

Nollenergihus

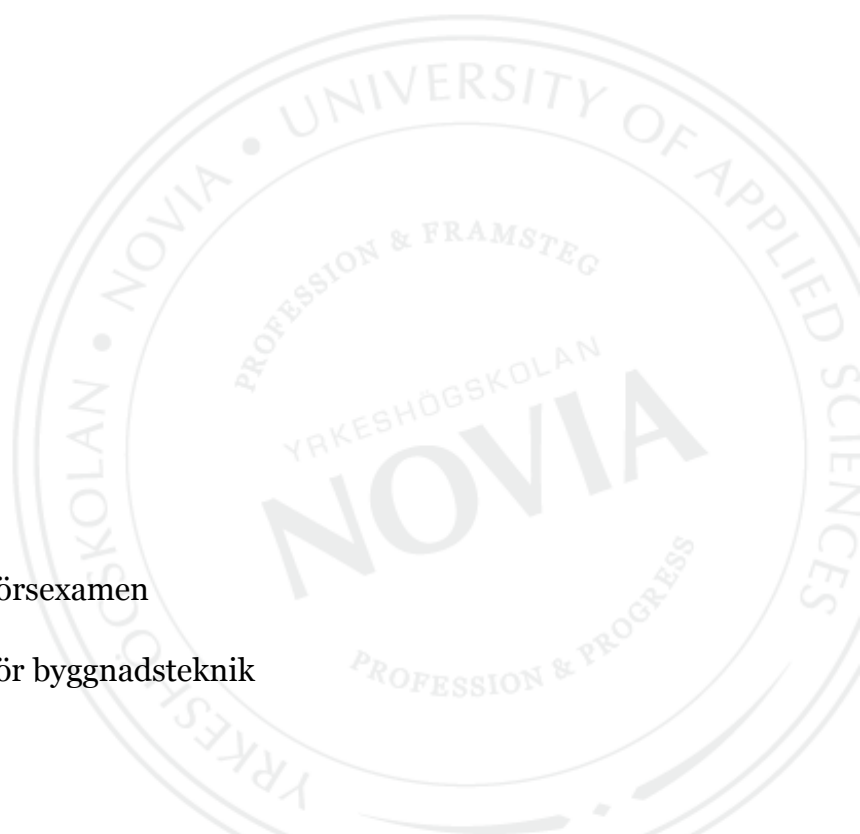
Bestämmelser och tillämpning i Finland

Lucas Mondino

Examensarbete för ingenjörsexamen

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Ekenäs 2015



EXAMENSARBETE

Författare: Lucas Mondino

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering

Handledare: Kirsti Horn

Titel: Nollenergihus

Datum: 15.2.2015

Sidantal : 22

Bilagor:7

Abstrakt

I examensarbetet beskrivs planeringen av ett nollenergihus beläget i Raseborg, Finland. I arbetet beaktas energibestämmelser och byggnadens energiprestanda enligt Finlands byggbestämmelsesamling. I konstruktionslösningarnas Rakennustieto Oy:s (RT kort) och olika tillverkares rekommendationer i beaktande.

I examensarbetet presenteras U—värdeberäkningar enligt definska energibestämmelserna år 2015 . Konstruktionslösningarna i nollenergihuset är tänkta för att kunna nå U-värdenskraven på ett hållbart och ekonomiskt sätt . Ett nollenergihus utnyttjar naturens resurser, så som jordens värme samt solen för att producera sin egen el och sitt varmvatten. Examensarbetet utfördes i samarbete med olika personer och företag från regionen. 3D visualisering gjordes i samarbete med Ola Design, val av ventilationssystem med Enervent Oy, solfångarens dimensionering med Roth Nordic Oy- Finland och prisjämförelse beräkningarna i samarbete med byggnadsingenjörstuderande Fredrik Wickholm.

Språk: Svenska Nyckelord: Nollenergihus, Energismart, solenergi

BACHELOR'S THESIS

Author: Lucas Mondino

Degree Programme: Construction engineering, Raseborg

Specialization: Structural engineering

Supervisors: Kirsti Horn

Title: Zero-energy house

Date: 15 february 2015 Number of pages: 22

Appendices: 7

Summary

This bachelor's thesis describes the designing of a zero energy house which could be built in Raasepori, Finland. The thesis is about the energy regulations in the Finnish Building Code and the performance of this particular building. The design solutions are based on information from Rakennustieto Oy and recommendations by various manufactures.

The thesis presents U-value calculations according to present day energy regulations. Design solutions of the zero-energy house are expected to reach the U-value requirements in a sustainable and economical way. A zero-energy building takes advantage of natural resources, such as the heat from the earth and the sun to produce its own electricity and hot water. The thesis was made in collaboration with several individuals and companies from the region. The 3D visualization was done in collaboration with Ola Design, the ventilation system with Enervent Oy, the solar collector with Roth Nordic Oy -Finland and the comparison of prices with Fredrick Wickholm, a fellow student of construction engineering.

Language: Swedish Key words: Zero-energy house, Energy smart, Sun energy

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Nollenergihus: Definitioner, principer och miljöaspekter.....	1
2.1	Olika principer för lågenergihus.....	2
2.2	En byggnads miljöpåverkan.....	4
3	U-värde.....	4
3.1	Jämförelse av krav på U-värde.....	5
4	Planering av nollenergihuset.....	6
5	Energisnåla konstruktioner för exempelhuset.....	7
5.1	Byggnadsdelar mot mark.....	7
5.1.1	Markfast platta.....	7
5.2	Yttervägg.....	8
5.3	Fönster.....	8
5.4	Dörrar.....	9
5.5	Övrebjälklag.....	9
6	Uppvärmningssystem-Energi produktion.....	10
6.1	Ventilationssystem för exempelhuset.....	10
6.2	Uppvärmningssystem för exempelhuset.....	12
6.3	Solenergi.....	12
6.3.1	Solfångare.....	13
6.3.2	Dimensionering av solfångare.....	13
6.3.3	Solceller.....	14
6.3.4	Dimensionering av solceller.....	15
7	Värmelaster i exempelhuset.....	16
7.1	Värmelaster från personer.....	16
7.2	Värmelaster från belysning och elapparater.....	16
7.3	Solinstrålningen.....	16

7.4	Värmelast från varmvattenberedaren.....	17
7.5	Total värmeenergi från värmelaster i exempelbyggnaden	17
7.6	Slutsats.....	18
8	Elförbrukningen i exempelhuset	18
8.1	Elenergi som förbrukas av byggnaders apparater.....	19
8.2	Belysningens elförbrukning.....	20
8.3	Total elförbrukning.....	20
8.4	Slutsats.....	21
9	Exempelhusets vinterträdgård	21
10	Prisjämförelse mellan ett standardhus och exempelhuset	21
10.1	Prisjämförelsekalkylering	22
11	Slutsatser	23
	Källförteckning.....	25
	Bilagor	

TACKORD

För detta examensarbete har jag fått hjälp och handledning av flera experter inom rapportering, språk, byggt teknik och byggfysik. I första hand vill jag tacka min handledare, arkitekt Kirsti Horn, samt arbetets granskare, byggnadsingenjör Niklas Nyman och Diplomingenjör Towe Andersson som hjälpt till med beräkningar av U-värde. Ett varmt tack går också till Julio Orduñas Sánchez och Emma Grönholm från Ola design som hjälpte med 3D visualiseringen och till byggnadsingenjör studerande Fredrik Wickholm som hjälpte med kalkylering av priser och deras jämförelse.

Ekenäs den 24 februari 2015

Lucas Mondino

1 Inledning

Detta examensarbete beskriver några exempel på hur man kan utnyttja naturens resurser för att skapa nya och miljövänliga hus. I arbetet beskrivs främst ett nollenergihus samt hur man kan uppnå kraven som ställs för ett sådant hus. Det finns olika saker som skall beaktas när man bygger ett nollenergihus så som mot vilket väderstreckhuset skall vara, isolering, ventilationssystem med värmeåtervinning, utnyttjande av solenergi, jord/bergvärme samt koldioxidutsläpp utan att påverka på inomhus komforten för husets invånare.

I arbetet presenteras några alternativ på hur man kan återvinna energi, spara energi och därmed spara pengar. I arbetet redovisas också för olika lösningar med tanke på ovan nämnda faktorer samt miljöpåverkan.

Arbetet bygger på att nya byggnader från och med år 2020 skall kunna nå Europeiska Unionens förslag om energipolitik som säger att varje EU-land måste minska sina utsläpp med 20 % på den primära energiförbrukningen. I Finland står våra byggnader för en tredje del av landets energiförbrukning. Målet med att bygga lågenergihus är att de beräknas sänka energiförbrukningen samt uppvärmningskostnaderna med hälften eller mera.

Nollenergihus är energisnåla hus. Därför fokuserar denna studie på energibehovet i våra byggnader eller i vår framtids byggnader. Vårt gemensamma mål med dessa byggnader är att bromsa ner klimatförändringen.

I slutet av arbetet presenteras en prisjämförelse på olika byggnadsdelar i ett standardhus och ett nollenergihus samt redovisning av återbetalningstid på byggnadsdelarna om man bygger ett nollenergihus istället för ett standardhus.

2 Nollenergihus: Definitioner, principer och miljöaspekter

Det finns olika typer av energihus och ibland kan det vara oklart till vilken grupp ett hus tillhör. Enligt Finlands byggbestämmelsesamlings del D3, Byggnader energiprestanda, föreskrifter och anvisningar, finns det olika byggnormer/krav på nya byggnader om hur mycket värmeförluster det får uppstå. (Finlands Byggnadsbestämmelsesamling D3 2010).

Andrén (2010, s18) klassificerar energismartahus enligt deras energibehov för uppvärmning. Till exempel:

Lågenergihus:

Till denna grupp hör byggnader som använder relativt mindre energi än ett standard hus enligt vad de lokala byggnormerna kräver.

Passivhus:

Är byggnader som inte behöver ett konventionellt uppvärmningssystem. Passivhus är välisolerade hus som värms upp med värme som alstras i byggnaden, det vill säga att ett passivhus karakteriserar sig för effektiv användning av energi och återvinning av värmen.

Minimienergihus:

Energianvändningen i minienergihus blir något högre än i passivhus, men lägre än energikraven i de lokala byggbestämmelserna.

Nollenergihus:

Nollenergihus är självförsörjande byggnader som under året producerar lika mycket energi som de köper in. Nollenergihus kan till exempel leverera el till nätet under sommaren medan motsvarande mängd energi köps in under vintern.

Plusenergihus:

Plusenergihus är byggnader som har en högre ambition än nollenergihus. I praktiken producerar dessa hus mera energi än vad som behövs/konsumeras i huset. Dessa hus är tillsvärdare sällsynta i Norden. (Passivhus 2010, s 10-36)

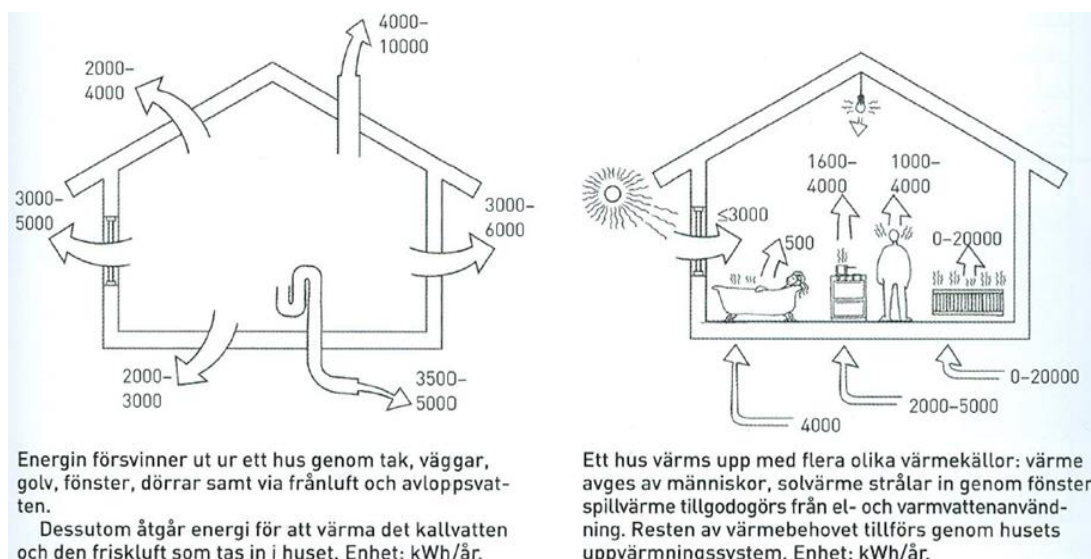
2.1 Olika principer för lågenergihus

Det finns olika principer för förverkligande av olika krav för passivhus/nollenergihus. Målet är att alla våra nya byggnader inom en kort framtid skall vara så miljövänliga som möjligt. På detta sätt vill vi minska på byggnaders energikonsumtion vilken belastar miljön med utsläpp av koldioxid.

Förklaringen över principerna för lågenergihus sker med några bilder på värme läckage/förluster som finns i dagens standard hus som fyller Finlands byggbestämmelser samt gamla byggnader. Därtill illustrerar bilderna olika exempel på hur vi förlorar energi och hur vi kan minska på energibehovet. Bild 1 visar energiförluster i ett 20-30 år gammalt hus och bild 2 är en jämförelse mellan ett gammalt standard hus och ett passiv-nollenergihus. I jämförelsen påvisas vilka saker vi skall ta i beaktande vid planeringen av ett hus och personligen tycker jag att bilden förklarar hur vi tidigare har gjort och hur det bör göras efter år 2020 vid byggande av nära nollenergihus.



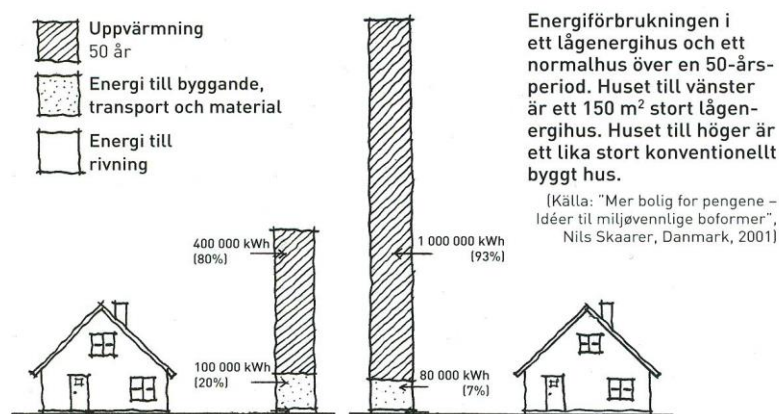
Figur 1. Procentuellt värmeläckage i gamla hus, Vattenfall.



Figur 2. Jämförelse av byggnadens energiförluster och utnyttjande. Byggekologi sida 185

2.2 En byggnads miljöpåverkan

Maria Block (2009, s 180-191) föreslår i sin bok, byggekologi, att man borde redovisa för miljöpåverkan av våra byggnader genom att jämföra deras energiåtgång samt koldioxidutsläpp per år. Andra saker som vi måste analysera är husets olika miljöprofiler som finns i byggfasen i form av materialåtgång (kg) samt utsläpp av CO_x (koldioxid), NO_x (kväveoxider) och SO_x (svaveloxider) vid produktionen. I undersökningen kom det fram att tunga hus (tegelstomme) kräver mera energi och förorsakar större miljöbelastning under byggfasen än hus med trästomme. Tunga hus kräver däremot mindre energi för uppvärmning och har därmed mindre koldioxidutsläpp än trähus då de används.



Figur 3. Miljöbelastningen med 50 års perspektiv för ett konventionellt samt lågenergihus. Byggekologi sida 184.

3 U-värde

Enligt Finlandsbyggbestämmelsesamlings del D3, Byggnaders energiprestanda, är U-värde en värmegenomgångskoefficient för byggnadsdelar. U-värdet beskriver hur bra en byggnadsdel så som golv, tak, väggar etc. är byggda och isolerade. Enheten för värmegenomgångskoefficienten är W/m²•°C eller W/m²•K. Ju mindre värmeförluster desto bättre förmåga att isolera.

Som krav på U-värde för byggnadsdelarna används olika värden, beroende på hur mycket värmeförluster får uppstå i byggnadens mantel. (Finlands Byggnadsbestämmelsesamling D3 Byggnaders energiprestanda 2010)

IFinlands byggbestämmelsesamlings del D3 2012, Byggnaders energiprestanda, punkt 2.5 där man beräknar byggnadsmantelns referensvärmeförlust framkommer kraven för en ny standard byggnad. Om man tänker bygga energisnålare är kraven på värmeförlusterna strängare än i ett standard hus.

Nollenergihuset som presenteras i detta arbete har sammanlagt ett U behov på 0,083 W/m²K .Detta är därmed medeltalet för husets U-värdet. (se bilaga 1)

3.1 Jämförelse av krav på U-värde

På basen av följande tabell kan konstateras att kraven på konstruktionsdelar från ett standard hus till ett nollenergihus i vissa fall till och med kan halveras. Detta är en bra beskrivning på hur våra hus är byggda i dagens läge(2012-2015) och hur våra hus skall vara byggda från år 2020 och framåt, enligt Europeiska Unionens rekommendationer.

Jämförelsevärde, U-värde + värmeåtervinnig				
Konstruktionsdel	*BBS D3 2012	Lågenergi	Passivhus	Nollenergi
Ytterväggar	0,17	0,14	0,09	0,08
Övre bjälklag	0,09	0,09	0,07	0,06
Bottenbjälklag platta på mark.	0,16	0,15	0,1	0,07
Fönster	1	0,8	0,8	0,8
Dörrar	1	<0,8	<0,8	<0,8
Nyttograden i värmeåtervinningen	45 %	70 %	75 %	80 %

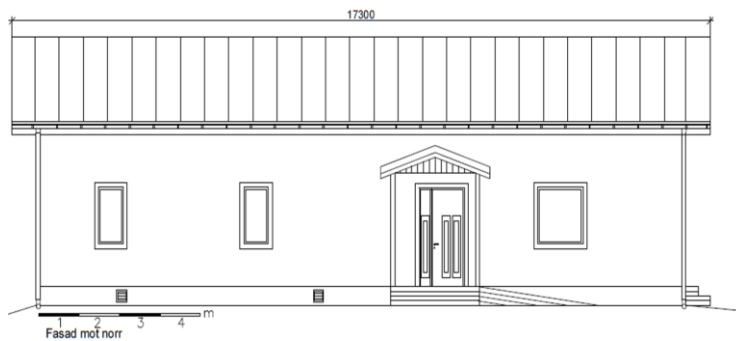
* Förkortningen BBS D3 2012 står för Finlands byggbestämmelsesamling del D3, Byggnaders energiprestanda

Figur 4. Jämförelse mellan kraven på U-värde för standard hus och miljövänliga husiolika grad.(spu.se)

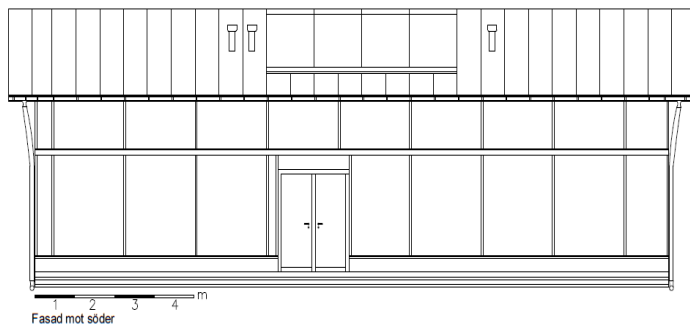
Från tabellen ser vi att kraven för konstruktionsdelarna stiger betydligt för att kunna uppnå Europeiska unionens rekommendationer som vi skall följa efter år 2020. Vi kan också konstatera att vi närmar oss mera och mera miljövänliga byggnader med tanke på koldioxidutsläpp och minimering av köpt energi. För tillfälle är passivhus och nollenergihus dyrare att bygga än standard hus eftersom efterfrågan/intresset för hus byggda på det sättet fortfarande är liten. Med tiden och med Europeiska Unionens direktiv kommer passivhus och nollenergihus att bli populärare.

4 Planering av nollenergihuset

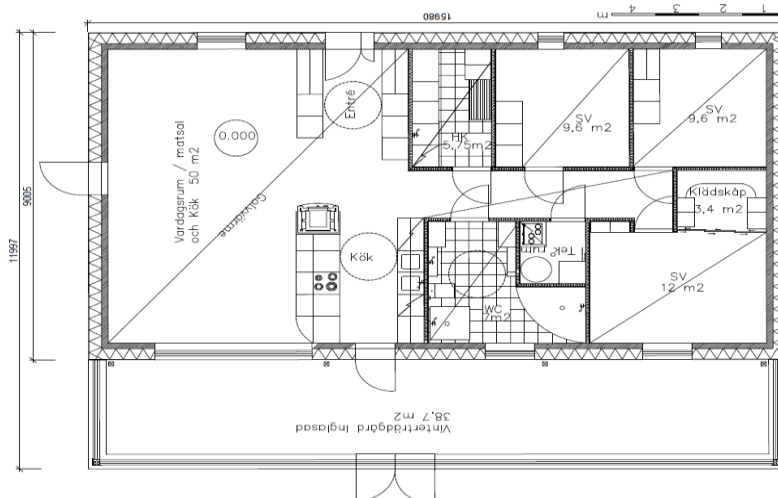
Nollenergihus exemplet är ett hus som jag har ritat själv med hjälp av Finska planeringsprinciper och allmänna krav för nollenergihus. Materialet som används i exempelhuset tillämpar sig för konstruktionsprinciperna för ett energisnålt hus. I husets formgivning utnyttjas naturens resurser för husets uppvärmning med målet att skapa en miljö för komfortabelt boende.



Figur 5. Exempelhusets fasad mot norr. Ritning av Lucas Mondino. (se bilaga 6)



Figur 6. Exempelhusets fasad mot söder. Ritning av Lucas Mondino. (se bilaga 6)



Figur 7. Exempelhusets planritning. Ritning av Lucas Mondino. (se bilaga 6)

5 Energisnåla konstruktioner för exempelhuset

5.1 Byggnadsdelar mot mark

Det finns tre olika grundkonstruktioner: platta på mark, krypgrund och källare. Till bottenbjälklag valde jag att använda den vanligaste grundkonstruktion, det vill säga platta på mark. Jag valde denna metod eftersom om det uppstår fukt i plattan kan detta torka med hjälp av vattenbaserad golvvärme och dränering under plattans isolering.

5.1.1 Markfast platta

Enligt Finlands byggbestämmelsesamlings del C4, Värmeisolering, punkt 5.4 skall byggnadsdelar mot mark delas i två, det inre fältet och randfältet.

Randfältet består av 100 mm betong med vattenbaserad golvvärme av Roth, 100 mm av en finsk isolering som har certifikat för passivhusbyggande SPUAL (polyuretan), 270mm SPU AL isolering på ettdräneringslager av 300 mm grus. Randfältets grundkonstruktion har ett U-värde på 0,058 W/m²K och ligger under kraven för nollenergihus som är 0,07 W/m²K.

Inre fältet består av 100 mm betong i vilken det installeras vattenbaserad golvvärme av Roth, 100 mm SPU AL isolering, PE Plastfolie 2 mm, 250 mm SPU AL isolering samt ett grus dräneringslager på 300 mm. Inre fältets grundkonstruktion har ett U-värde på 0,054 W/m²K och ligger under kraven för nollenergihus som är 0,07 W/m²K.

Grunden på vinterträdgården består av 80 mm betong, 100 mm SPU AL isolering, PE plastfolie 2 mm, 170 mm SPU AL isolering och ett dräneringslager på cirka 300 mm. Vinterträdgårdens platta på mark har ett U-värde på 0,07 W/m²K vilket betyder att den fyller kraven för nollenergihus.

Information om grundkonstruktioner, detaljritningar för grunden samt lösningar till grunden för mitt exempelhus finns i bilagorna 1 och 6.

5.2 Yttervägg

Som huvudmaterial för husets mantel valde jag stenmaterial. Enligt Block (Block 2009) är de positiva sidorna med att använda tungt material (stenmaterial) att det kan lagra värme och fukt. (Block 2009, s 99-103)

Ytterväggen består av tre skikt:

1. Tjockputs av kalk-cementbruk på 20 mm samt armeringsnät.
2. Som isoleringsmaterial valde jag SPU AL 290 mm.
3. Lammi betongblock H 150 som bärande konstruktion.

Konstruktionens U-värde är $0,077\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, vilket understiger kravet för nollenergihus som är $< 0,08\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. (Bilagor 1 och 7)

5.3 Fönster

Ett fönster har många olika funktioner. Det ska släppa in dagsljus och solvärme när så önskas, och i kalla klimat skall fönster hålla värmen kvar inne. Fönster är ur energisynvinkel den svagaste punkten i ett hus. Fönster är den byggnadsdel som har det sämsta U-värdet. Man har konstaterat att genom fönster läcker det ut tio gånger mera värme per år än genom motsvarande yta av väggen. På grund av att skarven mellan vägg och karm är den allra svagaste punkten bör man fästa uppmärksamhet på dess täthet. Energisnåla fönster är mycket viktiga i miljövänliga byggnader. (Byggekologi 2009, s 196-200)

Med tanke på solavskärmningen används i vinterträdgården en glasfasad med en film som släpper in 20 % av solljuset.

Fönster för passivhus eller nollenergihus har ett totalt U-värde på hela fönsterkonstruktionen som understiger $0,8\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Med hela fönsterkonstruktionen syftar man på fönsterkarm, fönsterbåge och glas. Glaset isolerar alltid bättre än karmen, så glaset har lägre u-värde än karm och båge. (Kronfönster.se)

Jag valde att använda fönster från Kronfönster, eftersom de är certifierade passivfönster. Husets fönster är av modellen Polaris, vilken jag valde eftersom de har längre årsgaranti och ett u-värde som understiger kraven för nollenergihus $0,8\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Fönstret har dubbla tätningslister, 3-glas samt argongas fyllning som har ett U-värde på $0,5\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ och $0,79$

W/m²K för hela konstruktionen. Skarven mellan karmen och väggen tätas och isoleras enligt tillverkarens rekommendationer.

5.4 Dörrar

Dörrarna som jag använder i huset är passivcertifierade från Kronfönster och Swedoor, vilka båda är svenska tillverkare. Framdörren och dörren i gaveln är av modellen Artic Michigan från Swedoor med ett U-värde på 0,65 W/m²K och bakre dörren från köket till vinterträdgården är av modellen Premium från Kronfönster och har ett U-värde på 0,77 W/m²K för hela konstruktionen. Skjutdörren som går från vardagsrummet mot vinterträdgården av modellen King av Kronfönster och har ett U-värde på 0,9 W/m²K för hela konstruktionen. Skjutdörrens U-värde överskrider kraven men i detta fall är skjutdörren inte direkt utsatt för hårda och kalla förhållanden, eftersom vinterträdgården och dess fasad skyddar hela södra fasaden.

5.5 Övrebjälklag

Vinden har planerats som förvaringsutrymme. Det finns olika lösningar på användning av vindsutrymme och jag valde att använda boytans tak som mellanbjälklag och att isolera själva takkonstruktionen vid takstolarna med 100 mm SPU AL, vilket gör vinden mer komfortabel och användbar än bara ett kallt rum.

Taket i första våningen består av träpanel på 20 mm, glespanel/skålning på 50x50 mm, 400 mm SPU AL isolering och slutligen enspånskiva på 22 mm, vilken fungerar som golv för vindsvåningen. Vindsvåningen kan man använda som vindsutrymme eller som förråd.

Mellanbjälklagets konstruktion har ett U-värde på 0,056 W/m²K.

Taket på vindsvåningen består av 22 x 100 mm läkt som är skruvat i takstolen för att hålla upp 100 mm SPU AL isoleringen. Därtill finns en luftspalt som är lika bred som takstolen, det vill säga 100 mm, kondenspappret, läkt – luftspalt på 50 x 50 mm, ströläkt på 32 x 100 mm med c-c mått på 350 mm och Ruukki Classic plåttak på 0,6 mm. Konstruktionen tillsammans med isoleringen som finns vid takstolar har ett U-värde på 0,044 W/m²K, vilket understiger kravet för nollenergihus som är < 0,06 W/m²K. (Bilaga 1 och 7).

6 Uppvärmningssystem samt energi produktion

Syftet med markanvändnings- och bygglagen(132/1999) är att främja en bra livsmiljö och stöda ekologiskt, ekonomiskt, socialt och kulturellt hållbar utveckling. (§1,Mom1). I det presenterade exempelhuset används för det mesta energi som vi får av naturen i princip gratis. Behovet av primärenergi i Finland ligger mellan 130 och 140 kWh/m² per år. Man räknar med att ett passivhus/nollenergihus skulle klara sig med bara en fjärdedel av den uppvärmningsenergi som ett vanligt hus brukar. Det vill säga mellan 25 och 40 kWh/m².

(Allmänt om passivhus, Enervent.fi)

Areskoug (2012, s.86-90) säger att om vi sänker innetemperaturen med 1 grad kan vi minska energibehovet med 5 %. Detta kan hjälpa oss att påverka vårt beteende med tanke på energibehov samt utsläpp.(Energi för hållbar utveckling, 2012)

Genomsnittsförbrukning av energi för värme och varmvattenbehovet för en normalfamilj(4 personer) är ungefär 15000 kWh/år i ett nytt hus på 120m². (Andrén 2011, s. 69-86) (Solenergi 2011).

Enligt Block (2009,s188-189) är den årliga energianvändningen i ett familjehus (passivhus) på 120 m² ungefär 7000 kWh/år: 3000 kWh/år för varmvatten, 3000 kWh/år för hushållsel och 1000 kWh/år för uppvärmningen.

6.1 Ventilationssystem för exempelhuset

Uppvärmningssystemet skall planeras och byggas så att inneklimatet energieffektivt uppnår sådana värmeförhållanden som krävs för användningsändamålet. När man planerar uppvärmningssystem skall man utgå från de lokala väderleksförhållandena.

Uppvärmningssystemets effekt skall dimensioneras så, att värmeförhållandena kan hållas lika under uppvärmningsperioden i samband med de dimensionerande utetemperaturerna som presenteras i Finlandsbyggbestämmelsesamlings del D5,Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning.

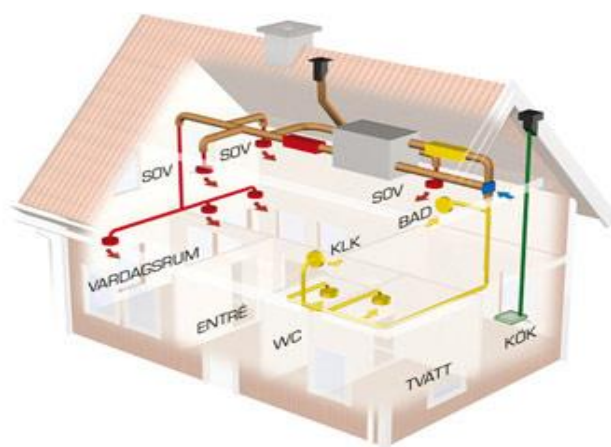
I huset använder jag att använda passivt mekaniskt ventilationssystem FTX, F= frånluft, T= tilluft och X= värmeväxling. Systemet är det mest lönsamma valet om man bygger energisnåla hus. I ett FTX system finns det två kanalsystem som ventilerar hela huset med

hjälp av tilluftsfläkt och en frånluftsfläkt. Tilluften går till sovrum och vardagsrum medan frånluften tas från kök, badrum och tvättstuga. Energibesparingen kan bli 50–80 procent jämfört med om man inte har ett FTX ventilationssystem för att återvinna värmen. Studier visar av man årligen kan spara mellan 3000 och 6000 kWh/år och återbetalningstid för investeringen ligger på tre till fem år. (Energimindyghet.se)

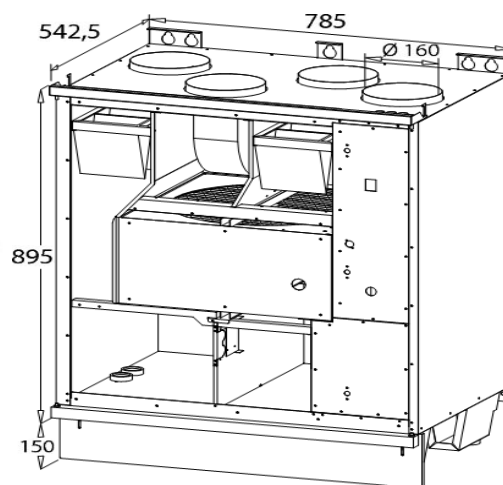
Enligt RT-kort 56–10591 kan en värmeväxlare förvandla frånluften till värmeenergi för att värma en tredjedel av huset. (RT-kort 56–10591 Ilmanvaihto ja ilmastointijärjestelmät, s. 7)

FTX systemet kallas balanserad ventilation. FTX ventilationen är en från- och tilluftssystem med värmeväxlare, det vill säga att detta system återvinner frånluftens värme som i annat fall skulle försvinna ur huset. Värmeväxlaren gör att tilluften kan renas och värmas, med hjälp av frånluftens värme. På energisnåla byggnader rekommenderas det att ha ett FTX system med en verkningsgrad högre än 80 %.(Byggekologi 2009, s 110-122).

Vid planeringen av husets ventilationssystem har jag samarbetat med Enervent Finland (Ensto) som har huvudkontoret i Borgå. Eftersom jag inte har kunskap inom VVS bad jag hjälp av Enervents tekniker. Vi analyserade mina ritningar med information om ventilationskanaler och gjorde en simulering om hur ventilationen fungerar och kom fram till att Pandion MDE är en bra ventilation med effektiv värmeåtervinning som skulle passa till mitt nollenergihus bäst.



Figur 8. FTX ventilationssystem, svenskventilation.



Figur 9. Pandion MDE värmeväxlare av Ensto

6.2 Uppvärmningssystem för exempelhuset

Enligt lagen om energicertifikat för byggnader (2013/50) är målet att främja användningen av förnybar energi samt byggnaders energiprestanda. (§1,Mom1)

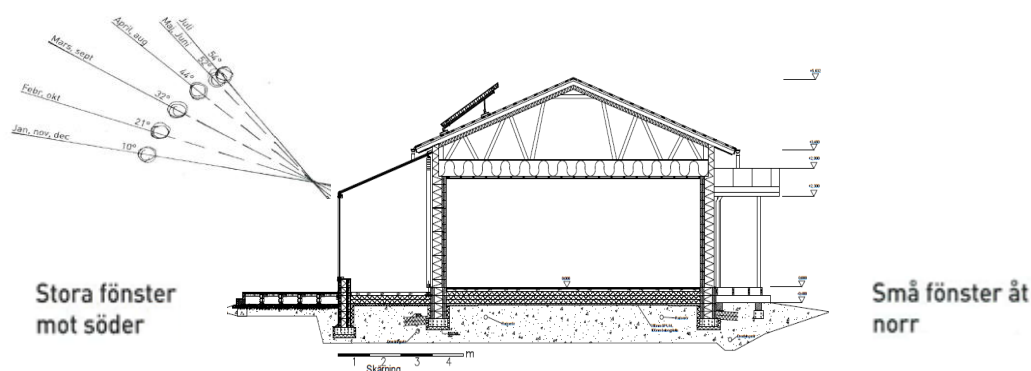
Ett passiv/nollenergihus behöver ungefär 3000-4000 kWh/år för varmvatten samt uppvärmning av byggnaden. Uppvärmningssystem som används i exempelhusets är fjärrvärme i årets kalla förhållanden, det vill säga ungefär halva året. Den andra hälften av året sker uppvärmningen av huset och vattnet med hjälp av solfångare samt ventilationssystemet med värmeåtervinning. För att producera varmvatten används kombibehållare 500/800 av Roth-Nordic Oy som också tillämpas som solvärmeark.

I exempelhuset används också el element för uppvärmningen av huset vid mycket kalla förhållanden under vintertid, det vill säga att när uppvärmningen genom kombisystemet inte räcker till under kalla dagar på vintern, finns det möjlighet att använda el elementet för uppvärmningen.

6.3 Solenergi

Solenergi är gratis energi som nästan aldrig utnyttjas fullt ut i utformningen av byggnader. I våra nya byggnader pratar vi hela tiden om förnybarenergi. Solenergi är en sak som vi i Norden bör utnyttja mera i våra byggnader och våra liv för att kunna uppnå ettekologiskt hållbart samhälle. Man kan använda solenergin till att värma tappvarmvatten, värma huset och för att producera el som kan vara för eget bruk eller för både eget bruk och för att sälja överskottet som vi producerar.

Solinstrålningen i södra Finland kan jämföras med den i södra Sverige där man räknar med en medelsolinstrålning som motsvarar 950 – 1000kWh/m². (Andrén 2011, s 6-86)



Figur 10. Skärning av exempelhuset med tanke på väderstreck och solljus. Skärning av exempelhuset. Ritning av Lucas Mondino.

6.3.1 Solfångare

Enligt lagen om energicertifikat för byggnader (2013/50) skall certifikatet innehålla klassificeringsskalan för byggnadens totala energiförbrukning samt rekommendationer om hur energieffektiviteten kan förbättras. (§9, mom. 3).

Enligt Andrén (2010, s 219-242) reflekterar inte en svart yta solinstrålningen utan tvärtom, energin absorberas och ger värme till ytan och om den svarta ytan isoleras med mineralull på undersidan av glaset kan man fånga in mycket mera energi. Med tanke på det ovan nämnda har jag valt att använda Heliostar solfångare av Roth Nordic i exempelhuset, eftersom de är byggda enligt Andréns rekommendationer och har en väldigt högt verkningsgrad.

6.3.2 Dimensionering av solfångare

Enligt Finlands byggbestämmelsesamlings del D3, Byggnadersenergiprestanda, är medelsolinstrålningen i södra Finland 975 kWh/m^2 . Heliostars solfångaren som jag har valt att använda i exempelhuset har ett energi års utbyte på över 525 kWh/år .

Andrén säger att en normal familj (4 personer, $30 \text{ m}^2/\text{person}$) som bor i ett standardhus behöver 5000 kWh/år för tappvarmvatten och 10000 kWh/år för uppvärmning. (Andrén 2011, s 69-75)

I exempelhuset som jag planerade skall det installeras ett kombinationssystem där solvärme används både för rumsuppvärmning och tappvarmvatten. Det planerade huset är 144 m². Alltså i exempelhusets fall behöver huset 4000 kWh/år för tappvarmvatten och uppvärmning. Därmed skulle det huset behöva 8 m² solfångare av märke Heliostart från tillverkaren Roth för tappvarmvatten och uppvärmning:

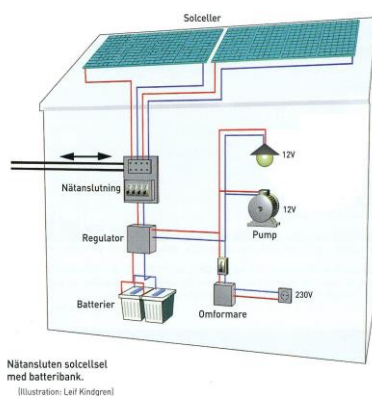
$$\frac{4000 \text{ kWh/år}}{550 \text{ kWh/år}} = 7,3 \text{ m}^2 \text{ Heliostart solfångare}$$

Jag väljer att installera 4 stycken Heliostart solfångare (2,52 m²/st). Det vill säga att jag installerar en 10,08 m² Heliostart solfångare med kombisystem och en varmvattenberedare på 500/800 liter. (Se bilaga 4). Med 10,08 m² under april-oktober månad kan jag producera 50 % (2000 kWh/år) av tappvarmvattnet och uppvärmningen för huset som är 4000 kWh/år.

6.3.3 Solceller

Elproduktion med solceller är det enklaste sättet att skaffa egen el. Solceller producerar energi genom att omvandla solljus direkt till elektricitet. Livslängden på solceller är i medeltal 30 år men kan gå upp till 40 år. Det finns tre olika generationer av solceller:

- Kiselteknik, vanligaste på marknaden
- Tunnsfilmsolceller, tekniskt lika bra som kisel-solcellerna men de kostar bara en femtedel av kisel-solcellernas pris att producera dem.
- Solceller som utnyttjar nano-teknologi. Det forskas som bäst i dessa solceller och kan vara aktuella inom 5-10 år (Block 2009, s 323-328)



Figur 11. Systemet som kommer att användas i Nollenergihuset. Byggekologi, s 326.

6.3.4 Dimensionering av solceller

För exempelhuset dimensioneras solcellerna med tanke på att byggnaden måste överproducera energi under sommaren för att kunna sälja överproduktionen till elbolaget. Hushållselen som exempelhuset skulle behöva är 3000 kWh/år, men därmed borde huset överproducera el för att nå en neutral elförbrukning. Solcellerna har olika verkningsgrad men medeltalet på verkningsgraden är 12-15 %. Jag använder olika solceller i olika delar av byggnaden med tanke på ljusinsläpp till byggnaden. Jag beskriver i detta kapitel olika lösningar, beräkningar och val av solcellsprodukt.

På den inglasade södra fasaden använder jag Sapa Fasad 4150/4150 SX med inbyggda PV cells som är 20 % genomskinligt. AsiThin Film 20 % producerar 45 Watt/m², det vill säga 0,04 kW/m². Fasadens alla sidor har en yta på 42,67 m² och producerar 1 360,11 kWh/m²/år. Vinterträdgårdstaket Glastak 5050 består av glas med inbyggda PV solceller av sorten Sapa Solar Monocrystalline High Efficient 25 mm distance (avstånd mellan solceller) som producerar 135 Watt/m² det vill säga 0,135 kW/m². Dessa har en genomskinlighet på 35 %. Taket har en yta som motsvarar 46,64 m² och producerar 6 296,4 kWh/m²/år. (bilaga 5)

Med tanke på att när man säljer den producerade elen till elleverantör får man ungefär 50 % mindre betalt per kWh än när man köper in elen har jag tänkt att huset bör ha ett överskott för att kunna bli så nära noll köpt energi som möjligt. Jag vill påvisa att överskottsenergin kan produceras genom att tillägga en terrass i husets bakgård. Detta skulle vara en mot söder riktad terrass i vilken golvet består av solcellsplattor. PV Floor Glass av Onyx Solar ger mig möjligheten att producera överskottsel samt materialet passar in i den miljövänliga planeringen. Terrassen har en yta på 48 m² och producerar 2496 kWh/m²/år. (bilaga 5)

För att kunna estimerar elproduktionen använder jag Photovoltaic Estimation Tool av Onyx Solar samt mina egna beräkningar med tanke på m². Uträkningarnas information och resultat finns i bilaga 5.

7 Värmelaster i exempelhuset

Värmelaster som produceras i huset kan återvinnas med ett FTX ventilationssystem med en verkningsgrad som är 80 % eller högre. Med återvinning av värmelaster minskar vi behovet av köpt energi för uppvärmning av huset.

I vinterträdgården kommer det också att produceras värmelaster under soliga dagar, och eftersom den värma luften enligt fysikens lag väger mindre och stiger upp har jag planerat att installera frånlufts ventilationsrör från vinterträdgården som tillför värma luften till värmeväxlare där det värmer tilluften och sedan distribueras till hela byggnaden. Denna metod används i huset när det finns relativt litet behov för uppvärmning av huset, det vill säga under våren och hösten. Under sommaren finns inget behov av denna metod och under vintern är värmelasterna mycket små.

7.1 Värmelaster från personer

Enligt Finlands byggbestämmelsesamlings D3, Byggnaders energiprestanda 2012, kapitel 3.3 ger personer som vistas inomhus en genomsnittlig torr värmeeffekt på $17,35 \text{ kW/m}^2\text{år}$. Denna information kommer jag att använda för att kunna räkna värmelaster från personer som bor i huset, i detta fall 4 personer. Med hjälp av formel (4) och tabell 3 från Finlands byggbestämmelsesamlings del D3, räknar jag ut den totala värmelast som personer producerar i huset under ett år som blir så mycket som 2498 kWh/år . (Bilaga 3)

7.2 Värmelaster från belysning och elapparater

Värmelaster från belysning och apparater räknas också enligt den ovan nämnda formeln. Husets värmelaster från belysning är $7 \text{ kW/m}^2\text{år}$, det vill säga 1008 kWh/år . Värmelaster för el apparater är $15,77 \text{ kW/m}^2\text{år}$, det vill säga 2270 kWh/år . De totala värmelasterna från belysning och elapparater är 3278 kWh/år . (Bilaga 3)

7.3 Solinstrålningen

För att ta reda på värmelaster från solinstrålningen använder jag Finlands byggbestämmelsesamlings del D5, Beräkning av byggnaders energiförbrukning och

effektbehov för uppvärmning. Mer specifikt från punkten 5.3 Solstrålningsenergi som tillförs byggnaden genom fönster använder jag mig av formeln (5.4). (Finlands byggbestämmelsesamlings del D5 2012).

$$Q_{aur} = \sum G_{säteyli,vaakapinta} F_{suunta} F_{löpäisy} A_{ikk} g = \sum G_{säteyli,pystyointa} F_{löpäisy} A_{ikk} g$$

Den totala värmelasten av solinstrålningen genom husets fönster är 1 372,98 kWh/år. (Bilaga 3)

7.4 Värmelast från varmvattenberedaren

Det cirkulerande varmvattnet och varmvattenberedaren producerar också värmelaster som man kan återvinna med hjälp av FTX ventilationssystem. Enligt Byggbestämmelsesamlingens del D5, Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning, är värmelaster från varmvattenberedaren och cirkulerande varmvatten 50 % av förlusterna. Enligt byggbestämmelsesamling D5, tabellen 6.3b, är förlusterna från en 500 liters varmvattenberedare och cirkulerande varmvatten 850 kWh/år. Vilket i sin tur betyder att värmelasten från varmvattenberedare och cirkulerande varmvatten är 425 kWh/år. (Finlands byggbestämmelsesamling del D5 2012)

7.5 Total värmeenergi från värmelaster i exempelbyggnaden

I nedanstående tabell adderas alla värmelaster som uppstår i byggnaden för att få en helhetsbild av hur mycket värmeenergi som kan tillgodogöras i en byggnad under ett års tid om man tar i beaktande dessa faktorer under planeringskedet.

Värmelaster	
Från	kWh/år
Människor	2498
Belysning och elapparater	3278
Solinstrålning i huset	1372,98
Solinstrålning i vinterträdgården	2250,9
Varmvattenberedare	425

Värmelaster kWh/år 9824,88

FTX ventilation med 80 %
värmeåtervinning 7859,904

Total kWh/år som återvinns 7859,904

Tabell 1. Totala värmelaster som produceras i huset. (se bilaga 3)

7.6 Slutsats

Med hjälp av de ovannämnda värmelasterna konstaterar jag att exempelhuset kommer att klara av uppvärmningen av huset med värmelaster som produceras i själva huset och solfångare mellan tidsperioden mars-april till oktober-november. Detta beror dock mycket på hur hård vinter det blir mellan tidsperioden november-december till mars-april.

8 Elförbrukningen i exempelhuset

Elförbrukningen i våra hus belastar på ett sätt eller annat också miljön. Elen produceras i viss mån av kärnkraft och kolkraft , på den miljövänliga sida av elproduktion finns det vattenkraft vindkraft, kraftvärme, etc. Med tanke på koldioxidutsläpp bör vi minska elenergibehovet.

Enligt Block (Byggekologi 2009, s.215-237) kan vi effektivera vår elanvändning genom att välja eleffektiva produkter som finns på marknaden. Dessa är till exempel miljövänliga vitvaror som är energimärkta med A+++ och detsamma gäller med belysning och andra apparater som vi möjligtvis vill ha i våra hus.

Byggbestämmelsesamlingens del D5, Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning, säger att elförbrukningen i ett fyrapersonhushåll i Finland ligger kring 6000 kWh/år.(D5 2007, Tabell 7.1)

Idet planerade nollenergihuset använder jag miljövänliga produkter som konsumerar så lite elenergi som möjligt och med en lång livslängd. Enligt Block (2009,s188-189) behöver ett passivhus/nollenergihus 3000 kWh/år för hushållsel. Med hjälp av att välja energisparande produkter skall jag försöka minimera elförbrukningen.

8.1 Elenergi som förbrukas av byggnaders apparater

I Byggbestämmelsesamlingens del D5, Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning, kapitel 4.1 anges den totala standardförbrukningen av apparater i byggnaden. Jag valde de apparater som fanns i tabell 4.1 som huset är planerat att innehålla.

På vänstra sidan av tabellen finns det några produkter som jag har i det planerade huset och som också fanns i tabellen 4.1 i byggbestämmelsesamlingens del D 5, Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmningen, med sin årliga energiförbrukning. Jag valde att göra en jämförelse av dessa produkter för att kunna påvisa att genom att använda miljövänliga produkter kan man minska behovet av köpt energi.

(D5 2007, Tabell 4.1)

Jämförelse av elförbrukningen

Tabell 4.1 D5 2013 sida 28			Produkter i Nollenergihus A+++		
Typavapparat	Förbrukning i småhus	Enhet	Märke	Produktkod	Förbrukning
					Kwh
Bilplatser	150	kWh/plats			150
Spis	520	kWh/enhet	Cylinda	5906006549015	290
Mikrovågsugn	55	kWh/enhet	Upo	6416590029477	25
Kaffekokare	70	kWh/enhet	Moccamaster	8712072597481	50
Diskmaskin	250	kWh/enhet	Bosch	SMU50M15SK	234
Kylskåp	270	kWh/enhet	Bosch	KSV36MI41	75
Tvättmaskin	240	kWh/enhet	Bosch	WAE28267SN	165
TV	200	kWh/enhet	Panasonic	TX-47AS650E	67
PC	80	kWh/enhet			80
Video	95	kWh/enhet	samsung	8806085403260	20
Σ av elförbrukning i standardhus	1930	kWh/år	Σ av elförbrukning kWh/år med nergieffektiva produkter =		1156

Tabell 2. Jämförelse av elförbrukning, minimering av elbehov.

Resultatet av jämförelsen av standard respektive miljövänliga apparater i byggnaden blev att med miljövänliga produkter blir den besparingen nästan 800KWh/år.

Finlands byggbestämmelsesamlings del D3, Byggnaders energiprestanda, kapitel 4,7 säger att elförbrukningen för belysning och hushållsapparater beräknas vara lika med värmelasterna från dessa. Detta betyder att man kan beräkna elenergiförbrukningen för hushållsapparater med formel (4) från byggbestämmelsesamlingens del D3. (se bilaga 3)

$$Q = kP \frac{\tau d}{24} \frac{\tau w}{7} \frac{8760}{1000}$$

$$Q_{tot, \text{år}, app} = 1892 \text{ kWh/år}$$

Man kan konstatera att standard elenergiförbrukning för de standard hushållsapparater som finns jämförelsen av elförbrukningstabell ligger kring 2000 kWh/år.

8.2 Belysningens elförbrukning

Elförbrukning för belysning beräknas på samma sätt som för elförbrukning för hushållsapparater det vill säga med formel (4) från Finlands byggbestämmelsesamlings del D3. (Se bilaga 3)

$$Q_{bel} = kP \frac{\tau d}{24} \frac{\tau w}{7} \frac{8760}{1000}$$

$$Q_{tot, \text{år}, bel} = 1008 \text{ kWh/år}$$

8.3 Total elförbrukning

Enligt Block (2009, s188-189) är den totala elförbrukningen för hushållsel som ett passiv/nollenergihus behöver ungefär 3000 kWh/år. (Block, 2009)

Summan av elförbrukningen för byggnadens apparater och elbelysning blir mellan 2300 och 2600 kWh/år.

En ungefärlig elförbrukning av ventilationssystemet, olika pumpar i uppvärmningssystemet och fläktar ligger på 1000 kWh/år. (Byggekologi 2009, s 188-189).

8.4 Slutsats

Exempelhuset kommer att ha en ungefärlig elkonsumtion på 3500 kWh/år enligt resultatet av punkt 8.3 Total elförbrukning. Elkonsumtion för belysning och hushållsapparater kan påverka också deras värmelaster eftersom elförbrukning av belysning och hushållsapparater räknas vara lika med deras värmelaster, detta betyder som exempel att ju mindre elkonsumtion en lampa har desto mindre värmelast produceras.

9 Exempelhusets vinterträdgård

Idén med vinterträdgården var att förlänga ett sommarklimat för dem som vistas i huset, genom att skapa ett utrymme där man kan vistas tidigt på våren och på hösten utan att märka en temperaturskillnad från innertemperaturen. Med Sapa Solar fönster Sapa Fasad 4150/4150 SX och Glastak 5050 som har ett U-värde mellan 0,8 – 1,2 W/m²K, en isolerad grundplatta med 0,070 W/m²K och en grundmur av Finlands populäraste betong värmeblock LL 400 av Lammi betong med ett U-värde på 0,17 W/m²K har vinterträdgården relativt bra komfort för husets invånare.

Uppvärmningen av vinterträdgården sker genom radiatorer, vars varmvatten kommer från solfångare eller bergvärmepumpen samt solinstrålningen genom glasfasaden. Tanken är att vinterträdgården skall uppvärmas av naturens resurser, uppvärmningskällan från mars-april fram till oktober kommer från solen och resten av året sker uppvärmningen via bergvärme.

Vinterträdgårdens glasfasad och tak innehåller inbyggda solceller vilkanämndes i punkt 4.3. Solcellerna producerar elenergi samt dämpar solljuset för att kunna ha ett behagligt klimat i både huset och vinterträdgården.

10 Prisjämförelse mellan ett standardhus och exempelhuset

I denna punkt valde jag att jämföra vad det innebär kostnadsmissigt att bygga ett nollenergihus istället för ett standardhus. Detta ville jag göra för att kunna påvisa att med bättre lösningar och bättre planering kan man med en satsning på en 2-10% mera i budgeten bygga ett energismart hus.

I prisjämförelsen jämförs tre olika byggnadsdelar mellan ett så kallat tungt hus, stenhus, med standard kravet för U-värde enligt Finlands Byggbestämmelsesamlingens del C3, Byggnaders värmeisolering, och ett nollenergihus byggt med stenmaterial. De tre olika byggnadsdelarna som jämförs är övre bjälklaget (YP 1-2), nedre bjälklagsplatta på mark (AP 1-2) och ytterväggen (US 1). I ytterväggens area är inte fönster och dörrar medräknade.

Enligt prisjämförelsen av de tre byggnadsdelarna kom jag fram till Nollenergihusets byggnadsdelar blir 2,5 % dyrare än delarna till ett standardhus, vilket betyder att det som man betalar extra i ett energismarthus, i detta fall omkring 2 000 € skulle det sparas in under en tidsperiod på 2-4 år. I prisjämförelsekalkylering är fönster, dörrar samt ventilationssystemet inte medräknade. Detta betyder att skillnaden mellan ett standardhus och exempelhuset blir dyrare, i detta fall kring 10 %.

10.1 Prisjämförelsekalkylering

Prisjämförelsekalkyleringen gjordes i samarbete med byggnadsingenjörstudenter Fredrik Wickholm från Yrkehögskolan Novia. Kalkyleringsprogrammet som Wickholm har utvecklat och kommer att presentera som sitt examensarbete våren 2015, heter IWKA beta 1.0. Priserna baseras på branschens facklitteratur.

Nollenergihus

Byggnadsdel	tth/m ²	Material € (alv 0 %)	Arbete € (alv 0 %)	Summa (Alv 0 %)	Skillnad €
YP 1	1,26	92,70 €	46,04 €	138,74 €	24,76 €
YP 2	0,715	92,48 €	26,24 €	118,72 €	7,03 €
AP 1	1,215	157,01 €	45,16 €	202,17 €	33,62 €
AP 2	1,205	139,49 €	44,78 €	184,27 €	23,95 €
US 1	0,9	84,15 €	31,06 €	115,21 €	-29,62 €

Standardhus

Byggnadsdel	tth/m ²	Material € (alv 0 %)	Arbete € (alv 0 %)	Summa (Alv 0 %)	Skillnad €
YP 1 (mineralull)	1,26	67,94 €	46,04 €	113,98 €	-24,76 €
YP 2 (mineralull)	0,76	83,90 €	27,79 €	111,69 €	-7,03 €
AP 1 (EPS)	1,23	122,82 €	45,73 €	168,55 €	-33,62 €
AP 2 (EPS)	1,22	114,97 €	45,35 €	160,32 €	-23,95 €
US 1 (Lammi 400)	0,91	114,11 €	30,72 €	144,83 €	29,62 €

Nollenergihus

Byggnads del	Area m ²	Kostnad m ² € (Alv 0%)	Tot. kostnader €: A*kostnad
YP 1	147,2	138,74 €	20422,528
YP 2	144	118,72 €	17095,68
AP 1	40,00	202,17 €	8086,8
AP 2	80	184,27 €	14741,6
US 1 *	203,5	115,21 €	23 445,24 €
Σ tot.kostnader €			83791,843

Standardhus

Byggnads del	Area m ²	Kostnad m ² € (Alv 0%)	Tot. kostnader €: A*kostnad
YP 1	147,2	113,98 €	16777,856
YP 2	144	111,69 €	16083,36
AP 1	40,00	168,55 €	6742
AP 2	80	160,32 €	12825,6
US 1 *	203,5	144,83 €	29 472,91 €
Σ tot.kostnader €			81901,721

* I ytterväggens area är inte fönster och dörrar medräknade.

Slutsatsen av beräkningen är att det blir 2,5 % dyrare att bygga ovan nämnda konstruktionsdelarna till exempelhuset (nollenergihus).

11 Slutsatser

Energisnåla byggnader är det som de flesta husägare i Skandinavien önskar sig. Det diskuteras meraoch mera om saken och det utvecklas nya lösningar om energismart byggande i våra rådande klimatförhållanden i Skandinavien. I Finland är energismarta hus en viktig fråga med tanke på landets energianvändning och koldioxidutsläpp då våra byggnader står för 40 % av landets energianvändning. Finland är inkluderat i Europeiska Unionens förslag enligt vilket alla nya byggnader år 2020 skall vara så nära nollenergihus som möjligt. Detta är en stor utmaning för Finland eftersom det innebär att vi på en period på mellan fem och sex år bör ändra vårt tankesätt om planering och byggande av nya hus. Det stora frågetecknet är ifall Finland är redo för denna förändring? Har vi tillräckligt med kunskap inom energismart byggande? Vad blir resultaten om vi inte har tillräckligt med kunskap samt kvalificerad arbetskraft inom området? Vad har landet för planer för att motivera folk att bygga nära nollenergibyggnader? Enligt min personliga upplevelser det ut som omdessa frågor för tillfället är obesvarade och jag har svårt att tro att vi i Finland kommer att klara av Europeiska Unionens rekommendationer på så kort tid. Däremot

anser jag det vara realistisk att vi år 2024/5 är färdiga att fungera som ett energismart samhälle och bygga energismarta byggnader.

Att bygga ett hus kan för många innebära den största investering som man gör under hela sitt liv. På grund av detta är det svårt att bestämma sig för ifall man skall bygga ett energisnålt eller ett standardhus. Ett nära nollenergihus/passivhus kräver en större investering än ett standardhus. Men om man forskar i allt för att hitta bra och ekonomiska lösningar, vilket gjorts i detta arbete, blir helhetsinvesteringen bara mellan 3 och 10 % mera än vid byggande av ett standardhus. Finland ligger litet efter i denna trend om att bygga energisnålt om man jämför med centrala Europa samt våra grannländer.

I arbetet kommer det fram att det är möjligt att bygga passivhus eller nära nollenergihus i Finland. Det är också möjligt att bygga nollenergibyggnader i Finland men en svår bit med att bygga nollenergihus är att fortfarande är solceller mycket dyra och deras återbetalningstid är för lång. Det andra problemet är att stora elbolag inte vill köpa den överproducerade elen vilket är en viktig aspekt i en nollenergibyggnad, eftersom man skulle kunna utnyttja sommarens ljusa dagar för att överproducera el som sedan säljs vidare till elbolaget.

Att planera och bygga fungerande nollenergibyggnader i Finland är mycket svårt på grund av våra klimatförhållanden, men frågan är, vad gör vi åt saken? Varför vågar vi inte prova oss fram med energismarta byggnader? Eftersom det är utmanande borde vi forska i och utveckla bättre lösningar för vårt klimat. Alternativt kunde vi lobba för lindrigare krav inom EU på grund av det utmanande klimatet i Finland.

Källförteckning

Litteraturförteckning

Andrén Lars (2010) *Passivhus en handbok om energieffektivt byggande*. Fält & Hässler AB, Värnamo 2010.

Andrén Lars (2011) *Solenergi praktiska tillämpningar i bebyggelse*. Bulls Graphics AB, Halmstad 2011.

Areskoug Mats (2012) *Energi för hållbar utveckling*. GraficasCems S.L., Spain 2012

Block Maria (2009) *Byggekologi*. Elanders Sverige AB 2009.

Finlands Byggnadsbestämmelsesamling C3 (2010) *Byggnadens värmeisolering*.

Finlands Byggnadsbestämmelsesamling C3 (2010) *Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning*

Finlands Byggnadsbestämmelsesamling C4 (2003) *Värmeisolering*

Finlands Byggnadsbestämmelsesamling D3 (2010) *Byggnadens värmeisolering*.

Finlands Byggnadsbestämmelsesamling D5 (2012) *Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning*.

RT kort56–10591 ILMANVAIHTO JA ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT

Figurförteckning

FIGUR 1. PROCENTUELLT VÄRMELÄCKAGE	3
FIGUR 2. JÄMFÖRELSE AV TVÅ BYGGNADERS ENERGIFÖRLUSTER.	3
FIGUR 3. MILJÖBELASTNINGEN MED 50 ÅRS SIKTE.....	4
FIGUR 4. JÄMFÖRELSE MELLAN KRAVEN	5
FIGUR 5. EXEMPELHUSET FASAD MOT NORR. (SE BILAGA 6).....	6
FIGUR 6. EXEMPELSHUS FASAD MOT SÖDER. (SEBILAGA 6)	6
FIGUR 7. EXEMPELSHUS PLANRITNING. (SE BILAGA 6)	6
FIGUR 8 OCH 9. FTX VENTILATIONSSYSTEM OCH PANDION MDE.....	11
FIGUR 10. SKÄRNING AV EXEMPELHUSET	13

FIGUR 11. SYSTEMET SOM EXEMPELHUSET ANVÄNDER.....	14
---	----

Tabell förteckning

TABELL 1. TOTALA VÄRMELASTER SOM PRODUCERAS I HUSET	18
TABELL 2. JÄMFÖRELSE AV ELFÖRBRUKNING, MINIMERING AV ELBEHOV.	19

Elektroniska källor

Energimyndighet.se *FTX ventilation* (Hämtad 29.11.2014)

<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Ventilation/FTX-system/>

Energimyndighet.se *bergvärmepumpar* (hämtad 9.12.2014)

<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Bergvarmepumpar-november-2012/?tab=3>

www.enervent.fi (Hämtad 14.10.2014)

<http://www.enervent.fi/main.asp?menuid=110100&langid=2&countryid=100>

FTX ventilationssystem: <http://www.svenskventilation.se/?id=1253> (hämtad 7.12.2014)

Jämförelse mellan kraven på ett standard hus och miljövänliga hus i olika grad:
<http://www.spu-isolering.se/planering/planeringsanvisningar/passivsmahus/> (hämtad 10.12.2014)

Kronfönster.se *Passivhusfönster* (hämtad 1.12.2014)

<http://www.kronfonster.se/fonster/pvc-fonster/passivhus-fonster/>

MDE värmeväxlare. Enervent (Ensto). (hämtad 9.12.2014)

<http://www.enervent.fi/unit.asp?menuid=20120&langid=2&countryid=100&modelid=2>

Sapa Solar(hämtad 20.10.2014)

http://www.sapagroup.com/companies/Sapa%20Building%20System%20AB/Pictures/brochures/Sapa_Solar_2012_SE_low.pdf

Vattenfall Sverige. Värmeläckage i gamla hus:<http://www.vattenfall.se/sv/yttervaggartak.htm>(hämtad 28.11.2014)

Bilagor

BILAGA 1 U VÄRDE BERÄKNINGAR	1
BILAGA 2 EXEMPELHUSETS ELFÖRBRUKNING	6
BILAGA 3 EXEMPELHUSETS VÄRMELASTER	7
BILAGA 4 SOLFÅNGARE	12
BILAGA 5 EXEMPELHUSETS ELPRODUKTION	13
BILAGA 6 NOLLENERGIHUSETS RITNINGAR	16
BILAGA 7 NOLLENERGIHUSETS DETALJRITNINGAR	23

Bilagor

Bilaga1

U-värde beräkningar, Värmeisolering C4 (2003)

I beräkningen av U-värde använde jag punkt 2:a i Byggbestämmelsesamling C4 Värmeisolering (2003).

Här medföljer information för att kunna räkna U-värde samt beräkningar av U-värde för olika byggnadsdelar i huset. Lambda(λ) värdesom används är uttagna från C4:an, om värdet är inte tagen från C4:an nämns det skilt under varje tabell.

Enligt punkt 2.2.2 (C4) beräknas värmegenomgångskoefficienten (U) med hjälp av formeln (1).

$$U = 1/RT \quad (1)$$

RT byggnadsdelens totala värmemotstånd från omgivning till omgivning

Punkt 2.2.3 (C4) säger att RT beräknas enligt formeln (2).

$$RT = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_m + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se} \quad (2)$$

$$R_1 = d_1 / \lambda_1, R_2 = d_2 / \lambda_2 \dots R_m = d_m / \lambda_m$$

$d_1, d_2 =$ tjockleken av materialskikt 1, 2, m

$\lambda_1, \lambda_2 =$ projekteringsvärde för värmekonduktivitet i materialskikt 1, 2,

U-värde beräkning för grundplatta randfält (AP1)

Material	λ (W/m ² K)	d (m)	R=d/ λ	R (W/m ² K)	
Inside	-	-	-	0,17	$R_{si} = 0,17$
Betong	1,700	0,10	0,06	0,06	R_1
SPU AL *	0,023	0,10	4,35	4,35	R_2
SPU AL *	0,023	0,27	11,74	11,74	R_3
Dränerad grus	-	-	-	0,80	R_b
Utsida	-	-	-	0,04	$R_{se} = 0,04$
				$\Sigma R =$	17,16

$$U = 1/R \implies 1/17,16 \implies 0,058 \text{ W/m}^2 \text{ k}$$

$$U = 1/R \implies 0,058$$

* Tillverkarens λ -värde

U-värde beräkning för grundplatta inre fält (AP2)

Material	λ (W/m ² K)	d (m)	R=d/ λ	R (W/m ² K)	
Inside	-	-	-	0,17	R _{si} = 0,17
Betong	1,700	0,10	0,06	0,06	R ₁
SPU AL *	0,023	0,10	4,35	4,35	R ₂
SPU AL *	0,023	0,25	10,87	10,87	R ₃
Dränerad grus	-	-	-	3,20	R _b
Utsida	-	-	-	0,04	R _{se} = 0,04
				$\Sigma R=$	18,69
U=1/R ==>		1/18,69==>	0,054 W/m² k		
U=1/R ==>		0,054			

* Tillverkarens λ -värde

U-värde beräkning för Ytterväg (US1)

Material	λ (W/m ² K)	d (m)	R=d/ λ	R (W/m ² K)	
Inside	-	-	-	0,130	R _{si} = 0,13
Puts	1,000	0,007	0,007	0,007	R ₁
Lättgrus betong i block	0,240	0,015	0,063	0,063	R ₂
Betong	1,700	0,120	0,071	0,071	R ₃
SPU P *	0,023	0,290	12,609	12,609	R ₄
Lättgrus betong i block	0,240	0,015	0,063	0,063	R ₅
Cement Putsbruk	1,200	0,020	0,017	0,017	R ₆
Utsida	-	-	-	0,040	R _{se} = 0,04
				$\Sigma R=$	12,998
U=1/R ==>		1/12,998 ==>	0,077W/m² k		
U=1/R ==>		0,077			

* Tillverkarens λ -värde

U-värde beräkning för taket (mellanbjälklag YP2 + yttretak YP1)

Material	λ (W/m ² K)	d (m)	R=d/ λ	R (W/m ² K)	
Insida	-	-	-	0,100	R _{si} = 0,10
Panel	0,140	0,020	0,143	0,143	R ₁
Luftspalt				0,173	R ₂ luft+trä
SPU P *	0,023	0,400	17,391	17,391	R ₃
Golvspånskiva	0,130	0,022	0,169	0,169	R ₄
Uttrymme under tak				0,300	R _b
SPU AL *	0,023	0,100	4,348	4,348	R ₅
Utsida	-	-	-	0,040	R _{se} = 0,04
				$\Sigma R =$	22,665

$$U=1/R \Rightarrow 1/22,665 \Rightarrow 0,044 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U=1/R \Rightarrow 0,044$$

* Tillverkarens λ -värde

$$R_{\text{luft+trä}} = 1 / R_j = f_a / R_{aj} + f_b / R_{bj} + \dots + f_n / R_{nj}$$

Trä

Skålning	50 mm x 50 mm		
C-C mått	400 mm	(50/400) ==>	0,125
d (m)	0,05		
λ (W/m ² K)	0,12	R=d/ λ ==>	0,41666667

Luft

Mellanrum	350 mm		
C-C mått	400 mm	(350/400) ==>	0,875
R _g (m ² · K)/W	0,16		0,16

$$R_{\text{luft+trä}} = \frac{1}{\frac{0,125}{0,4167} + \frac{0,875}{0,16}}$$

$$R_{\text{luft+trä}} = 0,173347779$$

Efter man har räknat U-värde på alla olika byggnadsdelar skall man addera alla U-värdes resultatet för att kunna få en total summa av U-värde (Summa U-v), som sedan plussas med resultatet av köldbryggor ($Q_{\text{köldbrygga}}$) som byggnaden har och summan av dessa två skall divideras med den totala arean $A_{\text{tot}} \text{m}^2$. Som resultatet av divisionen får vi den totala uppskattat U-värde för byggnaden, U behov. (D3 kapitel 2)

$$U_{\text{behov}} = \frac{\text{Summa } U * A + \Psi * L}{A_{\text{tot}} \text{m}^2}$$

Köldbrygga

Byggbestämmelsesamling punkt 2.3 C4 2003

$$Q_{\text{köldbrygga}} = \sum l_k \Psi_k (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

$Q_{\text{köldbrygga}}$	ledningsförlust genom köldbryggor, kWh
l_k	längd på linjär köldbrygga, m
Ψ_k	tilläggskonduktans från linjär köldbrygga, W/(m K).
T_s	innetemperatur, °C
T_u	utetemperatur, °C

2.5.3

Värmeförlusten genom byggnadens mantel beräknas enligt ekvation (1).

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}}) \quad (1)$$

där	
$\sum H_{\text{joht}}$	byggnadsdelars sammanlagda specifika värmeförlust, W/K
U	värmeöverföringskoefficient för byggnadsdel, W/(m ² K)
A	byggnadsdels area, m ²

U värdens beräkningar för hela konstruktionen

Byggnadsdelar	Area m ²	U-värde	U-värde x Arean
Tak* (YP1+YP2)	291,2	0,044	12,85
Väggar (US1)	203,5	0,077	15,66
Golv randfält (AP1)	40	0,058	2,33
Golv inrefält (AP2)	80	0,054	4,28
Fönster	13,3	0,77	10,241
Ytterdörrar	6,2	0,77	4,774

Summa U-v x A

A_{tot} m² = 634,2 W/m²*K ==> 50,13

* mellanbjälklag + yttretaks arean

Köldbryggor

Anslutning	ψ	Längd L (m)	ψ* L
yttervägg - vindbjälklag	0	48	0
yttervägg - Golvbjälklag	0	48	0
Fönster och Dörrar	0,07	36,06	2,5242
Yttervägg - betong balk	0,08	3,6	0,288

Summa ψ* L
W/m²*K = 2,81

$$U_{behov} = \frac{\text{Summa } U * A + \Psi * L}{A_{tot} \text{ m}^2}$$

$$U_{behov} = \frac{50,13 \text{ W/m}^2\text{K} + 2,81 \text{ W/m}^2\text{K}}{634,2 \text{ m}^2}$$

$$U_{behov} = \frac{52,94 \text{ W/m}^2\text{K}}{634,2 \text{ m}^2}$$

$$U_{behov} = 0,083 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Bilaga 2

Elförbrukning

För beräkning av elförbrukning i huset använder jag Finlands byggbestämmelsesamling del D 5 Beräkning av byggnaders energiförbrukning och uppvärmningseffekt.

$$W_{\text{laitesähkö}} = W_{\text{valaistus}} + W_{\text{ilmanvaihto}} + W_{\text{muutlaitteet}} \quad (7.1)$$

Tabell 7.1. Specifika elenergiförbrukningsvärden enligt byggnadstyp för byggnadens anordningar.

Byggnadstyp	Anordningarnas totala elförbrukning	Belysnings- system	Ventilations- system	Övriga anordningar
	$W_{\text{laitesähkö}}$ kWh/brm ² /år	$W_{\text{valaistus}}$ kWh/brm ² /år	$W_{\text{ilmanvaihto}}$ kWh/brm ² /år	$W_{\text{muut laitteet}}$ kWh/brm ² /år
Bostadsvåningshus	50	7	10	33
Radhus	50	7	7	36
Småhus	50	7	7	36

Den årliga el förbrukning från belysning och hushållsapparater kan räknas med formel (4) eller (6) från D3 av byggbestämmelsesamling

$$Q_{bel} = kP \frac{\tau_d}{24} \frac{\tau_w}{7} \frac{8760}{1000}$$

k	användningsgrad
P	värmelast W/m ²
τ_d	antal timmar som byggnaden används per dygn, h
τ_w	antal dagar som byggnaden används per vecka, d

Bilaga3**Värmelaster**

Med hjälp av formel (4) och tabell 3 i kapitel 3 från Finlands byggbestämmelsesamling del D3 räknar jag värmelasterna som producerar av standard användning.

Den årliga värmelasten från belysning och hushållsapparater Q (kWh/m²) beräknas enligt följande:

$$Q = kP \frac{\tau_d}{24} \frac{\tau_w}{7} \frac{8760}{1000}, \quad (4)$$

k	användningsgrad
P	värmelast W/m ²
τ_d	antal timmar som byggnaden används per dygn, h
τ_w	antal dagar som byggnaden används per vecka, d

3.3.3

I tabell 3 ges riktvärden för belysningen i nya byggnader för beräkning av E-talet. Så länge belysningsnivån inte påverkas kan den totala energiförbrukningen beräknas utgående från en lägre belysningsstyrka. Utgångspunkterna för energiberäkningen ska i så fall innehålla en punkt där belysningsnivån behandlas.

$$Q = kP \frac{\tau d}{24} \frac{\tau w}{7} \frac{8760}{1000}$$

Värmelasten från belysningen

$$Q = kP \frac{\tau d}{24} \frac{\tau w}{7} \frac{8760}{1000} \implies Q = 0,1 * 8 W/m^2 * \frac{24h}{24} \frac{7d}{7} \frac{8760}{1000}$$

$$Q = 7 \frac{kW}{m^2} / \text{år}$$

$$Q_{tot, \text{år}} = Q * A \implies Q_{tot, \text{år}} = \frac{7 \frac{kW}{m^2}}{\text{år}} * 144 m^2$$

$$Q_{tot, \text{år}} = 1008 kWh/\text{år}$$

Värmelasten från hushållsapparater

$$Q = kP \frac{\tau d \tau w 8760}{24 \cdot 7 \cdot 1000} \implies Q = 0,6 * 3 \text{ W/m}^2 * \frac{24h \cdot 7d \cdot 8760}{24 \cdot 7 \cdot 1000}$$

$$Q = 15,77 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} / \text{år}$$

$$Q_{tot, \text{år}} = Q * A \implies Q_{tot, \text{år}} = \frac{15,77 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}}{\text{år}} * 144 \text{ m}^2$$

$$Q_{tot, \text{år}} = 2270 \text{ kWh/år}$$

Värmelasten från människor

$$Q = kP \frac{\tau d \tau w 8760}{24 \cdot 7 \cdot 1000} \implies Q = 0,6 * \frac{2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{0,6} * \frac{24h \cdot 7d \cdot 8760}{24 \cdot 7 \cdot 1000}$$

$$Q = 17,35 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} / \text{år}$$

$$Q_{tot, \text{år}} = Q * A \implies Q_{tot, \text{år}} = \frac{17,35 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}}{\text{år}} * 144 \text{ m}^2$$

$$Q_{tot, \text{år}} \text{ husets area (m}^2\text{)} = 2498 \frac{\text{kWh}}{\text{år}}$$

Värmelaster från solen

Solens värmelaster räknar jag med hjälp av formeln (5.4) från Finlands byggbestämmelsesamling del D5, Beräkning av byggnaders energiförbrukning och uppvärmningseffekt kapitel 5, punkt 5.3 Solstrålningsenergi som tillförs byggnaden genom fönster. Med hjälp tabell L2.2 av bilagan 2 från Finlands byggbestämmelsesamling del D3 får jag solens totala strålningsenergi enligt olika väderstreck.

$$Q_{aur} = \sum G_{s\ddot{a}teyli,vaakapinta} F_{suunta} F_{l\ddot{a}p\ddot{a}isy} A_{ikk} g = \sum G_{s\ddot{a}teyli,pystyointa} F_{l\ddot{a}p\ddot{a}isy} A_{ikk} g$$

Q_{aur}	solstrålningens energi som tillförs byggnaden genom fönstren, kWh/år
$G_{s\ddot{a}teyli, vaakapinta}$	total solstrålning mot horisontell yta per enhet, kWh/(m ² år)
$G_{s\ddot{a}teyli, pystypinta}$	total solstrålning mot vertikal yta per enhet, kWh/(m ² år)
F_{suunta}	omvandlingskoefficient med hjälp av vilken den totala solstrålningens energi mot horisontell plan omvandlas till total strålningens energi mot vertikal yta i olika väderstreck
$F_{l\ddot{a}p\ddot{a}isy}$	total korrigeringskoefficient för genomträngning av solstrålning
A_{ikk}	fönsteröppningens area (inklusive båg- och karmkonstruktion), m ²
g	genomträngningskoefficient för den totala solstrålningen genom fönstrets öppning

$$Q_{aur} = \sum G_{s\ddot{a}teyli,pystyointa} F_{l\ddot{a}p\ddot{a}isy} A_{ikk} g$$

$$g = 0,9 g_{kohtisuora} \rightarrow g = 0,9 * 0,7 \rightarrow g = 0,63$$

Till först räknar jag vinterträdgårdens fasad därför att Sapa Fasad 4150/4150 SX med inbyggda PV cells är 20 % genomsnittligt, det vill säga att solinstrålningen som tillförs på själva husets fönsterytor är 80 % av den totala solinstrålningen. I beräkningar på fönster 1,2 och 3 använder jag 80 % av den totala solinstrålningen på södra fasaden.

Q_{aur} för vinterträdgården:

Beräkning för glas tak mot söder (S-0°).

$$Q_{aur} = \sum \frac{975 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{år}} 0,75 (46,64 \text{ m}^2) 0,63 \rightarrow Q_{aur} = 1023 \text{ kWh/år}$$

Beräkning för glasfasad mot söder (S-0°).

$$Q_{aur} = \sum \frac{850,7 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{år}} 0,75 (32 \text{ m}^2) 0,63 \rightarrow Q_{aur} = 883,4 \text{ kWh/år}$$

Beräkning för glasfasad mot väst (W-70°)

$$Q_{aur} = \sum \frac{647 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{år}} 0,75 5,34 \text{ m}^2 0,63 \rightarrow Q_{aur} = 653,7 \text{ kWh/år}$$

Beräkning för glasfasad mot öst (E-270°).

$$Q_{aur} = \sum \frac{662,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{år}} \cdot 0,75 \cdot 5,34 \text{ m}^2 \cdot 0,63 \rightarrow Q_{aur} = 669,2 \text{ kWh/år}$$

Totala värmelaster från solinstrålning Q_{aur} för vinterträdgården:

$$\Sigma Q_{aur} \text{ kWh/år} = 3229$$

Q_{aur} för husets alla fönster:

Beräkning för fönster 1,2 och 3 (Area mot söder: 10,42 m²)

$$Q_{aur} = \sum \frac{680,56 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{år}} \cdot 0,75 \cdot 10,42 \text{ m}^2 \cdot 0,63 \rightarrow Q_{aur} = 692,36 \text{ kWh/år}$$

Beräkning för fönster 4,5 och 6 (Area mot norr 2,88 m²)

$$Q_{aur} = \sum \frac{647 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{år}} \cdot 0,75 \cdot 2,88 \text{ m}^2 \cdot 0,63 \rightarrow Q_{aur} = 651,26 \text{ kWh/år}$$

Totala värmelaster från solinstrålning Q_{aur} för husets alla fönster:

Q_{aur} kWh/år	Fönster 1,2 Och 3 692,36	Fönster 4,5 och 6 651,26
------------------	-----------------------------	-----------------------------

$$\Sigma Q_{aur} \text{ kWh/år} \quad 1343,62$$

Värmelaster från varmvattenberedare

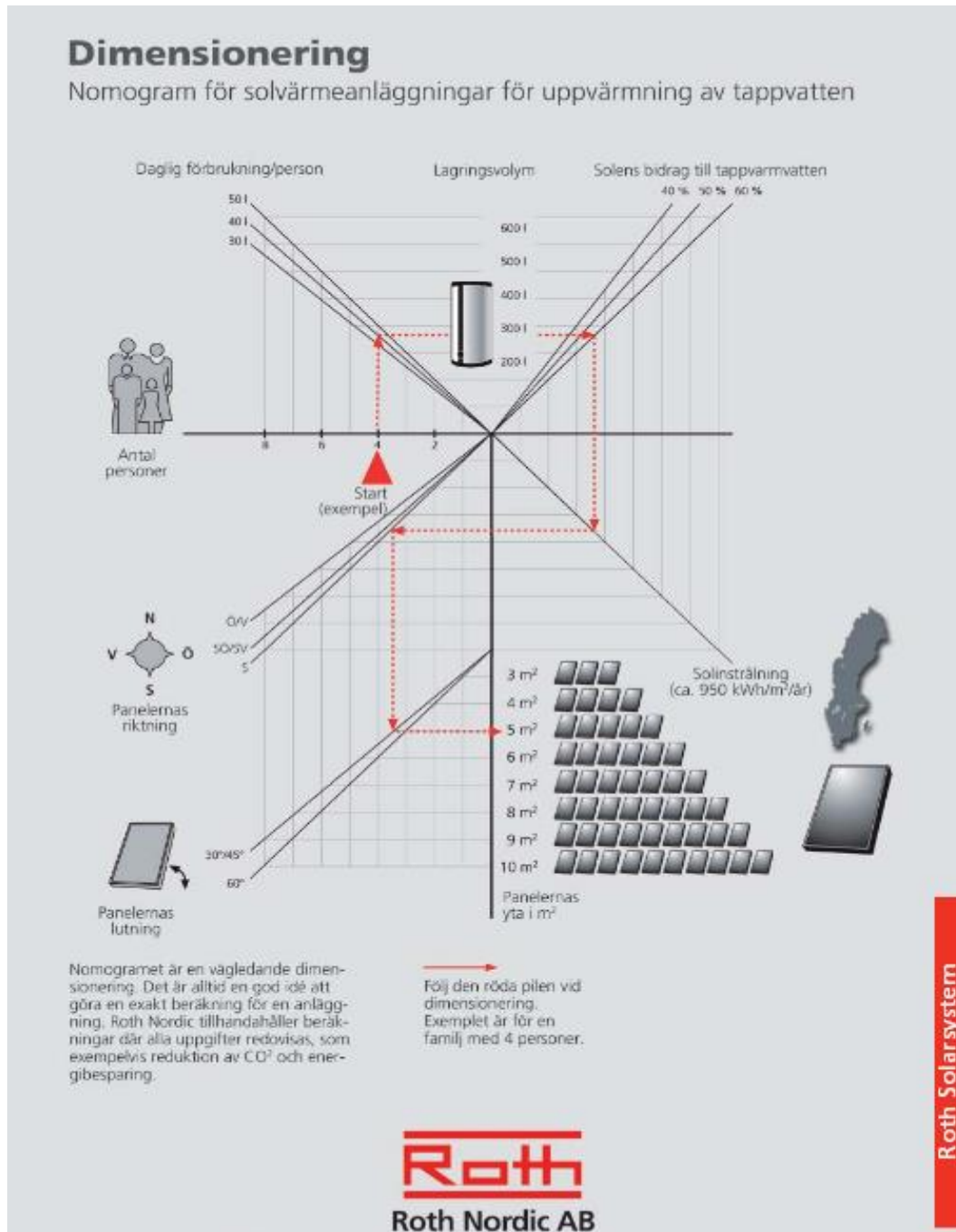
Enligt Finlands byggbestämmelsesamling del D5, Beräkning av byggnaders energiförbrukning och uppvärmningseffekt, är värmelaster från varmvattenberedaren och cirkulera varmvatten 50 % av förlusterna i nollenergihusets fall skulle detta betyda 425 kWh/år.

Total värmeenergi som tillgodogörs från värmelaster i byggnaden

Värmelaster	
Från	kWh/år
Personer	2498
Belysning och elapparater	3278
Solinstrålning i huset	1343,62
Solinstrålning i vinterträdgården	3229
Varmvattenberedare	425
Värmelaster kWh/år	10773,62
FTX ventilation med 80 % värmeåtervinning	8618,896
Total kWh/år som återvinns	8618,896

Bilaga4 Solfångare

Dimensionering av solfångare Heliostart i samarbete med Roth Finland.



Bilden är från Roth-nordic hemsida och i samarbete med Roth Finland. http://www.roth-nordic.se/files/Solar_projektering2012.pdf

Bilaga 5

El produktion

För att kunna estimerar el produktion används PhotovoltaicEstimationTool av Onyx Solar samt mina egna beräkningar med tanke på m^2 och totala produktion. Här medföljer ett exempel samt resultatet av el produktions estimering.

fasad mot söder exempel


I denna elproduktion exempel mot söder $S-0^\circ$ beräkningar AsiThin Film 20 % transparency(1), för jag som att elproduktion i detta fall är $36 \text{ kWh}/m^2\text{år}$. I tabellerna nedan multiplicerar jag $36 \text{ kWh}/m^2\text{år}$ gånger den totala area som riktas mot söder 32 m^2 för att kunna få ett resultat av den årliga elproduktionen i $S-0^\circ$ riktning vilken är så mycket som $1152 \text{ kWh}/\text{år}$.

PHOTOVOLTAIC ESTIMATION

powered by Onyx Solar

1. SELECT THE LOCATION OF YOUR INSTALLATION

raasepori Search



2. SELECT THE POWER OF YOUR INSTALLATION

Peak Power (kWp)

.045

3. SELECT THE TILT AND THE ORIENTATION

Tilt 90 Orientation 0

ELECTRICITY GENERATED PER YEAR

36 kWh

TOTAL HOURS OF LIGHT GENERATED PER YEAR

1,796 hours *

AVOIDED CO₂ EMISSIONS PER YEAR

24 Kg CO₂

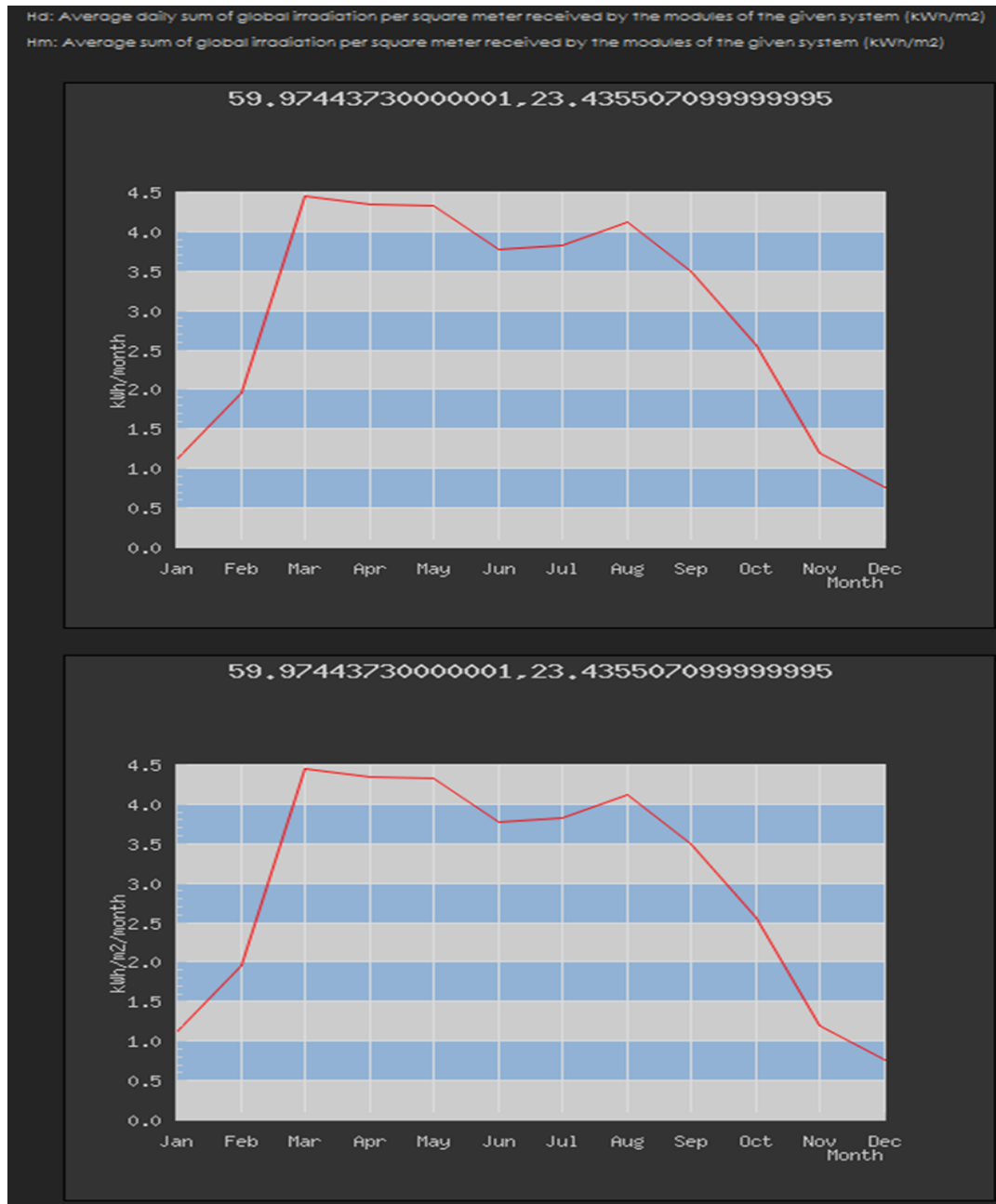
ELECTRIC CAR MILEAGE THANKS TO THE ENERGY GENERATED

266 km

* Calculated with energy efficient light bulbs of 20W (light intensity equivalent to a traditional incandescent light bulb of 100W)

Month	E _d	E _m	H _d	H _m
January	0.04	1.11	0.88	27.28
February	0.07	1.96	1.75	49.00
March	0.14	4.44	3.66	113.46
April	0.15	4.35	3.84	115.20
May	0.14	4.33	3.86	119.66
June	0.13	3.77	3.61	108.30
July	0.12	3.82	3.60	111.60
August	0.13	4.12	3.75	116.25
September	0.12	3.49	3.16	94.80
October	0.08	2.57	2.16	66.96
November	0.04	1.19	1.00	30.00
December	0.02	0.76	0.61	18.91
Yearly average	0.10	2.99	2.66	80.95
Total for year		35.91		971.42

E_d: Average daily electricity production from the given system (kWh)
E_m: Average monthly electricity production from the given system (kWh)



Asi Thin Film 20 % transparency (1)					
kW/m ²	Väderstreck	Vinkel °	El produktion kWh/m ² år	Yta m ²	Tot. Produktion kWh/år
0,045	S- 0°	90	36,00	32,00	1152,00
0,045	W- 70°	90	30,00	5,34	160,08
0,045	E- 270°	90	9,00	5,34	48,02

Σ totalt=> 1360,11

Monocrystalline High Efficient 35 % transparency (2)					
kW/m2	Väderstreck	Vinkel °	El produktion kWh/m2 år	Yta m2	Tot. ProduktionkWh/år
0,135	S -0°	20	135	46,64	6296,4

Floor PV glass Onyx Solar (3)					
kW/m2	Väderstreck	Vinkel °	El produktion kWh/m2 år	Yta m2	Tot. ProduktionkWh/år
0,061	S -0°	0	52	48	2496

Nummer	Tot. ProduktionkWh/år
(1)	1360,11
(2)	6296,4

TotaltkWh/år 7656,51

Om huset är i behov av producera mera energi används PV Floor Glass av Onyx Solar i terrassen mot söder.

Nummer	Tot. Produktion kWh/år
(1)	1360,11
(2)	6296,4
(3)	2496 vid behov

Totalt kWh/år 10152,51

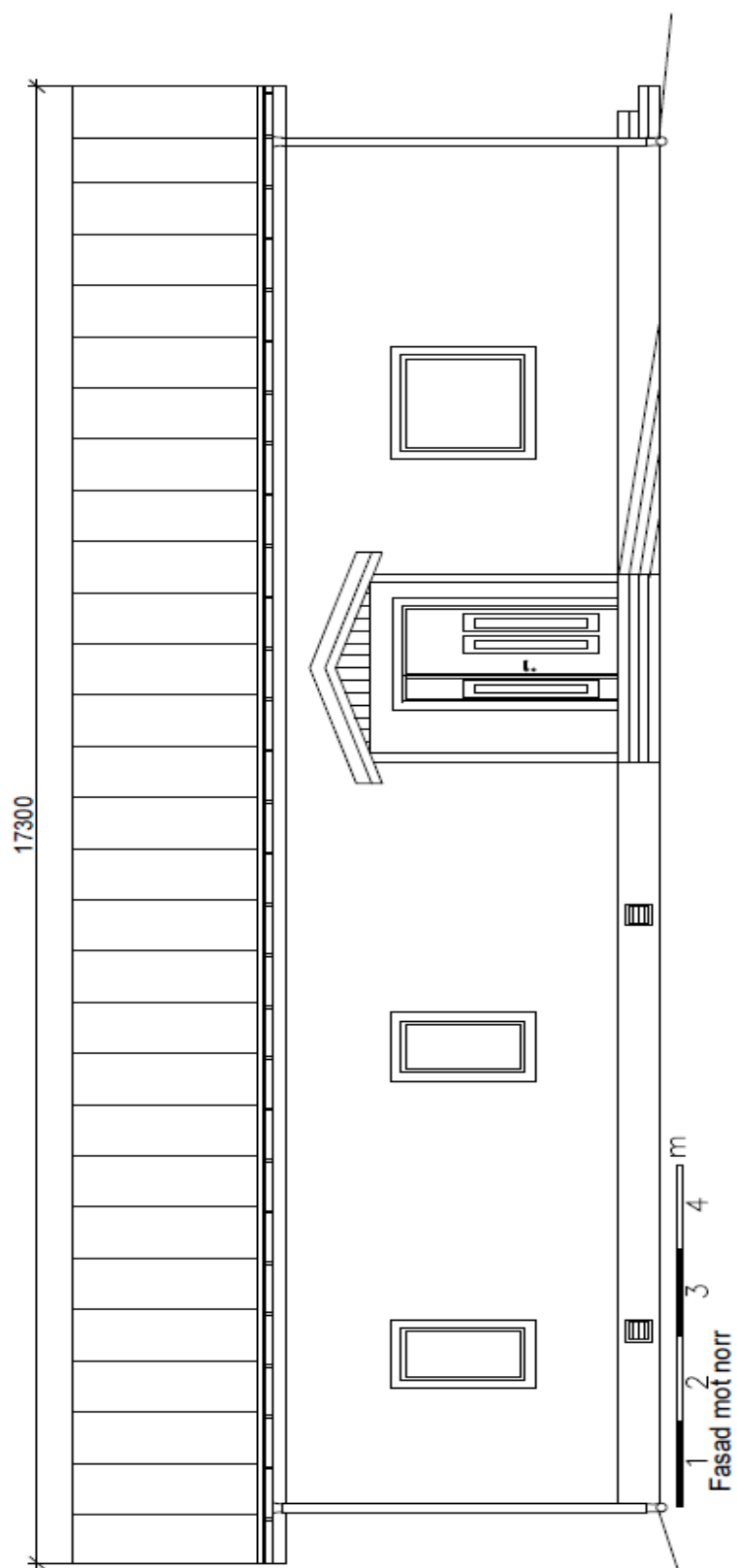
Minskning av koldioxid utsläpp med solceller installationer.

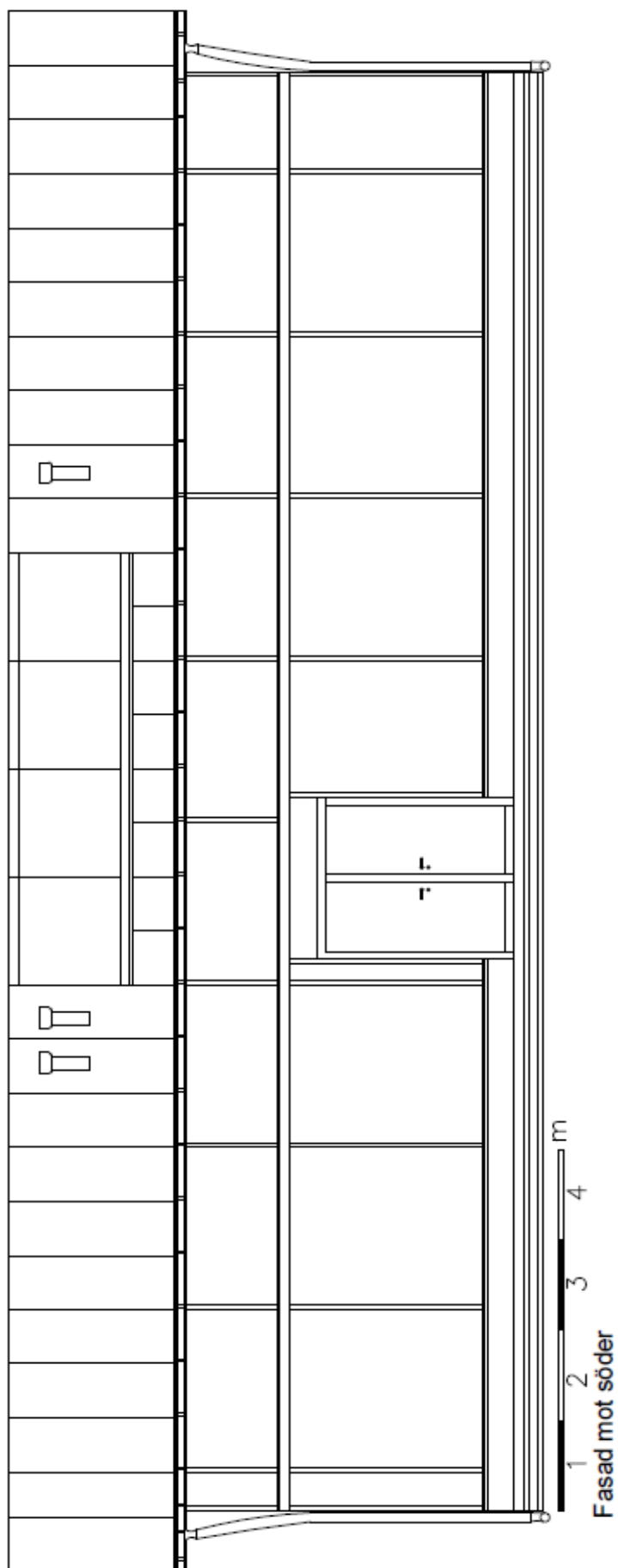
Med att producera el undviker vi också emission av koldioxid utsläpp i stora mängder. För att få en klarare bild om hur mycket koldioxid utsläpp skulle huset undvika använda jag PhotovoltaicEstimationTool av Onyx Solar och här tillföljer sammanfattningen:

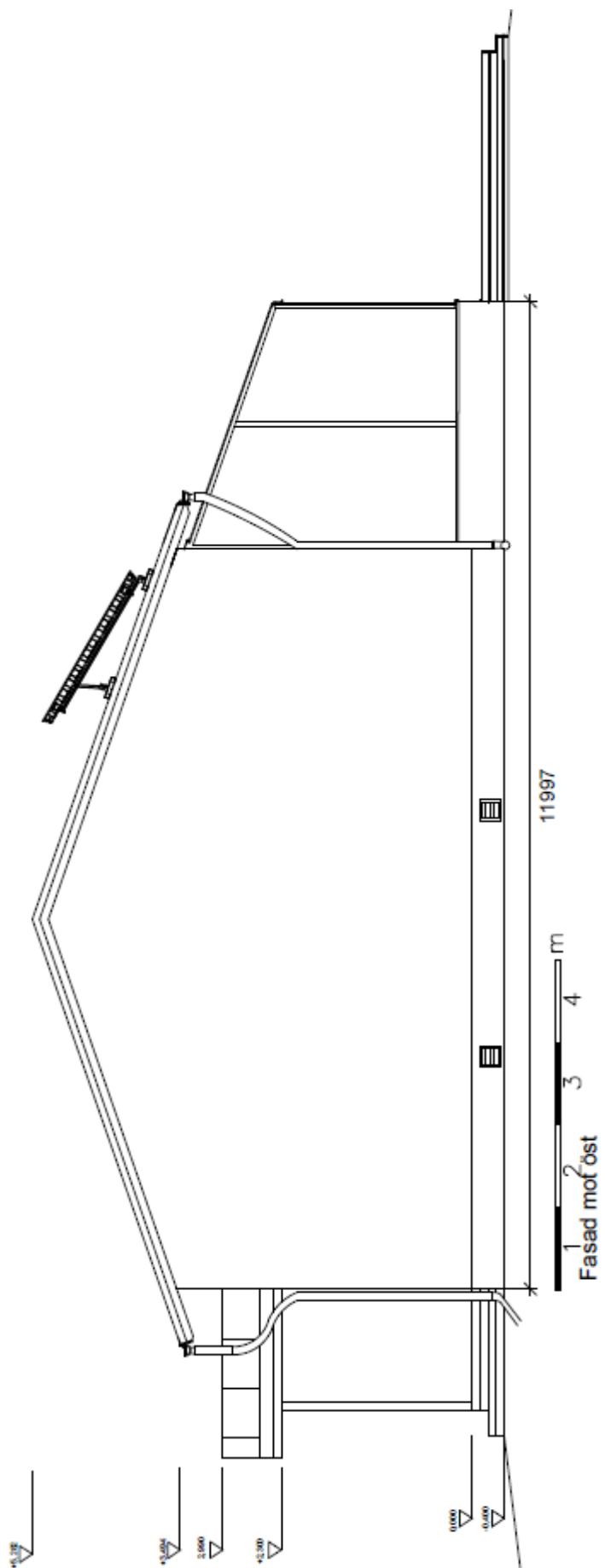
	Undvikade Kg CO ₂ emission per år
Asi Thin Film 20 % transparency (1)	1024,13
Monocrystalline High Efficient 35 % transparency (2)	4197,60
Floor PV glass Onyx Solar (3)	1680,00
Totalt Kg CO₂ emission per år som huset kan undvika	6901,73

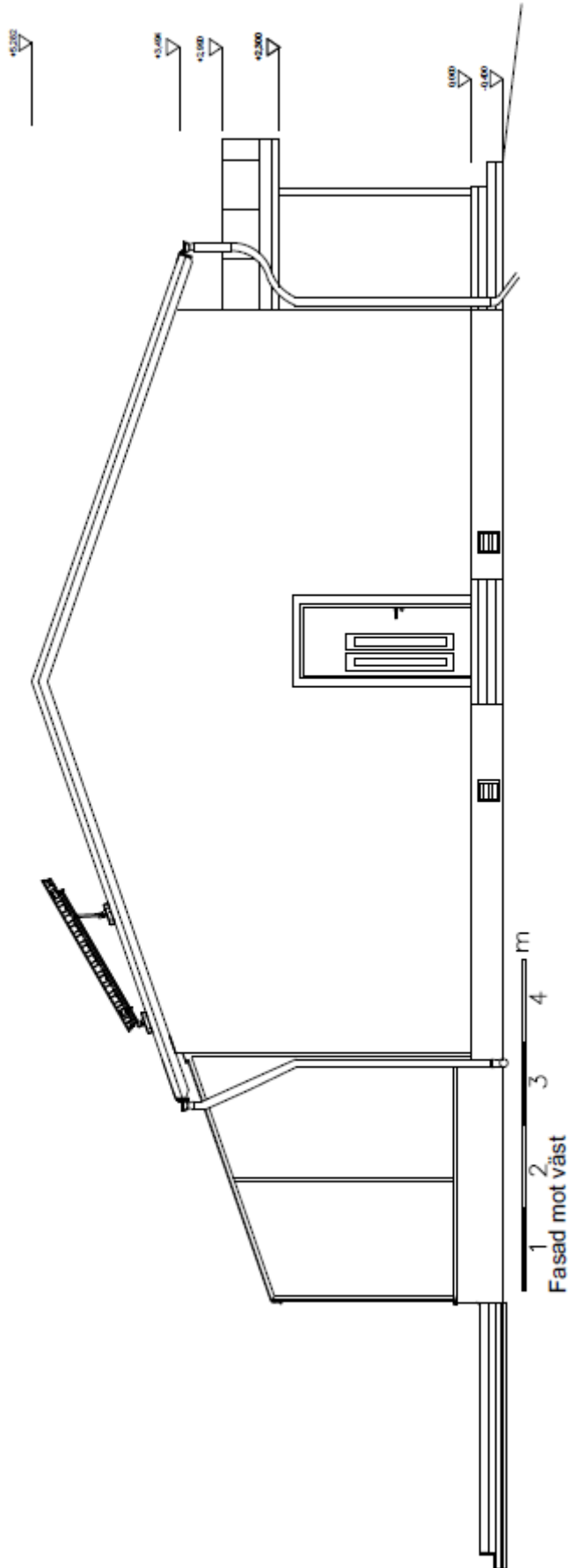
Bilaga 6

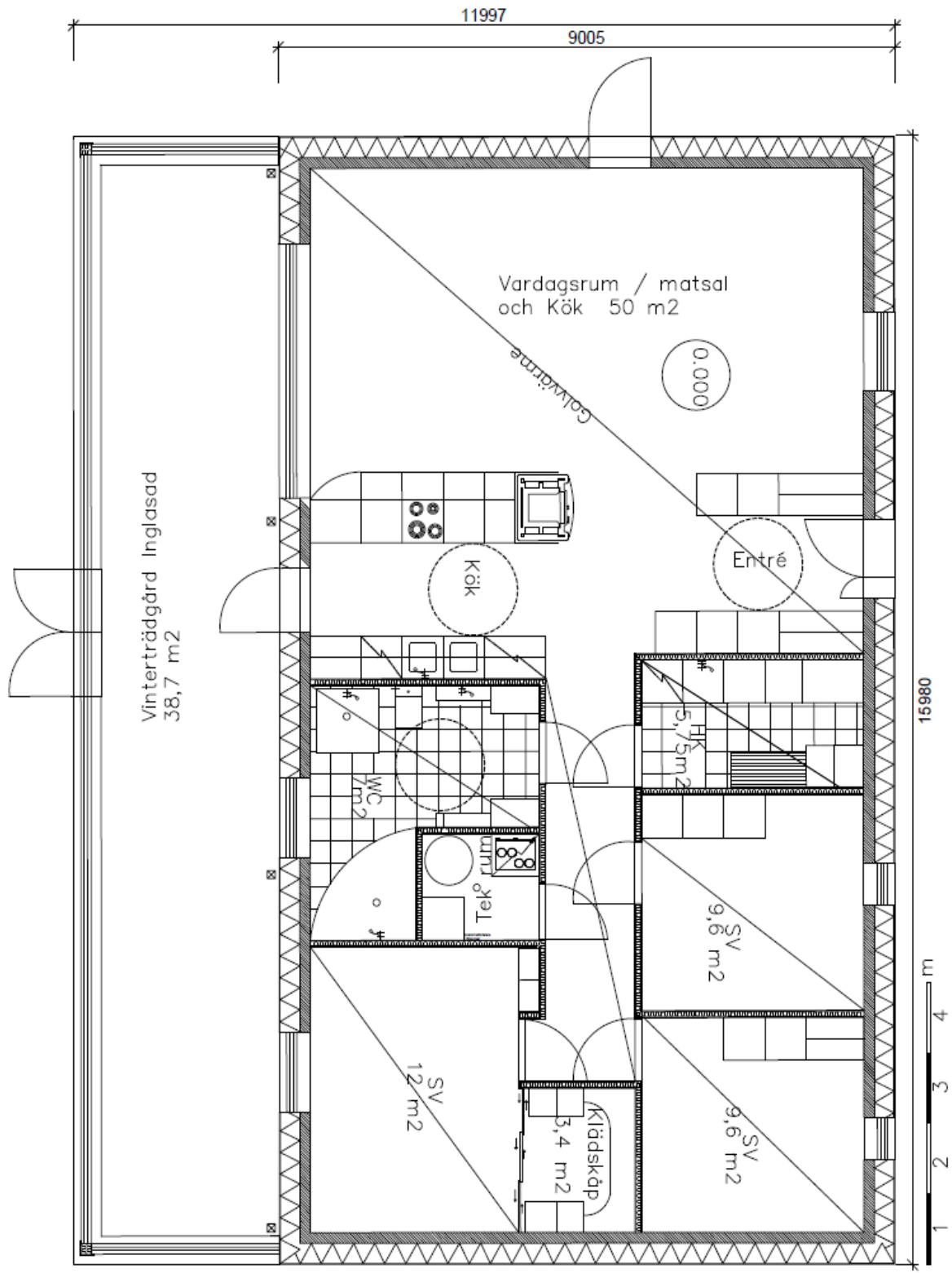
Nollenergihusetsritningar











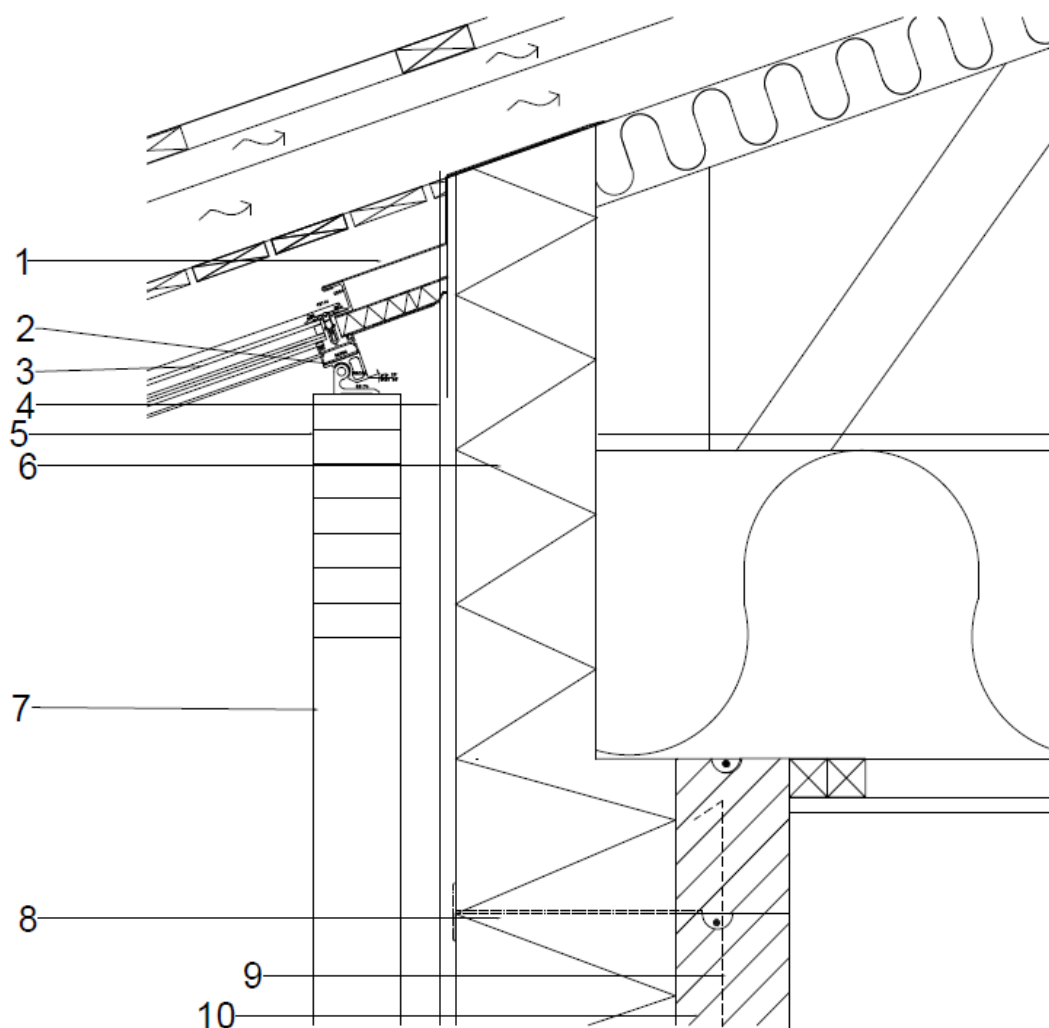


Södra fasadens 3D visualisering av Julio Sanchez från Ola Design

Bilaga7

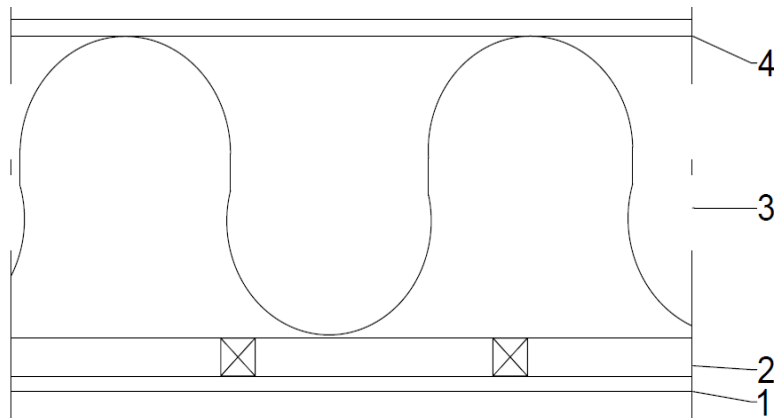
Konstruktionstyper

Anslutningen mellan ytterväggen, takstolen och glastaket.



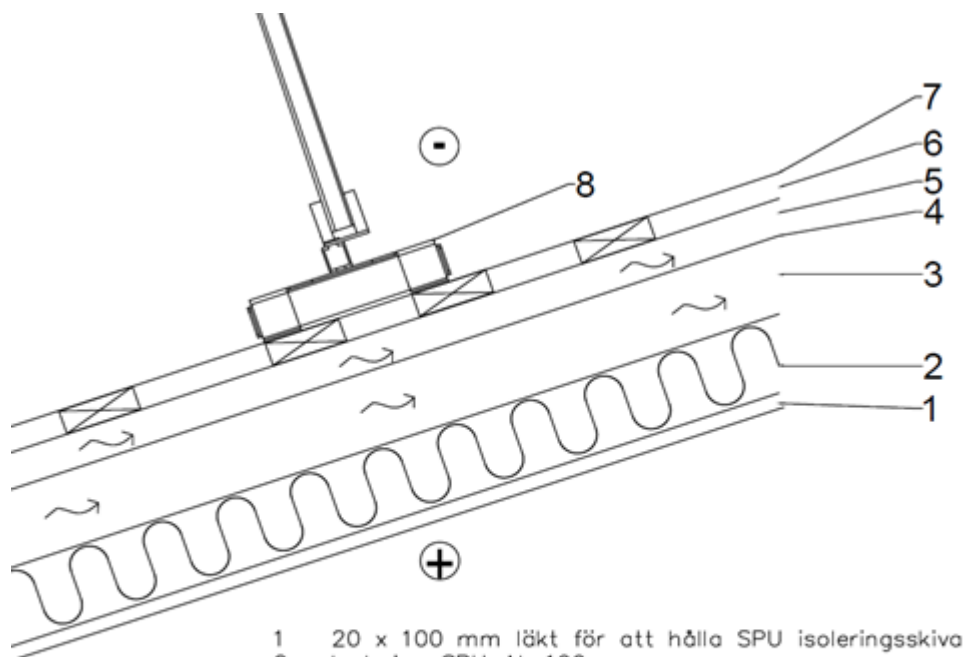
- 1 Skyddsplåt enligt Sapas rekommendationer
- 2 Anslutning enligt Sapa Group rekommendationer av Sapa glastak 5050
- 3 Sapa glastak 5050 Monocrystalline High Efficient 35 % transparency
- 4 Tjockputs (med rappnings nät) av Webers KC Putsbruk 20 mm appliceras enligt Tillverkarens rekommendationer
- 5 Limträbalk 115 x 315 mm
- 6 SPU AL isolering 185 mm
- 7 Limträpelare 115 x 115 mm
- 8 SPU AL isolering 290 mm samt isolerings fastsättningen enligt tillverkarens rekommendationer
- 9 Stående och liggande armering på båda sidor, lammins rekommendationer är minimi armering T8 k400
- 10 Lammi block 150 mm

Taket (mellanbjälklag)



- 1 Ytmaterial, Panel 20 mm
- 2 Skålning 50x50 mm med c-c mått 400 mm
- 3 Isolering SPU AL 400 mm
- 4 Spånskiva 22 mm

Taket

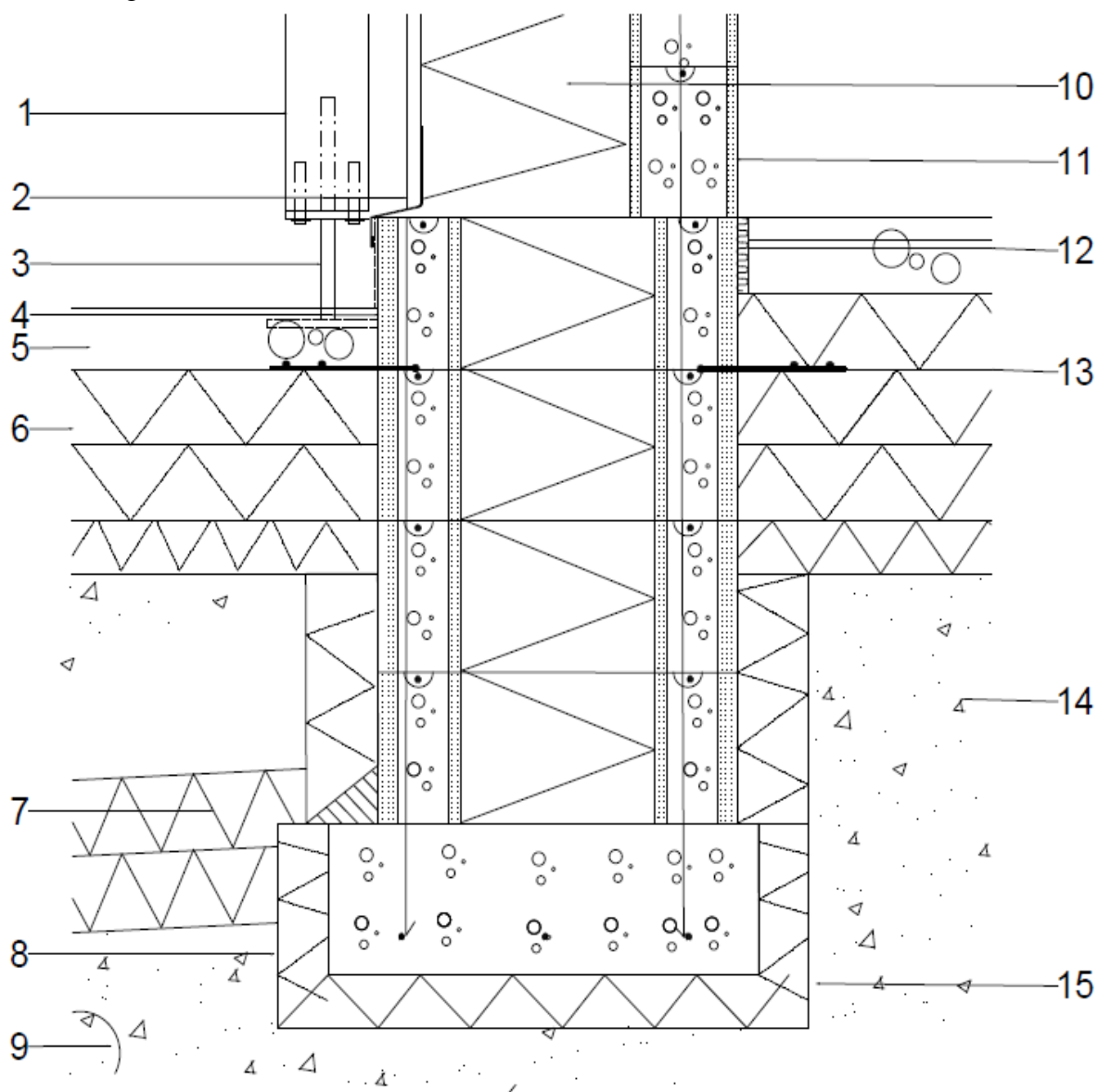


- 1 20 x 100 mm läkt för att hålla SPU isoleringsskiva
- 2 Isolering SPU AL 100 mm
- 3 Luftspalt takstol 100mm
- 4 Kondens papper
- 5 Luftspalt 50 mm, läkt 50x50 mm
- 6 Ströläkt 32x100 mm c-c 350 mm
- 7 Plåttak 0,6 mm, RUUKKI Clasic
- 8 Solfångare fastsättning enligt Roth

Beskrivning av anslutningar mellan husets golv, grundmuren samt plinten och vinterträdgårdens golv.

Vinterträdgården

Huset

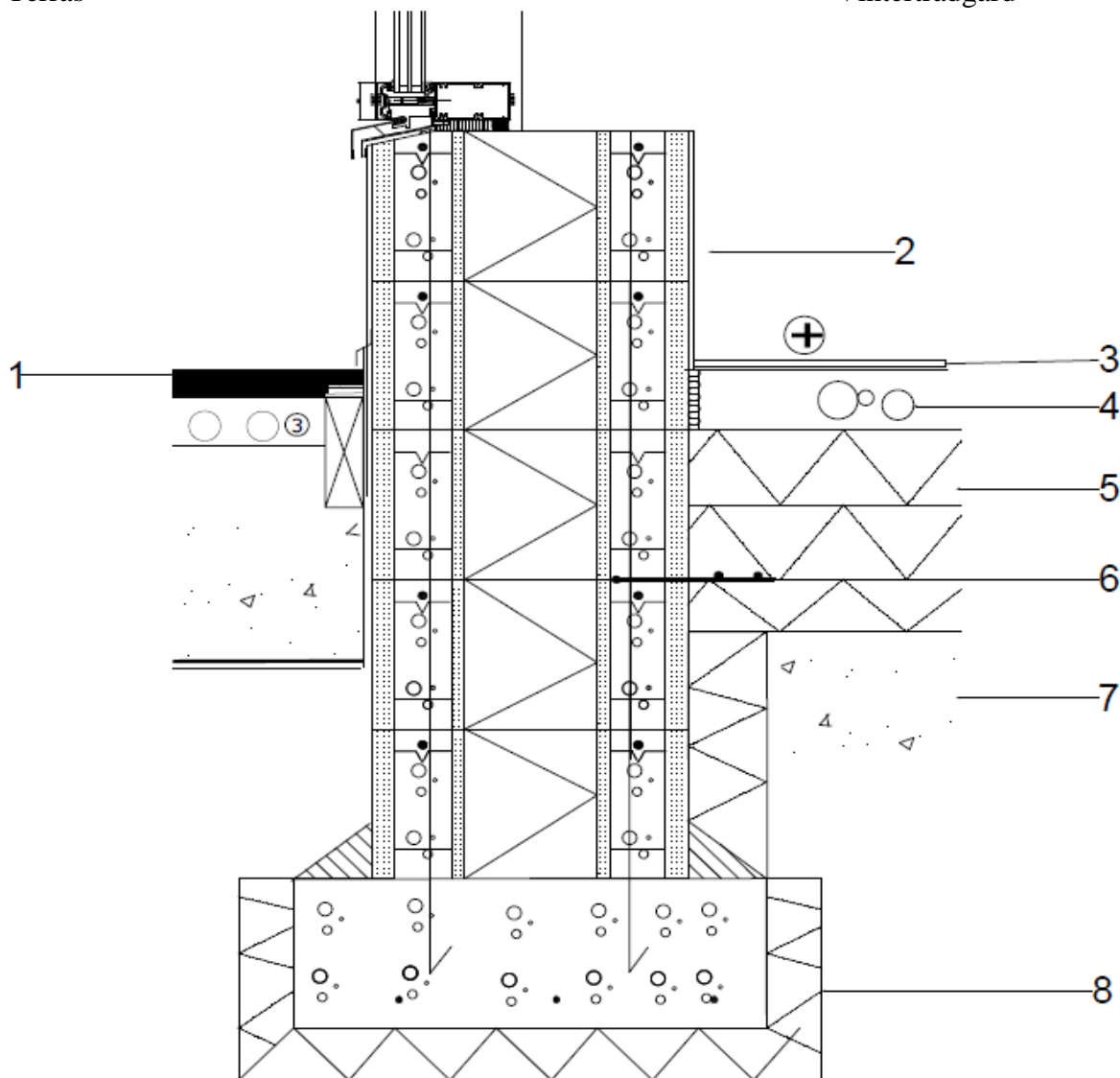


- 1 Limträpelare 115 x 115 mm
- 2 Tjockputs av Webers KC Putsbruk 20 mm appliceras enligt Tillverkarens rekomenfationer
- 3 Pelarsko gjutna i betongen
- 4 Lammi LL 500 isolerade block
- 5 Betongolv 80 mm
- 6 SPU AL isolering 270 mm
- 7 Tjällisolering 2 x 100 mm
- 8 Finnfoam FI 400 installerad och armerad enligt tillverkarens rekomenfationer
- 9 Dräneringsrör
- 10 SPU P isolering 290 mm
- 11 Lammiblock 150 mm med stående och ligande armering T8 K400
- 12 Betongolv med golvvärme 100 mm
- 13 SPU AL isolering 370 mm (randfält) och radonfilt
- 14 Dränerande grus > 300 mm
- 15 Finnfoam FI 400 installerad och armerad enligt tillverkarens rekomenfationer

Beskrivning av anslutningar mellan vinterträdgårdens grund, grundmuren samt plinten och Sapa Solar terras.

Terras

Vinterträdgård



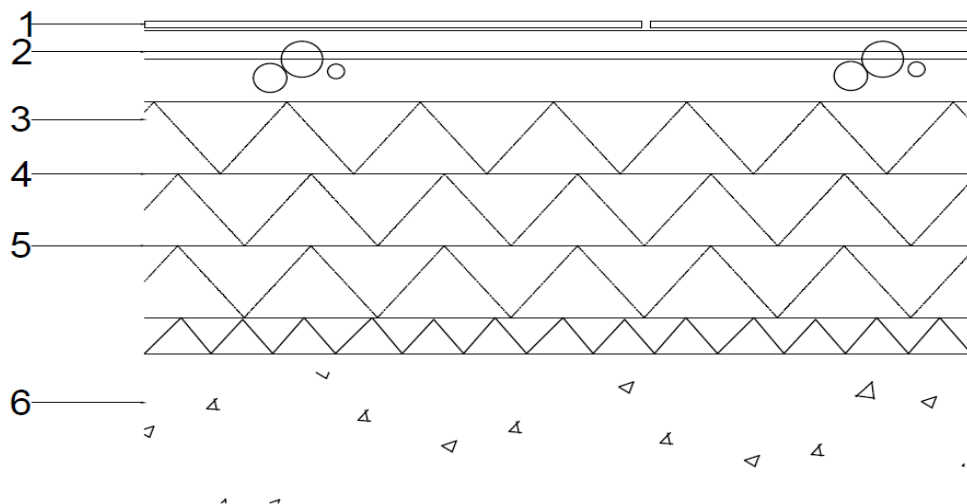
- 1 Terras: PV Floor glas av Onyx Solar
- 2 LL 400 lammi block med stående och liggande armering T8 k400.
- 3 Ytmaterial som lagrar värme
- 4 Betongplatta 80 mm
- 5 SPU AL isolering 270 mm
- 6 Radonfilt
- 7 Grus 300 mm
- 8 Finnfoam FI 400 installerad och armerad enligt tillverkarens rekommendationer

U-värde för grundplatta i vinterträdgården 0,70 W/m²K

U-värde för muren 0,17 W/m²K

Beskrivning av grundplatta, platta på mark lösning

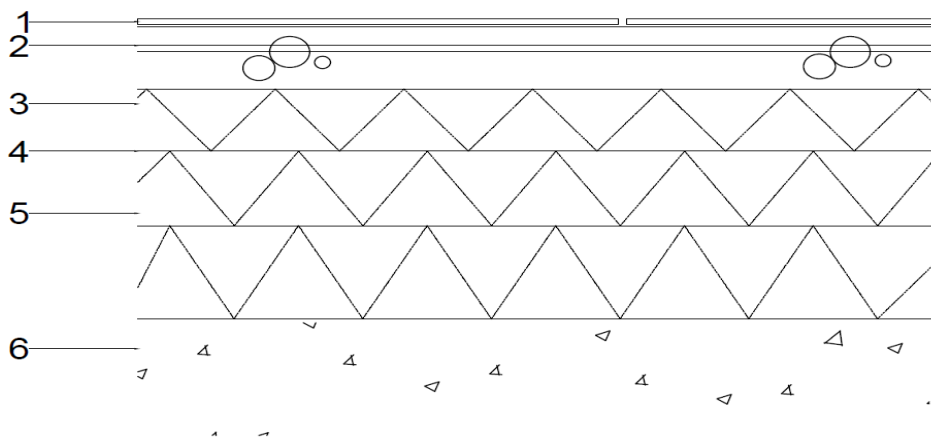
Husets inrefält grundkonstruktion



- 1 Ytmaterial, stenplattor för värmelagring
- 2 Betongplatta 100 mm med vattenburen golvvärme
- 3 SPU AL isolering 100 mm
- 4 PE Folie 2mm
- 5 SPU AL isolering 250 mm (inrefält)
- 6 Grus 300 mm

U-värde för konstruktionen är 0,54 W/m²K

Husets randfält grundkonstruktion

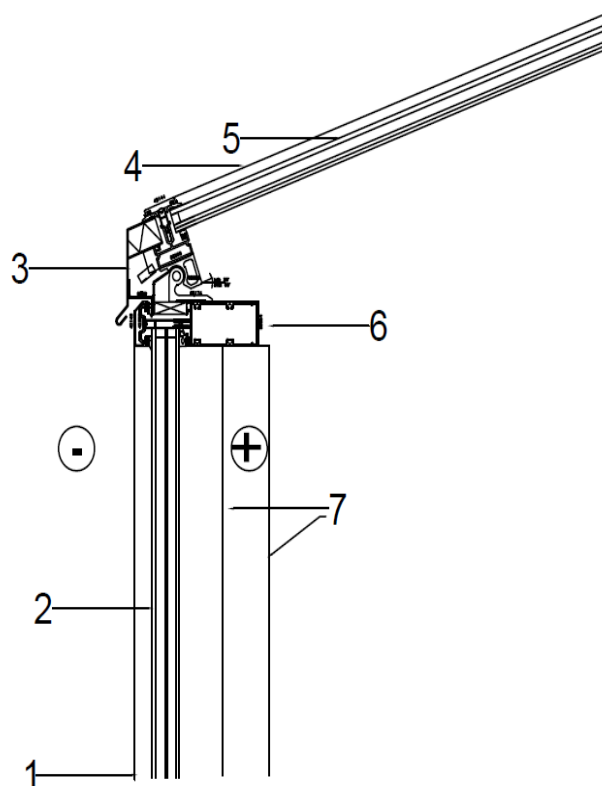


- 1 Ytmaterial, stenplattor för värmelagring
- 2 Betongplatta 100 mm med vattenburen golvvärme
- 3 SPU AL isolering 100 mm
- 4 PE Folie 2mm
- 5 SPU AL isolering 270 mm (randfält)
- 6 Grus 300 mm

U-värde för konstruktionen är 0,54 W/m²K

Sapa Solar fönster

Anslutningar mellan glastaket och glasfasaden enligt Sapa Group:s rekommendationer



- 1 Aluminium dekorprofil 20 mm produktnummer 42805
- 2 Sapa Fasad 4150 SX-High insulated med Asi thin film 20 % transparency
- 3 Anslutningen enligt Sapa Group rekommendationer
- 4 Aluminium dekorprofil 18,5 mm mm produkt nummer 42227
- 5 Sapa Glastak 5050 med 3 glasisolerruta med Monocrystalline High Efficient 35 % transparency
- 6 Horisontal profil enligt Sapa Group rekommendationer
- 7 Sapa Vertikal stomprofil 115 mm produktnummer 68691