

Útreikningur á varmatapi húss vegna leiðnitaps

Ákvörðun nauðsynlegra
kólnunartalna og einangrunarþykkta
svo kröfur Byggingarreglugerðar
séu uppfylltar

Unnið fyrir Steinull hf.

Nóvember 2013
Björn Marteinnsson



Inngangur

Að beiðni Einars Einarssonar framkvæmdastjóra Steinullar h.f. voru áhrif þess könnuð að einangra hús annarsvegar að innanverðu og hinsvegar að utanverðu, þannig að í báðum tilvikum væri kröfum Byggingareglugerðar um lágmarkseinangrun náð.

Kröfur í Byggingareglugerð

Í Byggingareglugerð (13. Hluti) eru gerðar kröfur til einangrunar, háð fyrirhugaðri notkun. Í eftirfarandi er tekið mið af kröfum til fullhitaðs húsnæðis ($T_i > 18\text{ °C}$);

13.2.3. gr. Útreikningur heildarleiðnitaps.

Heildarleiðnitap skal reiknað fyrir allar nýbyggingar. Hönnunargögnum sem afhent eru leyfisveitanda skal ávallt fylgja útreikningur á heildarleiðnitapi. Heildarleiðnitap mannvirkis, að teknu tilliti til kuldabrua og U-gilda allra viðeigandi byggingarhluta þess, skal ekki verða hærra en fæst þegar einvörðungu er tekið mið af nettóflatarmáli byggingarhluta og hámarks U-gildum skv. ákvæðum þessarar reglugerðar, sbr. töflu 13.01.

13.3.1. gr. Almenn um leiðnitap og U-gildi byggingarhluta.

Almennt gildir að við útreikning heildarleiðnitaps nýbygginga skal U-gildi byggingarhluta ekki vera hærra en fram kemur í töflu 13.01. Heimilt er þó að U-gildi einstakra byggingarhluta í nýbyggingum sé allt að 20% hærra en fram kemur í töflu 13.01, en þá því aðeins að einangrunarþykktir annarra byggingarhluta séu auknar tilsvarendi þannig að heildarleiðnitap mannvirkis haldist óbreytt þrátt fyrir slíka skerðingu einangrunar einstakra byggingarhluta.

13.3.2. gr. Hámark U-gildis – ný mannvirki og viðbyggingar.

Í nýjum mannvirkjum og viðbyggingum skal leyfilegt hámark U-gilda einstakra byggingarhluta vera skv. töflu 13.01.

Tafla 13.01 Ný mannvirki og viðbyggingar – leyfilegt hámark U-gilda einstakra byggingarhluta. Byggingarhluti

	Leyft hámark U-gildis ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	
	$T_i \geq 18\text{ °C}$	$18\text{ °C} > T_i \geq 10\text{ °C}$
Þak	0,20	0,30
Útveggur	0,40	0,40
Léttur útveggur	0,30	0,40
Gluggar (karmar, gler vegið meðaltal, k-gler)	2,0	3,0
Hurðir	3,0	engin krafa
Ofanljós	2,0	3,0
Gólf á fyllingu	0,30	0,40
Gólf að óupphituðu rými	0,30	0,40
Gólf að útilofti	0,20	0,40
Útveggir, vegið meðaltal (veggfletir, gluggar og hurðir)	0,85	engin krafa

Aðferðarfræði í hönnun

Hönnun samkvæmt ofanefndum liðum reglugerðar er því í samræmi við eftirfarandi;

1. Flatarstærðir (A_i) allra byggingarluta eru ákvarðaðar og útfra kröfum reglugerðar um hámarks kólnunartölur (U_i) til hvers og eins þeirra þá er fundin summa margfeldanna $A_i \cdot U_i$ fyrir allt húsið. Niðurstaðan er leyfilegt hámarksgildi varmaafls fyrir hverja gráðu í hitamun (W/K).
2. Reiknuð aflþörf á hverja gráðu í hitamun (eða reiknað leiðnitap) að teknu tilliti til áhrifa kuldabrua. Þessi tala má ekki verða hærri heldur en tölugildið sem fékkst í lið 1, og þannig er nauðsynleg kólnunartala fyrir einstaka byggingarluta ákvörðuð, þó þannig að hámarksgildi í töflu 13.01 í reglugerð, hugsanlega að teknu tilliti til heimildar í gr. 13.3.2, séu uppfyllt.

Til þess að geta gert þann samanburð sem um var beðið er nauðsynlegt að skilgreina hvaða byggingu reikningar skulu taka mið af. Verkbeiðandi óskaði eftir því að hús við Engjaþing væri notað sem grunnur útreikninga og lagði fram teikningar af húsinu í samráði við hönnuði.

Umrætt hús er fjölþýlishúsalengja (nokkur húsnúmer) á þrem hæðum, þar sem gengið er inn í íbúðir frá útirými (opin stigahús). Útfra mati á leiðnitapi er því hægt að líta á húsið sem samsett úr nokkrum sjálfstæðum einingum, sem hver er skráð undir tveim húsnúmerum og inniheldur samtals fjórar íbúðir (á 2. og 3. hæð) og á jarðhæð fjórar bílgeymslur, fjórar almennar geymslur og tvö inntaksrými.

Húsið er steyp og teiknað með einangrun innan á steypa útveggi, steypar gólfplötur ná út á steypa útveggi svo og steypur milliveggur milli íbúða. Þak er loftræst; að hluta timburþak einangrað milli sperra, en að hluta uppstólað timburþak á steyptri þakplötu.

Almennar forsendur útreikninga og niðurstöður

Geyslur og bílgeyslur á jarðhæð er reiknað eins og um fullhituð rými sé að ræða..

Í útreikningum varmaflutnings um byggingarluta eru flatarstærðir hér miðaðar við innra mál einangrunar; á teikningasettinu eru steypumál gefin upp; teikningar miðast við einangrun að innanverðu, og þykkt um það bil 10 sm. Fyrir hús sem er einangrað að innanverðu þá miðast hæðarmál við innribrún einangrunar (vegna þess hvernig kuldabru er skilgreind í staðli), og því þarf að hafa í huga við ákvörðun flatastærða fyrir orkurammann að bæta við veggfleti svo nemur plötujöðrum þar sem þeir ganga í útvegg.

Útreikningar eru gerðir annarsvegar fyrir húsið einangrað að innan og hinsvegar hús einangrað að utanverðu;

A: Hús einangrað að innanverðu, flatarstærðir einangraðra flata miðaðar við að einangrunarþykkt sé 10 sm (svo kemur í ljós að einangrunarþykkt þarf í reynd að vera meiri, þannig að flatarstærðir eru lítillega ofmetnar).

B: Hús einangrað að utanverðu, staðsetningu steyptra veggja hliðrað inn sem nemur 10 sm þannig að herbergjastærðir breytast ekki. Yfirborð einangraðra veggflata er þá hið sama og ytra mál steypu eftir hliðrun og flatarstærðir „byggingarhluta“ (sérstaklega útveggja) því heldur stærri í þessu tilviki heldur en í fyrra tilvikinu (en engin viðbót vegna plötujaðra).

Leiðnitap um glugga eru reiknað miðað við að karmar og póstar séu eins og í hefðbundnum timburgluggum. Til að gluggaflétir uppfylli reglugerðarákvæðið; vegið U-gildi glugga $\leq 2,0$ W/m²K þá reynist nauðsynlegt að miða við U-gildi glers í föstum gluggum sem 1,1 W/m²K (t.d. Gler N+ með 16mm loftbil), en í opnanlegum gluggum 1,9 W/m²K (varmaleiðni um gler í opnanlegum fögum vegur þá innan við helming af leiðni um gler í föstum gluggum). Með þessum forsendum fæst vegið U-gildi glugga sem 1,91 W/m²K. Öðrum kosti má nota gler með U-gildi 1,3 í alla glugga, sem gæfi vegið U-gildi glugga sem 1,84 W/m²K.

Með öðrum tegundum karma má draga úr kuldabruaráhrifum glugga og þá minnka áherslu á U-gildi annarra byggingarhluta.

Kuldabryr vegna glugga eru reiknaðar eins í báðum tilvikum (hugsanlega yrðu jaðaráhrif karma þó minni þegar hús er einangrað að utan, en þetta var ekki metið að þessu sinni).

Til þess að draga úr kuldabruárgildi steyptra gólfplatna milli hæða og í þakplötu þegar hús er einangrað að innanverðu, þá er miðað við að steyppt sé inn einangrun neðan í loft við útveggi; 25 mm þykk einangrun sem nær um 500 mm inn á loft. Það væri hægt að draga enn frekar úr kuldabruaráhrifum með óhefðbundnari aðferðum (Björn Marteinnsson, 2013) og þá draga enn frekar úr kröfum til t.d. einangrunar útveggja.

Þegar hús er einangrað að utanverðu þá teljast ekki vera neinar kuldabryr í útveggjum eða sökkulvegg undir útvegg, en kuldabru vegna bita í þaki er áfram til staðar.

Í báðum tilvikum er reiknað með að bílskúrshurðir séu einangraðar í samræmi við venjur á markaði, sem gefur mun lægra U-gildi fyrir þessa byggingarhluta heldur en krafa Byggingareglugerðar segir til um.

Nauðsynleg U-gildi byggingarhluta í hvoru tilviki, að teknu tilliti til orkuramma húss eins og Byggingareglugerð gerir ráð fyrir, er þá eins og sýnt er í töflum A.1 og A.2 í viðauka.

Nauðsynlegar einangrunarþykktir til að ná ákvörðuðum kólnunartölum (sbr. töflur A.1 og A.2) eru ákvarðaðar í samræmi við staðalinn ÍST 66. Samantekt yfir nauðsynleg U-gildi, og nauðsynlegar einangrunarþykktir eru í töflu 1.

Tafla 1 Nauðsynlegar lágmarks einangrunarþykktir til að uppfylla kröfur Byggingareglugerðar (dæmi um lausnir)

	Einangrað innan		Einangrað utan	
	U-gildi (W/m ² K)	Einangrun (þykkt mm eða lýsing)	U-gildi (W/m ² K)	Einangrun (þykkt mm eða lýsing)
Þak ¹⁾			0,20	200 / 220
- full kuldabruaráhrif	0,15/0,20	250 /220		
- dregið er úr kuldabrum ²⁾	0,20	200 / 220		
Veggir	0,17	220	0,40	115
Gluggar ; vegið meðaltal ³⁾	1,91	Gler 1,1 og 1,9 W/m ² K	1,91	Gler 1,1 og 1,9 W/m ² K
Gólf á fyllingu			0,30	60
- full kuldabruaráhrif	0,16	175		
- dregið er úr kuldabrum ²⁾	0,20	125		

Skýringar:

- 1) Tvær þakgerðir; uppstólað á steypa plötu (fyrrri tölur), hinsvegar einangrað milli sperra (síðari tölurnar)
- 2) Einangrun 25 mm steyp inn í loftaplötur 500 mm inn frá útvegg
- 3) Gler í föstum gluggum U=1,1 W/m²K, í opnanlegum fögum U=1,9 W/m²K. Hefðbundnir timburkarmar; með öðrum tegundum karma má draga úr kuldabruaráhrifum glugga og þá minnka áherslu á U-gildi annarra byggingarhluta.

Umfjöllun

Í steypu húsi sem er einangrað að innanverðu þá vege kuldabryr talsvert mikið eða allt að 33% í heildarleiðnitapi húss sem uppfyllir kröfur Byggingareglugerðar. Þó svo dregið sé úr áhrifum kuldabrua með jaðareinangrun loftaplatna þá þarf að bæta upp tap um kuldabryr með minna tapi um aðra byggingarhluta, og setur þetta umtalsverðar kröfur á einangrun húss. Nokkrar lausnir varðandi nauðsynlegar einangrunarþykktir eru sýndar í töflu 1; veggeinangrun þarf t.d. að vera 220 mm, sem má bera saman við 115mm í húsi sem er einangrað að utanverðu. Þegar ekki eru gerðar ráðstafanir til að draga úr kuldabrum þá þarf að vege þetta upp með aukinni einangrun t.d. í þaki og undir gólfi. Auknar kröfur Byggingareglugerðar til vegins meðal U-gildis glugga gera að verkum að þegar notaðir eru hefðbundnir timburgluggar þá þarf að velja gler með lægra U-gildi heldur en hér hefur almennt tíðkast til þessa. Með betri gluggakörnum og gleri, þá verður nauðsynleg veggeinangrun þegar hús er einangrað að innanverðu minni heldur en að ofan segir.

Tilvísanir og heimildir

Björn Marteinsson (2013) “Einangrun, kuldabryr og yfirborðshiti flata”, ritrýnd vísindagrein í *Verktækni 2013/19*, bls. 30-34

Byggingarreglugerð nr. 112/2012 með áorðnum breytingum (nr. 1173/2012),
Umhverfisstjórnuneytið 2012

ÍST 66:2008 Varmatap húsa- Útreikningar, Staðlaráð Íslands

Viðaukar:

- Tölur A.1 og A.2 sem sýna niðurstöður útreikninga á nauðsynlegum U-gildum

Tafla A.1 Útreikningur húss; veggir einangraðir að innanverðu – full gildi á kuldabrum í gólfplötum og milliveggjum

	Einangrað innan			Raun - óeinangraðar kuldabryr	
	<i>Orkuramminn</i>				
	A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)
Þak					
.. Steypt plata	132,40	0,20	26,48	0,15	19,86
.. Timburþak	88,00	0,20	17,60	0,20	17,60
Alls	220,40		44,08		37,46
Veggir (nettó)					
.. Jarðhæð	128,15	0,40	51,26	0,17	21,79
.. 1. hæð	118,89	0,40	47,56	0,17	20,21
.. 2. hæð	124,20	0,40	49,68	0,17	21,11
.. flm. v/plötukants L (m)=2*62,60+24,37	29,91	0,40	11,97		0,00
Alls	401,15		160,46		63,11
Gluggar og hurðir (múrmál)					
.. Jarðhæð	31,48	2,00	62,96	0,87	27,39
.. 1. hæð	40,74	2,00	81,48	1,91	77,81
.. 2. hæð	40,74	2,00	81,48	1,91	77,81
Alls	112,96		225,92		183,01
Gólf					
.. Á fyllingu	220,40	0,30	66,12	0,16	35,26
Alls	220,40		66,12		35,26
Kuldabryr					
.. Jarðhæð					64,45
.. 1. hæð					63,43
.. 2. hæð					48,36
.. Þakbiti					3,97
Alls			0,00		180,21
Veggir; vegið meðaltal			0,75		0,48
Heild	954,91		496,58		499,06

Tafla A.2 Útreikningur húss; veggir einangraðir að innanverðu- dregið úr kuldabrum í gólfplötum

	Einangrað innan			Raun - "lágörkun" kuldabrua	
	<i>Orkuramminn</i>			U	A*U
	A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)
Þak					
.. Steypt plata	132,40	0,20	26,48	0,20	26,48
.. Timburþak	88,00	0,20	17,60	0,20	17,60
Alls	220,40		44,08		44,08
Veggir (nettó)					
.. jarðhæð	128,15	0,40	51,26	0,17	21,79
.. 1.hæð	118,89	0,40	47,56	0,17	20,21
.. 2. hæð	124,20	0,40	49,68	0,17	21,11
.. flm. v/plötukants L (m)=2*62,60+24,37	29,91	0,40	11,97		0,00
Alls	401,15		160,46		63,11
Gluggar og hurðir (múrmál)					
.. Jarðhæð	31,48	2,00	62,96	0,87	27,39
.. 1. hæð	40,74	2,00	81,48	1,91	77,81
.. 2. hæð	40,74	2,00	81,48	1,91	77,81
Alls	112,96		225,92		183,01
Gólf					
.. Á fyllingu	220,40	0,30	66,12	0,20	44,08
Alls	220,40		66,12		44,08
Kuldabryr					
.. Jarðhæð					58,44
.. 1. hæð					57,42
.. 2hæð					45,15
.. Þakbiti					3,97
Alls			0,00		164,98
Veggir; vegið meðaltal			0,75		0,48
Heild	954,91		496,58		499,27

Tafla A.3 Útreikningur húss; veggir einangraðir að utanverðu

	Einangrað utan				
	<i>Orkuramminn</i>			Raun	
	A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)
Þak					
.. Steypt plata	149,00	0,20	29,80	0,20	29,80
.. Timburþak	88,00	0,20	17,60	0,20	17,60
Alls	237,00		47,40		47,40
Veggir (nettó)					
.. Jarðhæð	140,24	0,40	56,10	0,40	56,10
.. 1.hæð	137,46	0,40	54,98	0,40	54,98
.. 2. hæð	140,09	0,40	56,04	0,40	56,04
.. flm. v/plötukants L (m)=2*62,60+24,37	0,00		0,00		0,00
Alls	417,79		167,12		167,12
Gluggar og hurðir (múrmál)					
.. Jarðhæð	31,48	2,00	62,96	0,87	27,39
.. 1. hæð	40,74	2,00	81,48	1,91	77,81
.. 2. hæð	40,74	2,00	81,48	1,91	77,81
Alls	112,96		225,92		183,01
Gólf					
.. Á fyllingu	237,00	0,30	71,10	0,30	71,10
Alls	237,00		71,10		71,10
Kuldabryr					
.. Jarðhæð					0,00
.. 1. hæð					0,00
.. 2hæð					0,00
.. Þakbiti					3,97
Alls			0,00		3,97
Veggir; vegið meðaltal			0,76		0,66
Heild	1004,75		511,54		472,60



**Nýsköpunarmiðstöð
Íslands**

Akureyri | Egilsstaðir | Húsavík | Höfn | Ísafjörður | Reykjavík | Sauðárkrúkur | Vestmannaeyjar