiä ?



# Kosteustekninen toiminta



**Kuva 3**

*Sisäkuoren keskimääräisen kosteuspitoisuuden ( $\text{kg/m}^3$ ) kehittyminen laskentajakson aikana nollajulkisivulla. Laskennan alkuhetki oli 1.10. ja laskenta-aika oli viisi vuotta. Alussa sisäkuoren suhteellinen kosteuspitoisuus oli 90 %RH ( $100 \text{ kg/m}^3$ ). (Ormiskangas 2009)*



# TTY:n raportti toteaa: (ks. [www.elementtisuunnittelu.fi](http://www.elementtisuunnittelu.fi))

Sandwichin sisäkuori kuivuu hitaammin tiiviimmillä eristeillä, mutta viiden vuoden kuluttua erot tasoittuvat. Tiiviiden eristeiden kohdalta on huomattava, että ne pystyvät kuivumaan ainoastaan sisälle päin ja ennen tiivistä pinnoittamista on varmistuttava, että sisäkuori on kuivunut riittävästi. Tiiviillä eristeillä matalaenergia- ja passiivirakenteiden kuivuminen tapahtuu hitaammin kuin vuoden 2010 määräykset täyttävillä seinärakenteilla. Mineraalivillaeristeisillä rakenteilla eristepaksuuden kasvattaminen ei aiheuttanut merkittäviä eroja kuivumiseen. (Ormiskangas 2009)

Tutkimuksen mukaan EPS-, XPS- ja PUR/PIR- eristeisissä rakenteissa ei tuuletusuritusta tarvita (Ormiskangas 2009). Tuulettumattomissa ulkoseinärakenteissa kosteus poistuu rakenteesta diffuusiolla ulkokuoren ja mahdollisen pinnoitteen läpi. Tuulettuvissa rakenteissa kosteus poistuu diffuusion lisäksi ilmavirtausten mukana tuuletusraon tai ilmavirtauskanavien ja tuuletusaukkojen kautta nopeuttaen rakenteen kuivumista.

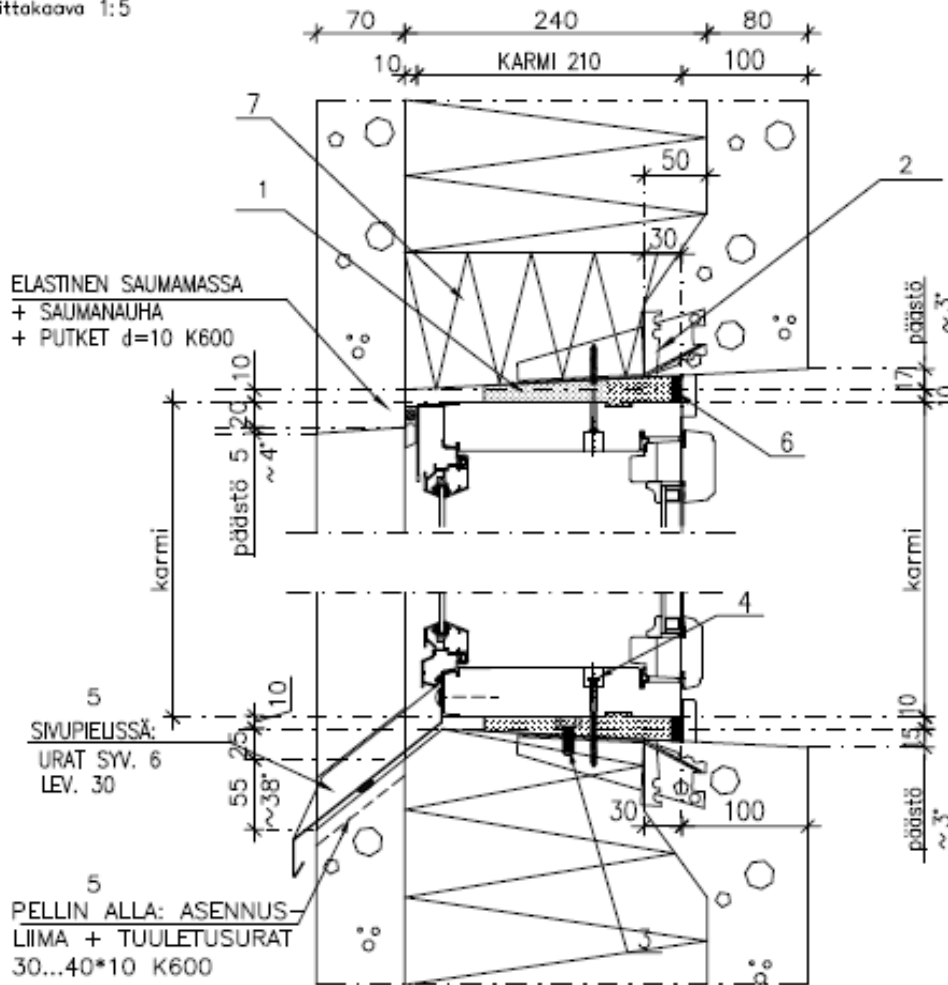
Sandwich- ulkoseinän kuivumisen kannalta merkittäväksi muodostuu rakennuskosteuden poistuminen. Tuuletuksen järjestämiseksi mineraalivillaeristeisen elementin lämmöneristekerroksessa käytetään uritusta ulkokuoren sisäpintaa vasten. Ulkokuoren ja tuuletusurien välissä käytetään urasuojaa. Urasuojamateriaalin kosteudenläpäisevyyden tulee olla mahdollisimman suuri verrattuna betoniulkokuoren kosteudenläpäisevyyteen. Urituksen toimivuuden edellytyksenä on se, että ilma pääsee esteettä kulkemaan koko urajärjestelmässä.

# Ulkoseinän ääneneristävyys

Betonisisäkuori	Eriste	Rappaus/ ulkokuori	Rw (dB)	Rw,Ctr - liikennemelu (dB)
80 mm 150 mm	240 mm villaa	70 mm	54 60	50 56
150 mm	240 mm FAL1 240 mm FAS4	10 mm 25 mm	53 58	47 53
150 mm	240 mm EPS	10 mm 25 mm	52 54	44 45
Ikkuna MSE	Karmileveys 170 mm 210 mm		46 47	40 42

# Palonkestävyys

mittakaava 1:5



# Kustannusmuutokset

Taulukko 9 Sandwich- elementin lämmöneristeiden kustannusmuutokset (%) seinän eri U-arvoille. Hinnat sisältävät lämmöneristemateriaalin ja sen asennustyön, sekä diagonaaliensaiden tai pistokaiden asennuksen, mutta ei ansaan materiaalihintaa.

Rakenne	Betonisandwich, SK 80 mm, UK 70 mm							
	U-arvo 0,24		U-arvo 0,16		U-arvo 0,14		U-arvo 0,10	
Eristeratkaisu	YHT.	YHT.	Muutos	YHT.	Muutos	YHT.	Muutos	
	€/m2	€/m2	%	€/m2	%	€/m2	%	
<i>vuorivilla (diag.ansas)</i>	23	35	54	41	76	60	159	
<i>lasivilla (diag.ansas)</i>	22	32	44	38	73	53	144	
<i>EPS* (diag.ansas)</i>	30	44	50	51	74	74	149	
<i>EPS* (pistokas)</i>	30	42	43	47	60	67	125	
<i>XPS (diag.ansas)</i>	30	40	36	49	65	69	132	
<i>XPS (pistokas)</i>	30	39	30	45	53	63	111	
<i>PUR (diag.ansas)</i>	36	52	47	60	68	89	151	
<i>PUR (pistokas)</i>	36	49	39	57	60	82	130	
<i>PUR 70+min.villa</i>		44		49		68		
<i>PUR 90+min.ivilla</i>		47		52		71		
<i>PUR 120+min.villa</i>		50		55		74		
<i>PUR 160+min.villa</i>				60		77		
<i>PUR 180+min.villa</i>						79		

Viite: M. Suutarisen diplomityö

# Teräsosien kustannusvaikutus

Taulukko 8 Ansa- ja ankkurivaihtoehtojen keskimääräisiä materiaalihintoja

Ansa- ja ankkuriratkaisu	jakoväli [mm]	€/m <sup>2</sup>
Diagonaaliansa	600	5
Pistoansa (pistokas) 4...5 kpl/m <sup>2</sup>	500	4
SPA-ankkurit+ pistokkaat 2...3 kpl/m <sup>2</sup>	800...1200 (pistokkaat)	5,5
Delta-ankkurit+pistokkaat 2...3 kpl/m <sup>2</sup>	800...1200 (pistokkaat)	7
Levyankkurit+pistokkaat 2...3 kpl/m <sup>2</sup>	800...1200 (pistokkaat)	14
Putkisylinteri-ankkurit+pistokkaat 2...3 kpl/m <sup>2</sup>	800...1200 (pistokkaat)	19

Lähde: Diplomityö M. Suutarinen

<b><u>Kantava elementti (5,4 t)</u></b>		
<b>2-pistenosto</b>		
Sandwich nostolenkki RST (nykyinen)	68	€/elementti
Sisäkuoresta nosto lenkeillä	20	€/elementti
Siskuoesta reikärauta	41	€/elementti
<b>4-pistenosto</b>		
Lenkit	32	€/elementti
Käyräankkurit	46	€/elementti
Hylsyankkurit	42	€/elementti
<b><u>Ei-kantava elementti (3,6 t)</u></b>		
<b>2-pistenosto</b>		
Sandwich nostolenkki RST	36	€/elementti
<b>4-pistenosto</b>		
Lenkit	20	€/elementti
Käyräankkurit	31	€/elementti
Hylsyankkurit	31	€/elementti

# Mineraalivillaa vai kovia eristeitä ?

- Tekniset ominaisuudet
  - EPS:llä ja PUR:lla parempi lämmöneristävyys, tiiveys ja rakennusaikaisen kosteudenkestävyys,
  - mutta mineraalivillaa huonompi ääneneristävyys ja palonkestävyys
- Kustannukset
  - Mineraalivilla halvempaa,
  - Mutta mineraalivillalla suurempi eristepaksuus lisää kustannuksia eristeessä, muottityössä, ansastuksessa, nostolenkeissä, kuljetuksessa ja asennuksessa



- 4/5 eristeestä vielä mineraalivillaa, mutta EPS ja PUR lisäävät osuuttaan
- Yli 300 mm:n eristepaksuus jo hankala
- Kovat eristeet ovat urittamattomia
- EPS- ja PUR tulee saada tiiviisti ladottua
- Pistoansaiden käyttö lisääntyy
- Diagonaaliensas k/k 900- jaolla riittää
- Mallielementtipiirustukset sivuilla [www.elementtisuunnittelu.fi](http://www.elementtisuunnittelu.fi)
- Ikkunadetaljit vaipan hyvän tiiveyden kannalta oleellisia
- Kuljetuksessa ja nostoissa paksun elementin kulmien rikkoontumisvaara kasvaa
- 4-pistenostot voivat lisääntyä
- Elementti saatava asennettaessa nousemaan suunnilleen suorassa

- Kaikki paksummat eristeet toimivat kosteusteknisesti, mutta
  - Kovilla eristeillä sisäkuoren kuivuminen tapahtuu sisäänpäin, mikä lisää kuivumisaikaa
  - Kovilla eristeillä sandwich saavuttaa hitaammin tasapainokosteuden
- EPS:n ja PUR:n ääneneristävyys liikennemelulle mineraalivillaa huonompi
- EPS- eriste vaatii mineraalivillasta palokatkon ikkuna-aukkoihin
- Rapattavassa seinässä palokatkot tehdään lamellivillasta
- PUR- eristeen yhteydessä tyyppihyväksyntä vaatii ikkunankarmin 30 mm limiin betonin kanssa ja palopolyuretaanivaahdotuksen