



SAVONIA

Savonia-ammattikorkeakoulu
www.savonia.fi

Tutkielma

Talonrakennus 2

15.11.2017



30.10.2019

Sisältö

1	JOHDANTO	3
2	TUTKIELMAN ORGANISAATIO.....	3
3	TUTKIELMAN TAVOITTEET.....	3
3.1	Tavoitteet.....	3
3.2	Rajoitteet	3
4	RESURSSIT.....	3
5	TEHTÄVÄLUETTELO.....	4
6	TEHTÄVÄ.....	
7	YHTEENVETO	13



30.10.2019

1 JOHDANTO

Yhä useammin tulee tietoa, että peruskorjauksen jälkeen vanhoihin omakotitaloihin ilmestyy homevaurioita, vaikka rakenteet korjataan viimeisin rakentamismääräyksiin mukaisesti.

Luonnollisesti tulee kysymys: missä vika? Onko määräykset oikeat? Onko määräyksissä ilmoitetut lämpöeristevaatimukset ylimitoitettu, tai vika on jossain mualla?? Mitkä muut parametrit vaikuttavat tulokseen?

Tutkimukseen olen ryhtynyt, koska meidän yhtiölle on tulossa 50 luvun OKT peruskorjaus, joka rungolta on vieläkin ehjä ja vahva. Jotta ei olisi tullut yllä mainittuja ongelmia muutaman vuoden päästä.

2 ORGANISAATIO

Tämän tutkielman suoritan itsenäisesti, laskelmien ja laskentaohjelmien avulla. Myös tämä työ tulee olla päättötyön osana.

3 TUTKIELMAN TAVOITTEET

3.1 Tavoitteet

Tutkielman tavoitteena on varmistaa peruskorjattavan kohden oikeat seinien ja pohjien rakenteet, huomioon ottaen lämpöeristävyys, rakennusfysiikkaallinen rakenteiden toimivuus, kustannukset, energian kulutus ja mahdollinen energian säästö asumismukavuutta säilyttäen.

3.2 Rajoitteet

Rajoitteena voisin katsoa teoretinen lähestymistapa, joka vaatii monien vuosien tarkkailua ja mittauksia reaaliolosuhteissa, jotta menetelmän voi todetta toimivana ja oikeana.

4 RESURSSIT

Resurssina toimivat minä itse, tietokone ja vapaasi netissä käytettävissä oleva rakennustekninen ohjelma "Smart Calc" jonka avulla voi simuloida erillaisien rakenteiden käyttö eri sääolosuhteissa. Kyseinen ohjelma on Venäjänkielinen, mutta tulokset ilmoitetaan numeroilla ja kuvilla, jotta ymmärtämiseen muille ei tulisi ongelmia.



30.10.2019

Ohjelma löytyy osoitteesta: smartcalc.ru

Vastavat ohjelmat on olemassa melkein kaikilla lämpöeristevalmistajilla, mutta valintani on päätenyt just tähän ohjelmän, koska tässä on laajan alueen kattava valikoima rakennusmateriaaleja ja ilmastovyöhykkeitä.

5 TEHTÄVÄLUETTELO

Tämän laskelmien esimerkkinä tulee tavanomainen puurunkotalon rakenne. Jossa vaihdetaan eristetyyppi ja niiden vahvuus. Diagramilla saadan nähdä rakennusfyysiikkaliset rakenneominaisuudet ja sen U-arvo, jonka perustella voi laskea energian kulutus.

Lopussa laadin taulukon, josta ilmenee erivaihtoehtojen riittävyys ja kustannustehokkuus.

Ilmastovyöhykkeenä valittu Petroskoi, koska se on ominaisuuksiltaan lähin Kuopiota.

6 TEHTÄVÄ

Alussa esitetään U-arvon nykyiset määräysnormit:

3.2.1

Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja laskettaessa rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvo rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti:

seinä	0,17 W/m ² K
hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 180 mm)	0,40 W/m ² K
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/m ² K
ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)	0,17 W/m ² K
maata vastaan oleva rakennusosa	0,16 W/m ² K
ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0 W/m ² K

(C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Rakennusten lämmöneristysmääräykset)



30.10.2019

Diagrammien seliteet:

Musta viva- lämpötila.

Sininen viva- Kastepisten lämpötila

Sininen alue- Kondensointi

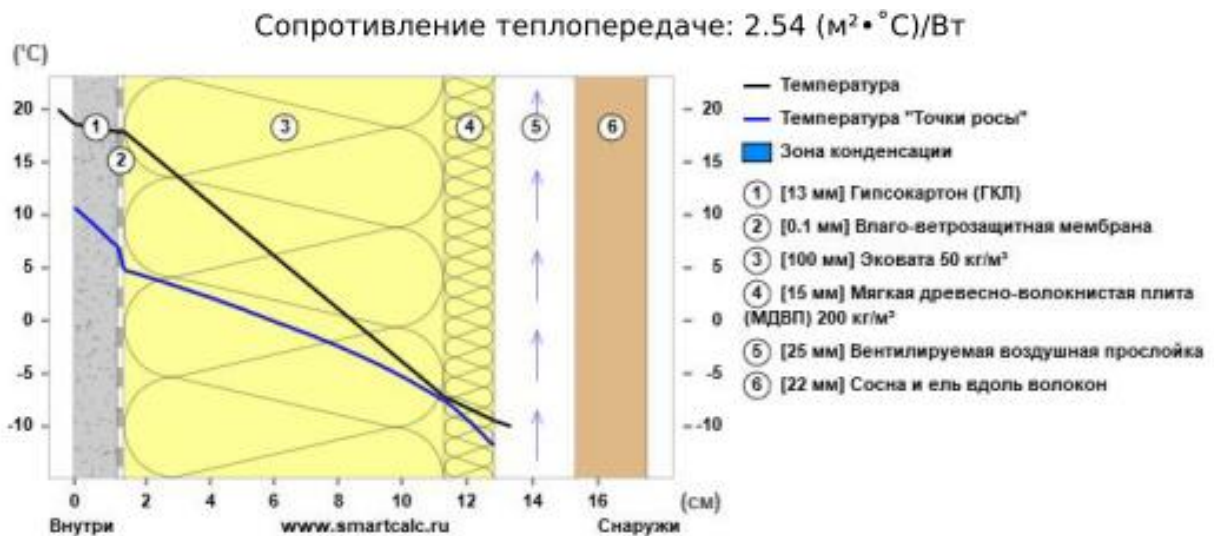
Numeroilla merkattu rakennekerrokset,

Alapuolella mittaviva- kuvailee kerroksien vahvuus.

Vaihtoehto 1.

US Ecovilla.

Ulkooverhous, tuuletuskolaus, tuulensuoja, rungossa eristeenä ECOVILLA, ilmansulkupaperi, kipsilevy.



Eristevahvuus 100 mm, , R = 2,54.

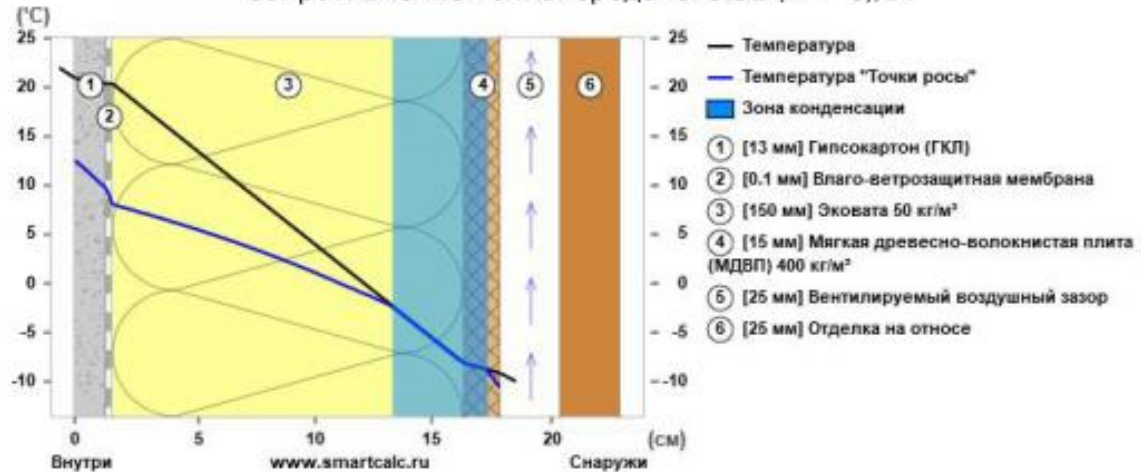
U-arvo = $1/2,54 = 0,39$

Lämpöhukka 51,51 kWh /m²/lämmityskausi.



30.10.2019

Сопротивление теплопередаче: 3.51 (м²•°C)/Вт

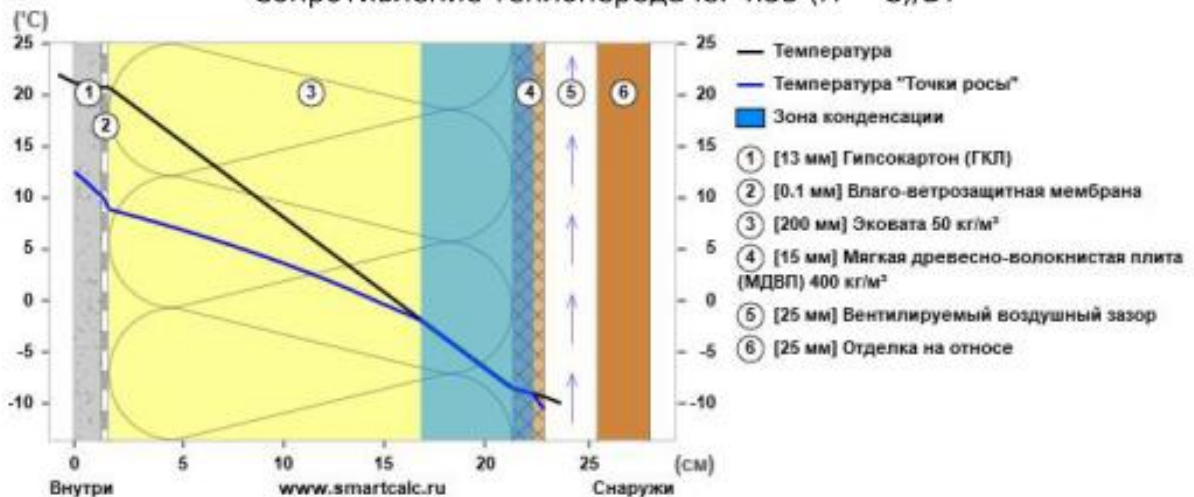


Eristevähyys 150 mm, mahdollinen veden kondensointi eristeen ulkoreinassa, R = 3,51.

$$U\text{-arvo} = 1/3,51 = 0,28$$

Lämpöhukka 40,49 kWh /m²/lämmityskausi.

Сопротивление теплопередаче: 4.55 (м²•°C)/Вт



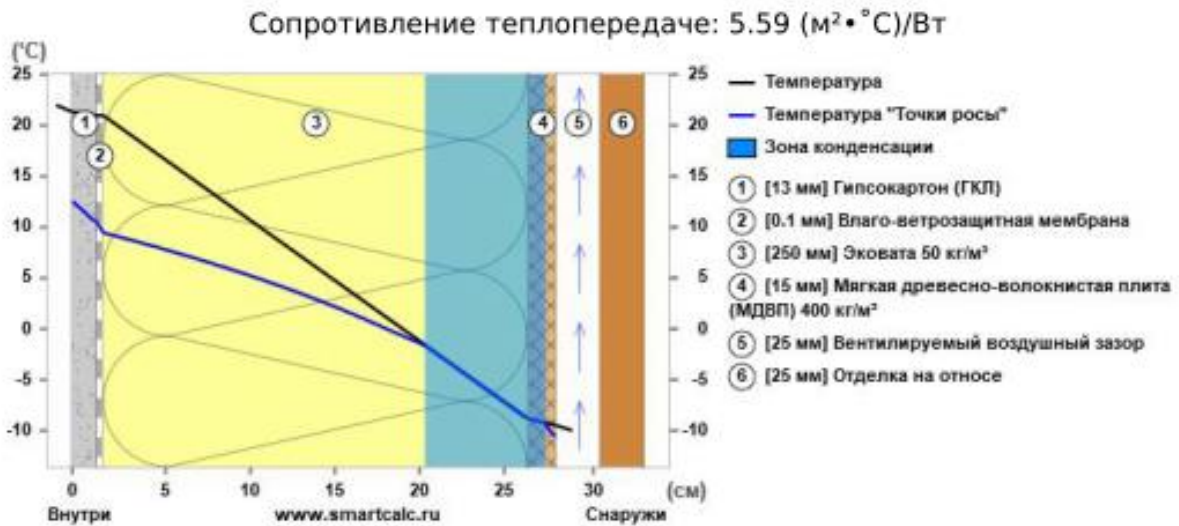
Eristevähyys 200 mm, mahdollinen veden kondensointi eristeen ulkoreinassa, R = 4,55,

$$U\text{-arvo} = 1/4,55 = 0,22$$

Lämpöhukka 31,23 kWh /m²/lämmityskausi.



30.10.2019



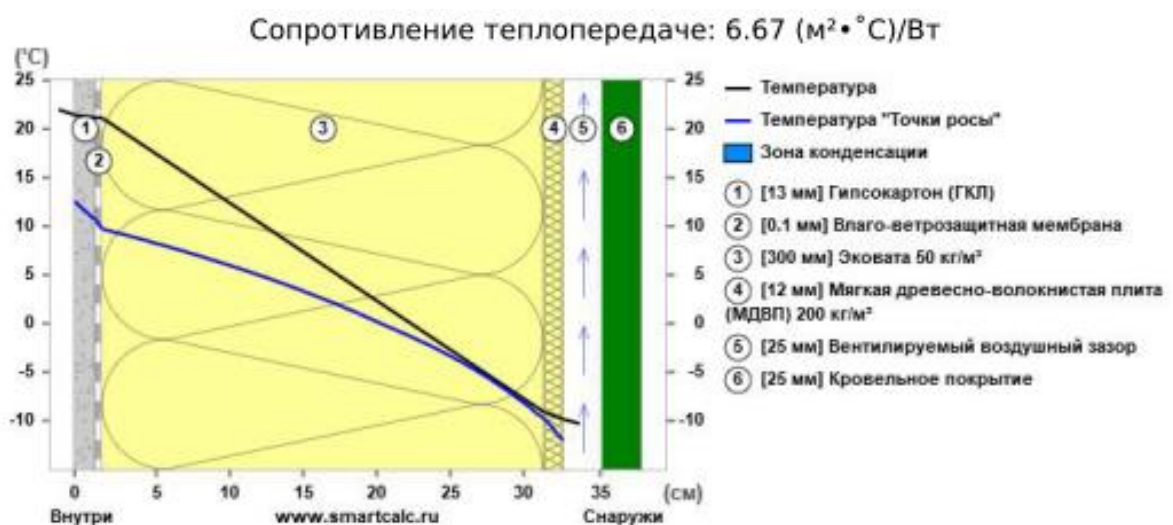
Eristevähyys 250 mm, mahdollinen veden kondensointi eristeen ulkoreinassa, R = 5,59.

$$U\text{-arvo} = 1 / 5,59 = 0,18$$

Lämpöhukka 25,41 kWh /m²/lämmityskausi.

YP Ecovilla.

Vesikate, tuuletusrako, eriste, ilmansulkupaperi, kolaus, sisäkatto.



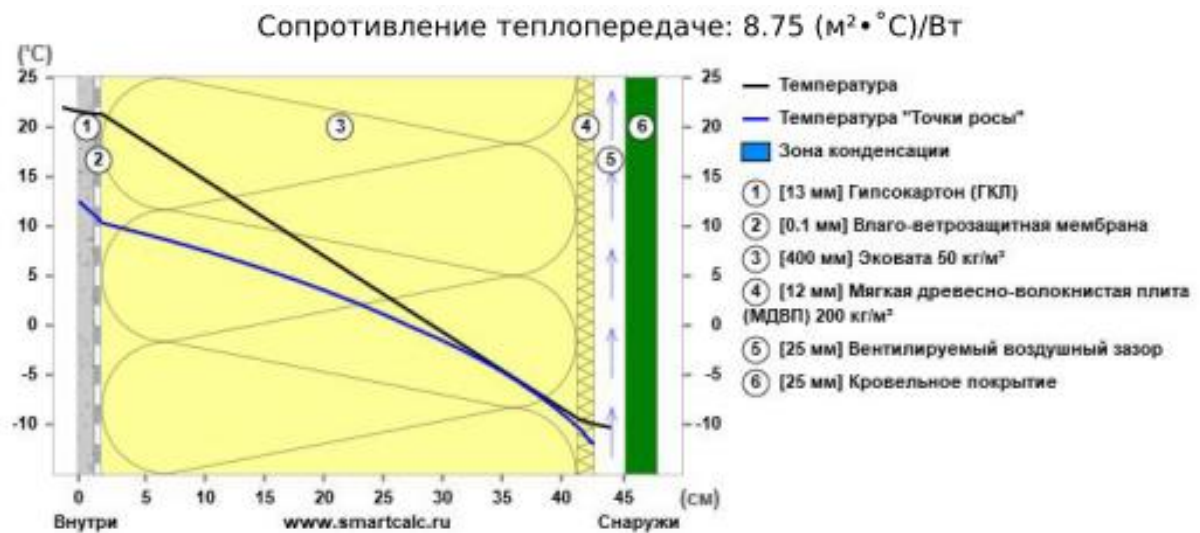
Eristevähyys 300 mm, mahdollinen veden kondensointi tuuletusvälissä, R = 6,67.



30.10.2019

$U\text{-arvo} = 1/6,67 = 0,15$

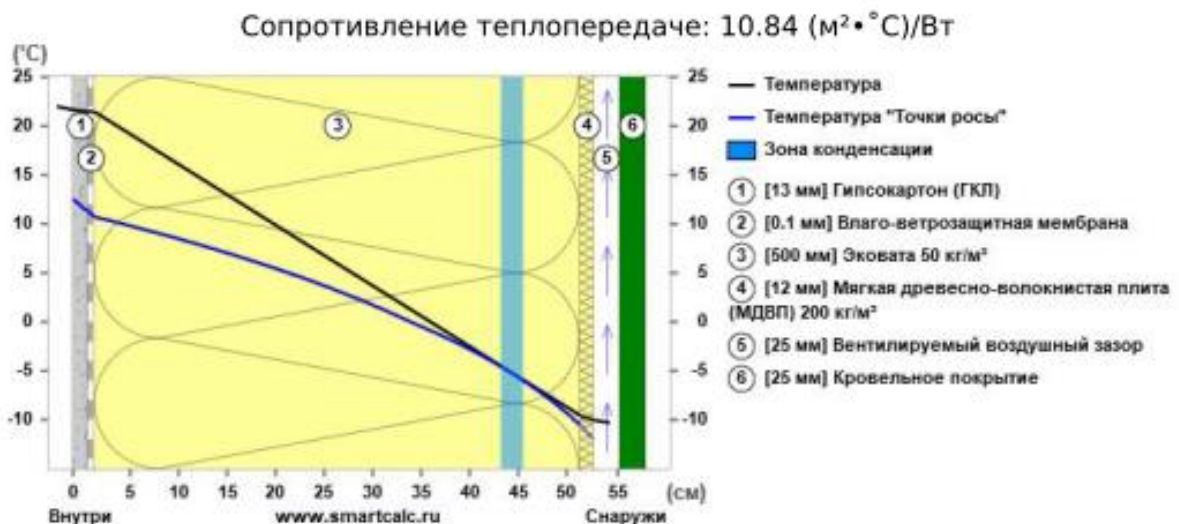
Lämpöhukka 21,31 kWh /m²/lämmityskausi.



Eristevahvuus 400 mm, R = 8,75.

$U\text{-arvo} = 1/8,75 = 0,11$

Lämpöhukka 16,24 kWh /m²/lämmityskausi.



Eristevahvuus 500 mm, mahdollinen veden kondensointi eristekerroksessa. R = 10,84.

$U\text{-arvo} = 1/10,84 = 0,09$

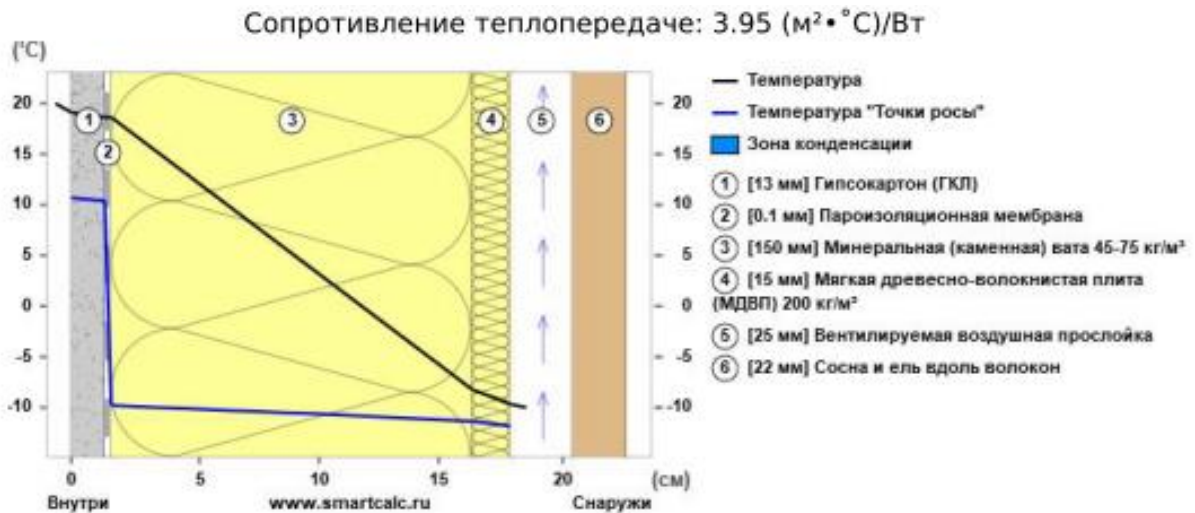


30.10.2019

Lämpöhukka 13,12 kWh /m²/lämmityskausi.

Vaihtoehto 2. Kivivilla

Ulkooverhous, tuuletuskolaus, tuulensuoja, rungossa eristeenä Kivivilla, höyrynsulku, kipsilevy.



Eristevahvuus 150 mm, R = 3,95.

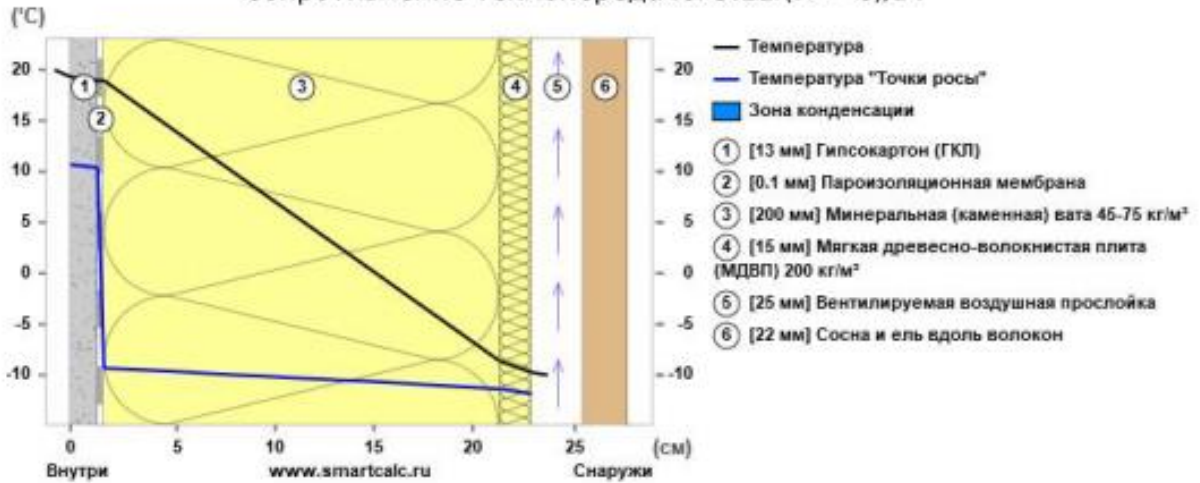
U-arvo = 1/3,95 = 0,25

Lämpöhukka 33,17 kWh /m²/lämmityskausi.



30.10.2019

Сопротивление теплопередаче: 5.11 (м²·°C)/Вт

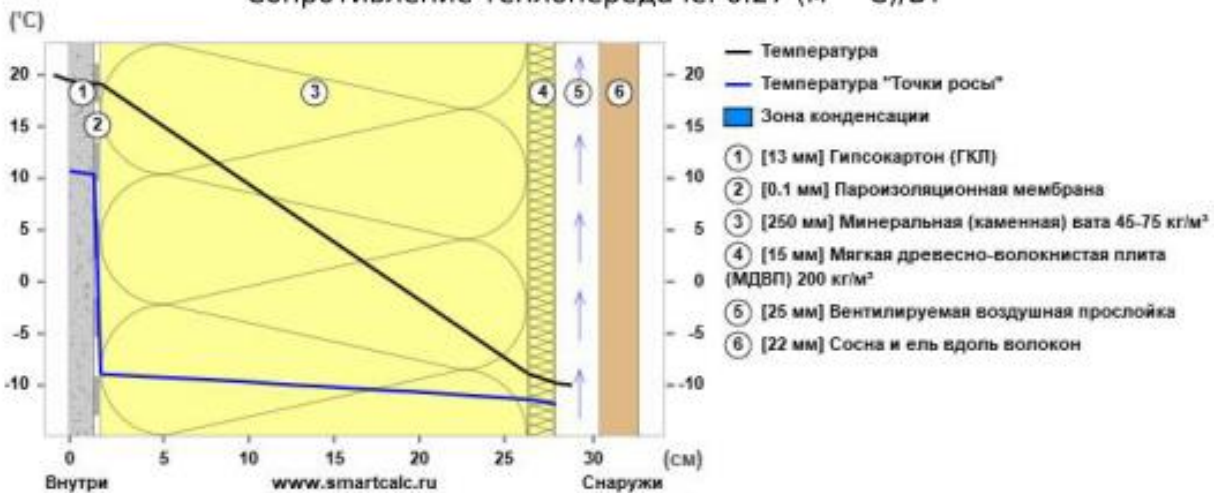


Eristevahvuus 200 mm, R = 5,11.

U-arvo = 1/5,11 = 0,2

Lämpöhukka 25,62 kWh /m²/lämmityskausi.

Сопротивление теплопередаче: 6.27 (м²·°C)/Вт



Eristevahvuus 250 mm, R = 6,27.

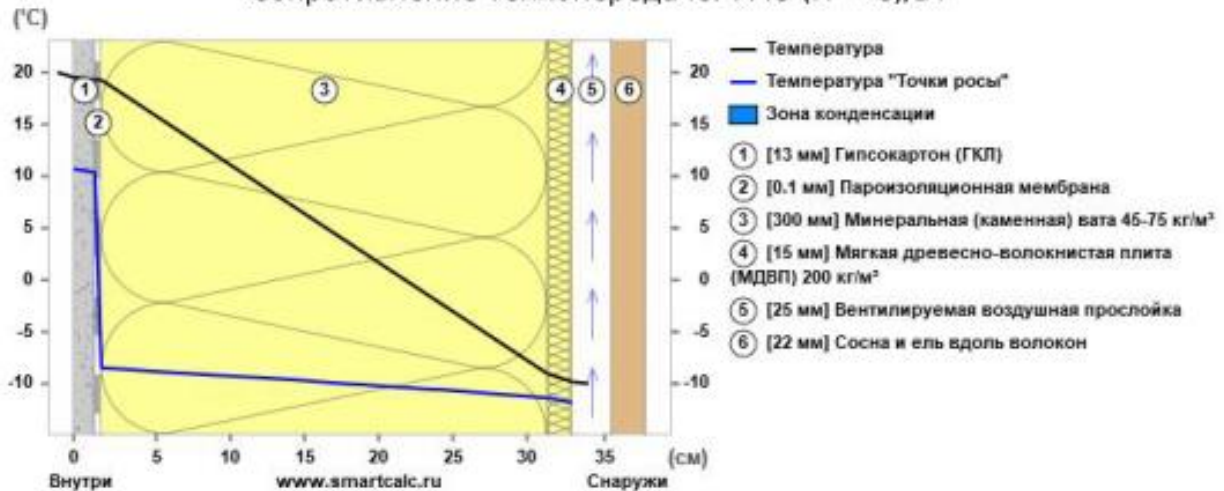
U-arvo = 1/6,27 = 0,16

Lämpöhukka 20,87 kWh /m²/lämmityskausi.



30.10.2019

Сопrotивление теплопередаче: 7.43 (м²•°C)/Вт



Eristevahvuus 300 mm, R = 7,43.

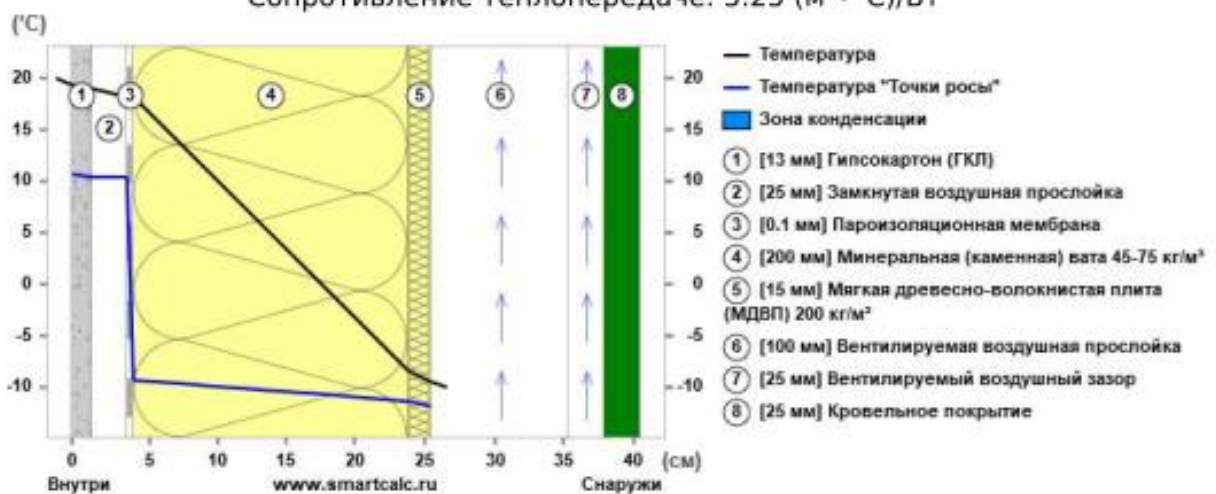
U-arvo = 1/6,27 = 0,13

Lämpöhukka 17,6 kWh /m²/lämmityskausi.

YP Kivivilla.

Vesikate, tuuletusrako, eriste, höyrynsulku, kolaus, sisäkatto.

Сопrotивление теплопередаче: 5.25 (м²•°C)/Вт



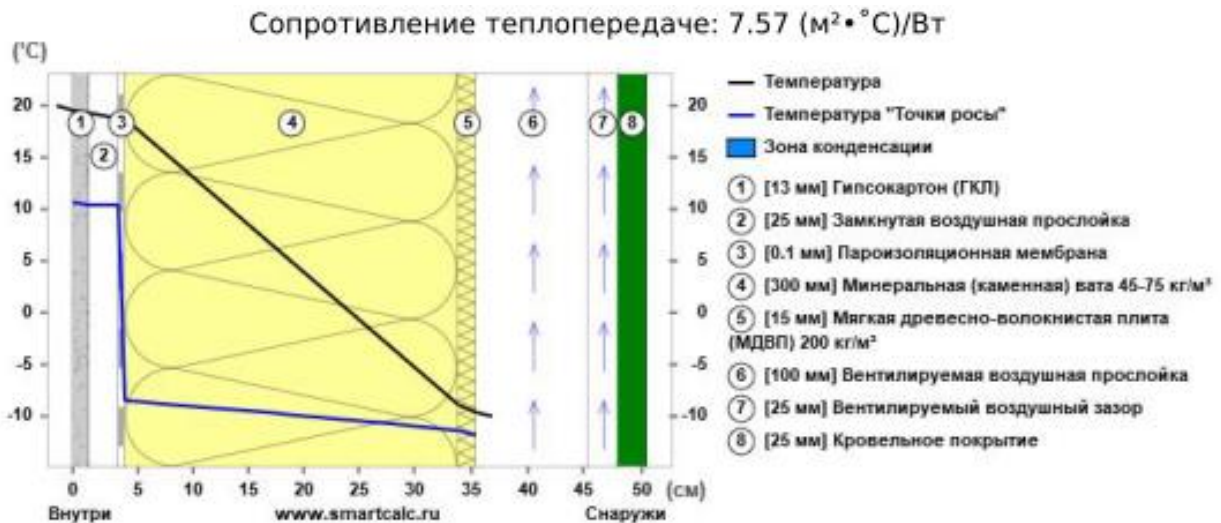
Eristevahvuus 200 mm, R = 5,25.

U-arvo = 1/5,25 = 0,19



30.10.2019

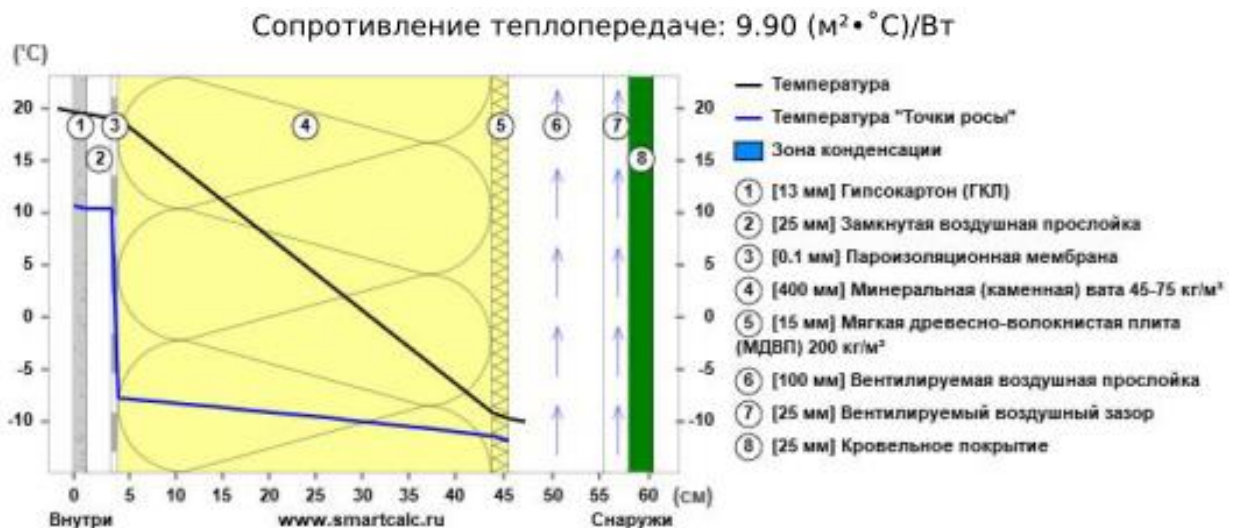
Lämpöhukka 24,93 kWh /m²/lämmityskausi.



Eristevähyys 300 mm, R = 7,57.

$$U\text{-arvo} = 1/7.57 = 0,13$$

Lämpöhukka 17,28 kWh /m²/lämmityskausi.



Eristevähyys 400 mm, R = 9,90.

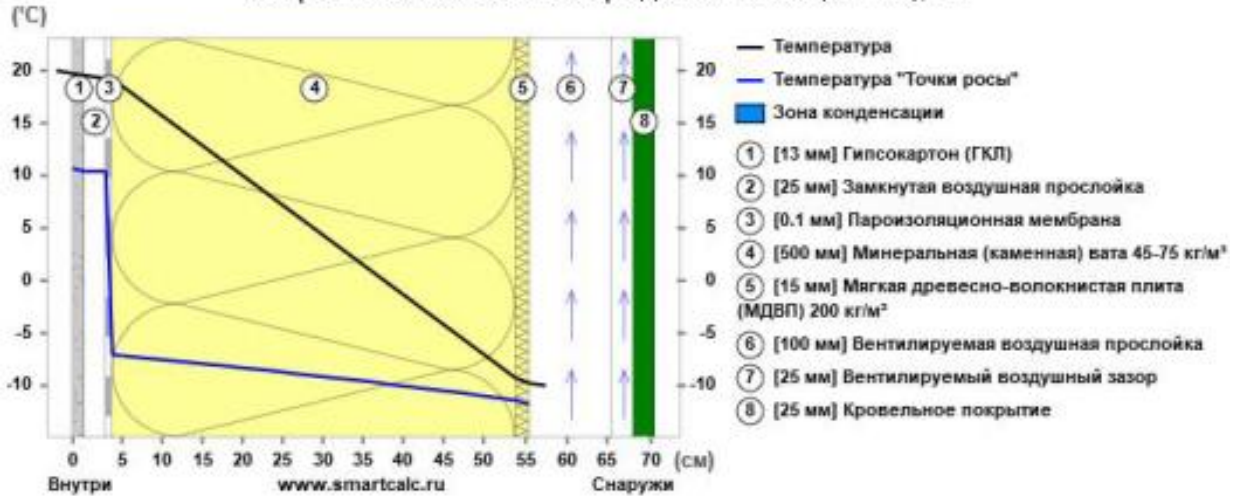
$$U\text{-arvo} = 1/9.90 = 0,1$$

Lämpöhukka 13,22 kWh /m²/lämmityskausi.



30.10.2019

Сопротивление теплопередаче: 12.22 (м²·°C)/Вт



Eristevävyys 500 mm, R = 12,22.

U-arvo = 1/12,22 = 0,08

Lämpöhukka 10,7 kWh /m2/lämmityskausi.

Nyt, kun mittaukset suoritettu, tulokset syötetään taulukon, jonka perustella tehdään johtopäätöksiä, lisäseikkoja huomioon ottaen.

7 Yhteenveto

Materiali	vahvuus mm	Hinta €/m2*	U-arvo	lämm kWh/kausi
US Ecovilla	100	35,52	0,39	0,17
	150	41,5	0,28	
	200	47,48	0,22	
Kivivilla	250	53,46	0,18	0,09
	150	33,61	0,25	
	200	36,96	0,2	
	250	40,3	0,16	
YP Ecovilla	300	68,87	0,15	0,11
	400	80,83	0,11	
	300	43,65	0,13	



30.10.2019

Tutkimuksesta ilmene:

Ecovillatapauksessa kosteusriskitön US-rakenne on eristevahvuudelta 100 mm. Muissa tapauksissa eristekerroksen ulkopuolella kylmimmissä olosuhteissa muodostuu kondensointivaara-alue, jonka paksuus kasvaa eristeen paksuuden suurentamisen mukaan.

YP rakenteessa, jos 300 mm:ssä muodostyy kondenssia tuuletustilassa, joka kuitenkin haihtuu tuuletuksen avulla.

500 mm:ssä kondenssikerros muodostuu jo eristekerroksen sisällä, mikä on jo vaarallista homeutumisen riskin kannalta. Vaikka vaadittu U-arvo tulee vasta siinä eristevahvuudessa.

Kivivillatapauksessa kosteuden muodostumisvaara ei ilmenee, silloin, kun höyrysulku on virheettömästi tiivis, mikä käytännössä vaikea saavuttaa.

Sitä paitsi höyrytiivis rakenne on hyvin altis ilmanvaihtovirheille.

Esitän muutama laskelma katsoakseen asian taloudellista puolta.

Laskelmissa katsotan lämpösäästön näkökulmassa tehokain vaihtoehto neliomainen OKT 100m². Seinät 10X10 m, ja korkeus 2,5m.

Silloin tulee 100m² seinän pintaala, ja 100 m² kattopintaala.

Ecovilla ratkaisu:

US- 150 mm	4150 €	Energia	499,06 €/kausi
YP-300 mm	6887 €	Energia	262,97 €/kausi
Yht.	11037 €		762,03 €/kausi

US- 250 mm	5346 €	Energia	313,56 €/kausi
YP-400 mm	8083 €	Energia	200,40 €/kausi
Yht.	13429 €		513,96 €/kausi

Erotus: 2392 € lisäkustannus 248,07 € energian säästö

Takaisinmaksuaika: $2392 : 248,07 = 9,65$ vuotta.

Kivivillatapauksessa tilanne on vastaava.



30.10.2019

Mutta, lämmönhukka rakenteen kautta on vain osa energian kulutustalämmitämiseen.

Huomattavasti enemmän energiaa kuluu vaihtoilman lämmittämiseen. Ja sen osuus kasvaa rakenteen tiveyden mukaan. Sisäilman kannalta ilman vaihto kattaa hiilihapon poisto, joka tulee hengityksestä ja liallisen kosteuden poisto, mikä vie suurimman ilmanvaihtotarven.

Silloin ”hengittävät” rakenteet on edullisemmat kosteuden tasapainon kannalta, ja vaati vähemmän ilmanvaihtoa. Taas kun tiivit rakenteet vaadi enemmän tuuletusta, ja silti ilman laatu tommosissa rakennuksissa on huonompi.

Jos otetaan huomioon kaikkivaaditut taloteknikaan lisälaitteet, takaisinmaksuaika kasvaa jopa niin pitkälle, että kannattavuus menee nollaan taisen alle.

Rakennusten energian säästö ei voi katsoa vain lämpöeristen kannalta. Ohgelma on paljon monipuolisempi, ja vaatii tutkimuksia eri näkökulmista.

Tutkimukset minun osalta jatkuu päättötyössä. Samalla tutkin U-arvo määräyksien kannattavuus.

Luumäellä 16.11.2017

Andrey Fogel