

Examensarbete

Ventilationsalternativ för passivhus

Matias Aalto

Utbildningsprogrammet för Byggnadsteknik

Raseborg 2011





EXAMENSARBETE

Författare: Matias Aalto

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Projektering

Handledare: Mats Lindholm, Åsa Nystedt

Titel: Ventilationsalternativ för passivhus

Datum 28.4.2011

Sidantal 43

Bilagor 15

Abstrakt

Detta examensarbete är en redogörelse för vad energihus är med speciell tonvikt på passivhus. I arbetet beskrivs vad passivhus är och hur man uppnår ett slutresultat som uppfyller definitionerna på ett sådant. En stor del av passivhusets funktion är baserad på tekniska lösningar, dessa är ofta ihopkopplade med ventilationen. Examensarbetet redogör för hur bestämmelserna har utvecklats och skärpts under åren och hur man har kommit fram till de ventilationssystem som används i dag.

I arbetet ges några alternativ på hur man kan spara energi genom att förvärma luften till ventilationen, huvudsakligen genom att utnyttja jordvärme. Även ett ventilationssystem baserat på vindkåpa och det systemets möjliga funktionsduglighet i Finland behandlas. Systemet är inte ännu prövat i finländska förhållanden.

Passivhus är energisnåla hus. Därför är energifrågor en väsentlig del av arbetet. I samband med detta presenteras också Saftkärr-projektet, som är ett pilotprojekt för ett energisnålt bostadsområde i Borgå, och ett passivhus som byggs av Inveon i Haiko i Borgå.

Språk: Svenska Nyckelord: Passivhus, ventilation



BACHELOR'S THESIS

Author: Matias Aalto

Degree Programme: Construction Engineering

Specialization: Structural Engineering

Supervisors: Mats Lindholm, Åsa Nystedt

Title: Ventilation Alternatives for Passive Houses/Ventilationsalternativ för passivhus

Date 28 April 2011 Number of pages 43 Appendices 15

Summary

This thesis is about what energy houses are, with emphasis on passive houses. It defines what passive houses are and how you achieve a result that can meet all the requirements of a passive house. A part of how the passive house works is based on technology and equipment, the equipment is often in connection with the ventilation. The ventilation is a key subject of the passive house and in the work it is described how we have come to the ventilation systems that are used today. It is also discussed how the building regulations have developed and have become more strict over the years.

As a conclusion the thesis presents what kind of ventilation system can be used in passive houses, and how to preheat the incoming air for energy saving benefits. The air is preheated by using geothermal heat. One other system is mentioned that can be used to ventilate a building. It is the wind cowl passive heat recovery system, a system that has never been built in Finland. It is, therefore, essential to check up before using if it is suitable for the Finnish climate.

When dealing with passive houses that consume little energy, energy issues are naturally an essential part of this thesis. The Skaftkärr project in Borgå is presented as an example. Skaftkärr is a new project on low-energy consumption in a residential area. A passive house that is built by the school Inveon in Haiko in Porvoo is presented as another example.

Language: Swedish

Key words: Passive houses, ventilation



OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Matias Aalto

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Byggnadsteknik, Raseborg

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Projektering

Ohjaajat: Mats Lindholm, Åsa Nystedt

Nimike: Ilmastointiratkaisuja passiivitaloihin/Ventilationsalternativ för passivhus

Päivämäärä 28.4.2011

Sivumäärä 43

Liitteet 15

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö käsittelee energiataloja ja kiinnittää erityistä huomiota passiivitaloihin. Passiivitalon määritelmä käydään läpi ja kuvaillaan, miten saavutetaan passiivitalolle asetetut vaatimukset. Passiivitalossa luotetaan paljon teknisiin laitteisiin ja ratkaisuihin, jotka usein liittyvät ilmastointiin. Ilmastointi on oleellinen osa passiivitaloa ja opinnäytetyö selvittää, miten nykyisiin ilmastointiratkaisuihin on päädytty. Työhön sisältyy myös selvitys siitä, miten rakennusmääräykset ovat vuosien aikana kehittyneet ja tiukentuneet.

Opinnäytetyössä esitetään, millaisia ilmastointiratkaisuja on mahdollista käyttää passiivitalossa. Samalla kerrotaan, miten on mahdollista säästää enemmän energiaa esilämmittämällä ilmaa sekä selvitetään esilämmitysmahdollisuutta maalämpöä hyödyntäen. Työ tarkastelee myös Englannissa käytettävän tuulikupuilmastoinnin käyttömahdollisuuksia Suomessa.

Kun on kyse passiivitaloista keskeiseen asemaan nousevat energiaratkaisut. Esimerkkinä on Skaftkärr-pilottiprojekti energiatehokkaasta asuinalueesta Porvoossa. Samalla työssä perehdytään passiivitaloon, jota Inveon -ammatti-instituutti rakentaa Porvoon Haikossa.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Passiivitalo, ilmastointi

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Bakgrund.....	1
2.1	Föreskrifter och anvisningar.....	2
3	Passivhus.....	4
3.1	Definition av passivhus.....	5
3.2	Passivhusets skissplanering.....	7
3.3	Passivhusets husteknik, konstruktioner samt detaljplanering.....	10
4	Energieffektiva hus.....	12
4.1	Lågenergihus.....	12
4.2	Nollenergihus.....	12
4.3	Plus- och Totalenergihus.....	13
4.4	Minienergihus.....	13
5	Ventilation.....	13
5.1	Passiv ventilation eller självdrag.....	13
5.2	Ventilation med maskinellt utsug men passivt intag.....	15
5.3	Maskinell ventilation, maskinellt intag samt utsug.....	17
5.4	Ftx – system, maskinell ventilation med värmeåtervinning.....	18
6	Förvärmning av luft.....	21
6.1	Förvärmning av tilluft med hjälp av tilluftskanaler under mark.....	22
6.2	Förvärmning av tilluft med hjälp av vätskebaserad jordvärmeåtervinning (Brine based ground heat exchanger).....	23
6.3	Tilluft med hjälp av Rehau- system.....	26
6.4	Andra alternativa sätt att förvärma luften.....	26
7	Värmeåtervinningssystem baserat på passiv vindkåpa.....	27
7.1	Värmeåtervinning och koldioxidutsläpp.....	28
7.2	Prestanda på ett vindkåpesystem.....	29
7.3	Kanalernas egenskaper.....	30
7.4	Samlingseffekt.....	30
7.5	Inträngande luft.....	31
7.6	Huset totala ventilationsegenskaper.....	31
7.7	Fallstudie, känslighetsanalys av vindkåpan i olika väderförhållanden.....	32
7.7.1	Gatwick.....	33
7.7.2	Heathrow.....	34
7.7.3	Beijing.....	35
7.7.4	Finlands klimat.....	36
8	Energieffektivt boende i Finland – Case Skaftkärr bostadsområde i Borgå.....	37

9	Inveons projekt "Energihus" – ett passivhus i Borgå	38
10	Slutsatser	39
	Källförteckning	42
	Bilagor	1

1 Inledning

I dagens värld styr pengar så gott som allt. Det vi gör försöker vi göra så billigt som möjligt. Samtidigt blir global uppvärmning och miljöfrågor allt aktuellare. Dessa frågor påverkar nästan allt och det börjar nu även synas allt mera i husbyggandet i Finland. Det kommer strängare krav på t.ex. energieffektivitet och allt flera hus byggs för att vara energisnåla.

Passivhus skiljer sig inte mycket från vanliga hus, de har bara mycket tjockare väggar med mera isolering samt fönster och dörrar med mycket lågt U-värde för att få ner energiförlusterna. Viktigt är även att huset är mycket lufttätt. U-värde är ett tal man får när man beräknar värmeförlusten genom den ifrågavarande konstruktionen. Kanske ännu viktigare när det är fråga om energieffektivitet är att återanvända energin och där kommer ventilationen av hus med in i bilden. Nuförtiden har man mekaniskt utsug och mekaniskt intag av luft och där emellan en värmeväxlare som tar tillvara värmen från den utgående luften. För att man ännu skall kunna effektivisera detta bör systemet fungera utan ström (drivas med t.ex. vinden) och på det sättet spara ännu mera energi. Det andra man kan göra är att förvärma uteluften för att minska på energibehovet vid uppvärmningen av huset.

I detta slutarbete skall jag göra en översikt över olika ventilationssystem både naturliga och maskinella och försöka göra en jämförelse av dessa. Det passiva systemet har byggts på ett hus i England, men aldrig i Finland. I arbetet skall det klargöras om detta system skulle kunna fungera i vårt klimat. Arbetet behandlar småhus, parhus samt radhus för ventilationssystemen i dessa fungerar i grund och botten exakt på samma sätt.

2 Bakgrund

Före 1700-talet var byggnaderna i vårt klimat utrustade med en öppen eldstad som fungerade som värmekälla. I början av 1700-talet anslöts den öppna eldstaden till en skorsten för att öka på komforten. Senare ville man spara på ved och det utvecklades effektivare eldstäder. Redan år 1767 presenteras kakelugnskonstruktioner i boken ”Beskrifning på ny inrättning av kakelugnar till Weds besparing” (denna bok reviderades år 1775). Kakelugnen sparade både på ved och den ökade på komforten p.g.a. att den delade värmen jämnare i bostaden. På 1900-talet var nästan alla våra hus uppbyggda så att det stod en skorsten i mitten av huset och alla rum hade en egen liten ugn kopplad till den.

Sedan på grund av eldningen i varje rum uppstod undertryck när förbränningens varma luft for ut genom skorstenen. Detta kan man säga är den första typen av ventilation. Den varma luften som strömmar ut ur skorstenen måste kompenseras. Den kompenseras med kanaler gjorda för detta ändamål eller genom att luft strömmade in genom konstruktionerna.(Matomaa, 2008)

Genom tiderna har tekniken utvecklats och man koncentrerar sig allt mer på att kontrollera ventilationen. I dagens läge har man allt tätare konstruktioner så de "läcker inte". Man vill sträva efter ett bättre inomhusklimat, men vill även ta all värme till godo och på så sätt spara energi. Dessutom tillåter dagens bestämmelser inte i praktiken naturlig ventilation. Dagens bestämmelser tar inte heller ställning till utvecklande av befintliga system. Än så länge får man behålla sitt nuvarande ventilationssystem om man renoverar. Men i nybyggen måste det installeras maskinell ventilation. Om man i dag bygger eget hus så kan man i praktiken bara välja maskinell ventilation. Även planeraren har dessa system som utgångspunkt. (Matomaa, 2008)

2.1 Föreskrifter och anvisningar

Föreskrifter och anvisningar i Finlands byggbestämmelsesamling D2 styr byggnaders ventilation i detta land, dessa föreskrifter har funnits sedan 1976 och har bearbetats flera gånger efter det. Från och med 1976 fanns det behov av att upplägga regler för byggandet av mekaniska ventilationsanläggningar, p.g.a. att dessa system har blivit allt mer populära i flervånings- och kontorshus. Dock var naturlig ventilation ännu tillåtet i byggnader. (Matomaa, 2008) Före dessa anvisningar följde man inrikesministeriets direktiv samt städers och kommuners egna direktiv. D2 heter i dagens läge Byggnaders inomhusklimat och ventilation.D3:an har utvecklats för att se till att energiförbrukningen hålls nere, D3:an heter Byggnaders energieffektivitet. (Matomaa, 2008)

1979

Energikrisen på 70-talet ledde till att en reviderad version av D2:an kom redan 1979. D2:an från 1975 var bara några sidor lång och den uppdaterade versionen var betydligt längre. En stor ny del av denna version var energihushållning. När D2:an reviderades uppdaterades även D3:an "Energihushållning i byggnader" och ventilationen skulle nu även tas i beaktande. Byggnadens energihushållning skulle utredas när man sökte bygglov.

Naturlig ventilation kompletterades närmast med tekniska anvisningar, samt anvisningar för planering och förverkligande. (Matomaa, 2008)

1988

1988 fick Finlands byggbestämmelsesamling D2:an nytt namn ”Byggnaders inomhusklimat och ventilation”. Nu togs även radongaserna upp för första gången. Naturlig ventilation nämns inte mycket men det får användas om bestämmelserna uppfylls. Om själva ventilationen skrivs att den i normal drift energiekonomiskt skall kunna tillfredsställa kvaliteten på inneluften. Gällande tryckförhållanden kan man säga att där är flera punkter som har tagit naturlig ventilation i beaktande så att den kan användas, dessutom finns en hel del tekniska direktiv gällande naturlig ventilation. Maskinell ventilation skall planeras och utföras så att den hålls funktionsduglig i rimlig tid. Rimlig tid definieras som att den skall hålla tills nästa grundreparation av ifrågavarande byggnad. (Matomaa, 2008)

2003

Nytt år 2003 är att man måste beakta emissioner från byggnads- och inredningsmaterial för att kunna uppnå ett hälsosamt, tryggt och trivsamt inomhusklimat. Den naturliga ventilationen är nämnd, men bara så att den kan användas med förstärkning i utsuget, tillika skall man kunna se till att uteluft tillförs, så att det inte strömmar in genom kanaler eller rökgasgångar. Nytt är även att ventilationen skall spara in energi genom värmeåtervinning. Man skall kunna återvinna 30% av värmemängden som behövs för uppvärmning. Gällande naturlig ventilation är det ingen större skillnad sedan 1988. (Matomaa, 2008)

2007

Föreskrifter och anvisningar gällande byggnaders energiprestanda uppdateras igen 2007. Förra versionen var från år 1978, följande definitioner tas upp.

1. Byggnadens energiförbrukning (årlig förbrukad energimängd)
2. Byggnadens köpta energimängd (som tillförs byggnaden)
3. Planeringslösning
4. Jämförelsevärde (beräkna alternativ lösning och får ett värmeförlust för det) (Matomaa, 2008)

2010

2010 trädde åter nya föreskrifter och anvisningar i kraft, och det gäller Finlands byggbestämmelsesamling D2 och D3. (Matomaa, 2008)

D2 har fått förtydliganden och kompletteringar. Inre belastningar skall beaktas t.ex. värme- och fuktbelastningar, personbelastningar, processer samt emissioner från bygg- och inredningsmaterial. Förnyelser gällande ventilationssystem som kan nämnas är att man skall kunna styra och övervaka systemet. Man skall kunna avläsa viktiga funktionsvärden för systemet eller så skall det finnas möjlighet att uppmäta dessa värden ur systemet. Om energieffektiviteten står det att den skall kunna säkerställas med ändamålsenliga metoder för byggnadens användning utan att påverka negativt på inomhusklimatet. D3 innehåller bl.a. att byggnaders värmeförlust högst får uppgå till den för byggnaden preciserade jämförbara värmeförlusten. Både D2 och D3 kräver beräkningar på jämförelsevärden. (Matomaa, 2008)

2012

Miljöministeriet har ställt som målsättning att byggbestämmelsesamlingens del D3 uppdateras 2012. Den största förändringen är att man i Finland går in för totalenergianalys för byggnader. Med hjälp av de nya kraven beräknar man att kunna förbättra energieffektiviteten med 20%. Om dessa bestämmelser går igenom skall de tas i bruk från början av 2012. Denna version skall även i högre grad sporra till användning av förnybara energikällor, som skall bestå för 25 % av nettoenergiebehovet för uppvärmning och ventilation. (VVS Föreningen i Finland rf. 2010)

Till D2:an sker det inga större förändringar. Man har flyttat krav och direktiv gällande energieffektivitet till D3:an. Krav och direktiv gällande energieffektivitet är i ventilationen tillvaratagna värmens mängd, samt maskinella ventilationens karakteristiska strömeffekt. (Kalliomäki, 2010)

3 Passivhus

Enkelt sagt är passivhus ett mycket energisnålt hus. För att få kalla ett hus för passivhus behövs mycket noggrant planeringsarbete samt mycket noggrant byggnadsarbete. Byggnadsplaneringen är viktig för energibesparingen. Därför riktas mycket av all info om passivhus i Finland till arkitekter. Det första pilotprojektet som gjorts i Finland har visat att

det går att dra ner på energiförbrukningen utan att drastiskt höja på byggnadskostnaderna. Detta krävs om vi vill få en mera hållbar miljö i fortsättningen. (Passivhus info 1 u.å.)

3.1 Definition av passivhus

Definitionen på passivhus grundar sig på tre krav Dessa tre krav berättar om husets uppvärmningsbehov och lufttäthetstal som är baserat på en utförd mätning samt byggnadens primärenergibehov. Kriterien om primärenergibehovet har inte ännu använts i Finland men nog i andra länder i Europa. Finland har ännu ingen officiell definition på passivhus, passivhus är inte ett byggkoncept och inte heller en standard utan ett frivilligt energieffektivitetsmål. (Passivhus info 2 u.å.)

Alla byggnader kan planeras till passivhus. År 2009 uppskattades det finnas över 10 000 passivhus i Europa bland dem fanns småhus, radhus, våningshus, kontorsbyggnader, skolor och även kyrkor. (Passivhus info 2 u.å.)

I passivhus uppnås det lilla energibehovet genom tjockleken på det yttre skalet samt genom en effektiv värmeåtervinning på ventilationssystemet. Passiviteten syftar på att man inte behöver ett vanligt värmedistributionssystem såsom t.ex. golvvärme. Typiska lösningar i passivhus är bra isolering, yttre skalets lufttäthet samt dörrar och fönster med bra isoleringsvärde. Man koncentrerar sig även på ”massor” som lagrar värme bra samt tar till vara all värme som människor, apparater och t.ex. passiv solvärme tillför. Dock behöver ett passivhus även ett uppvärmningssystem, men uppvärmningsbehovet är så litet att man kan undgå klassiska radiatorer och golvvärme och klara sig med enbart ventilation med värmeslinga. Somliga skulle vilja kalla passivhus för aktiva hus för att man måste vistas i huset samt vara aktiv för att det skall hållas varmt. Att bygga lufttätt låter bra, men i och med att man bygger på detta sätt måste ventilationen vara effektiv. Hur är det i byggskedet om det kommer fukt in i konstruktionerna som blir där inne? Om ventilationen inte fungerar av någon orsak hur blir luften inomhus? Allt som byggs med luftspalt har möjlighet att torka upp, hur går det när allt byggs tätt? (Passivhus info 2 u.å.)

I Finländska passivhusprojekt kan man använda sig av två olika definitioner. En internationell definition av passivhus och en i Finland använd definition av passivhus som gjorts av VTT, dock är VTT:s definition inte officiell.

Som tidigare sagts skall byggnaden uppfylla tre krav. Här är tre internationella definitioner

Utrymmens uppvärmningsbehov	$\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Primärenergibehov	$\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Lufttäthet	$\leq 0,6 \text{ 1/h}$

Tabell 1. De internationella kraven på ett Passivhus. (Passivhus info 2 u.å.)

I den internationella passivhusdefinitionen använder man sig inte av rumsyta eller bruttoyta. Man använder sig av ”eng: treated floor area”, som är nettogolvyta som räknas enligt ytterväggarnas inre yta. Dit hör inte möbler, mellanväggar eller eldstäder eller andra fasta konstruktioner. Denna internationella definition baserar sig på en mätning som möjliggör värmefördelningen genom ventilation. Ventilationsuppvärmning kan utnyttjas utan att öka på luftmängden då när utrymmens uppvärmningseffekt är ungefär $10 \text{ W}/\text{m}^2$ eller mindre. (Passivhus info 2 u.å.)

Om man skulle följa dessa definitioner i Europas nordligaste delar så skulle det leda till absurt tjocka konstruktioner eller mycket dyra konstruktioner samt begränsningar på fönsterytorna speciellt i småhus. Därför har man i Norge, Sverige samt Finland skapat egna nationella definitioner som skall ta hänsyn till det klimat vi har här. (Passivhus info 2 u.å.)

Finska passivhusdefinitionens tre kriterier

	Södra Finland	Mellersta Finland	Norra Finland
Utrymmens uppvärmningsbehov	$\leq 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Primärenergibehov	$\leq 130 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 135 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 140 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Lufttäthet	$\leq 0,6 \text{ 1/h}$	$\leq 0,6 \text{ 1/h}$	$\leq 0,6 \text{ 1/h}$

Tabell 2. I Norden använda passivhusdefinitioner. (Passivhus info 2 u.å.)

I den finländska definitionen använder man sig av den bruttoyta som måste uppvärmas, som man räknar enligt Finska Byggbestämmelsesamlingen. Man får själv välja med vilket verktyg man räknar detta. Men i nybyggen måste man räkna enligt byggtillsynens anvisningar. (Passivhus info 2 u.å.)

I passivhus kontrolleras uppvärmningsbehovet där man inte tar uppvärmningssystemet i beaktande. Med utrymmens uppvärmningsenergi menar man den verkliga

energianvändningen. Detta används inte som ett kriterium, för den som använder byggnaden kan inverka på detta radikalt. Ventilationens eller uppvärmningsanordningens energibehov räknas inte som uppvärmningsenergi. Energiförbrukningen räknas enligt kvadratmeter, så storleken samt användarantal gör inte stor skillnad i att uppnå kriterierna. Dock kan man säga att ett litet hus har mera yttre skal, som orsakar energiförluster i jämförelse till den uppvärmbara volymen. Så det är svårare att bygga ett litet hus till ett passivhus än ett stort hus. Se bild (1). (Passivhus info 2 u.å.)

Det centrala i passivhusdefinitionen är uppvärmningsbehovet som styr huvudpunkten på det yttre skalet. Krav på och uppföljning av lufttäteten i sin tur säkrar kvaliteten på arbetet och förebygger byggfel. Primärenergikriterierna finns för att säkra att t.ex. ström till apparater eller belysning inte blir alltför hög och styr oss att undersöka den energi som används. (Passivhus info 2 u.å.)

Det nya i detta är att man inte längre kan se på en byggnads U-värde eller isoleringstjocklek för att definiera det som ett passivhus. Man måste ta reda på hela husets energibehov, samt på byggplatsen mäta lufttäteten med hjälp av en trycktestning. Oberoende av om man följer de finska eller internationella kriterierna så minskar detta betydligt på energiförbrukningen i jämförelse med ”vanliga” byggnader. (Passivhus info 2 u.å.)

Om vi i fortsättningen kommer att bygga allt mera enligt denna passivhusprincip kan vi drastiskt ta ner på energibehovet. Planerandet av energibesparande åtgärder för att åstadkomma ett passivhus faller till stor del på arkitekternas ansvar. Det är deras planering som ger upphov till en stor del av besparingar. (Passivhus info 2 u.å.)

3.2 Passivhusets skissplanering

En byggnad blir inte ett passivhus bara genom att göra tjockare väggar, det är fråga om en planeringsprocess där alla parter skall vara inblandade och information skall flöda åt alla håll. För att uppnå ett bra resultat när man planerar passivhus måste man från början ha målsättningarna klart definierade. Att planera passivhus har gjort planeringen mera krävande men också öppnat flera nya möjligheter. Det gäller att inte välja allt för komplicerade former och satsa på att hålla lite mindre fönsteryta. Man kan dock ha mera fönsteryta om man med tekniken kan kompensera dessa energi förluster som större fönsteryta medför. Det är viktigt att få ner energiförbrukningen i ett passivhus, men man får inte satsa på det så hårt att de arkitektoniska eller planerliga målen inte uppnås. När

man bygger i urbana områden så kan man ofta inte välja hur man vänder på husen o.s.v. Att utnyttja södersluttningar, tidigare byggnader samt träd är svårt, men ju bättre värmeisolering man har i yttre skiktet, desto mindre betydelse har husets placering för husets uppvärmning. (Passivhus info 3 u.å.)

En mycket viktig faktor i planeringen är formen på huset, energihushållning gynnas av en kompakt form. En komplicerad form ökar på värmeförlusterna samt ökar på risken för byggfel. Målet på en kompakt form får så klart inte leda till dåliga lösningar i utrymmesfördelningen, eller i förluster i naturlig instrålning av solljus. Man skall hålla husen enkla. Detta gör planeringen svårare men inte omöjlig. Vi kan se på huset som nämns senare i arbetet, det är ett passivhus, men det ser inte tråkigt ut. (Passivhus info 3 u.å.)

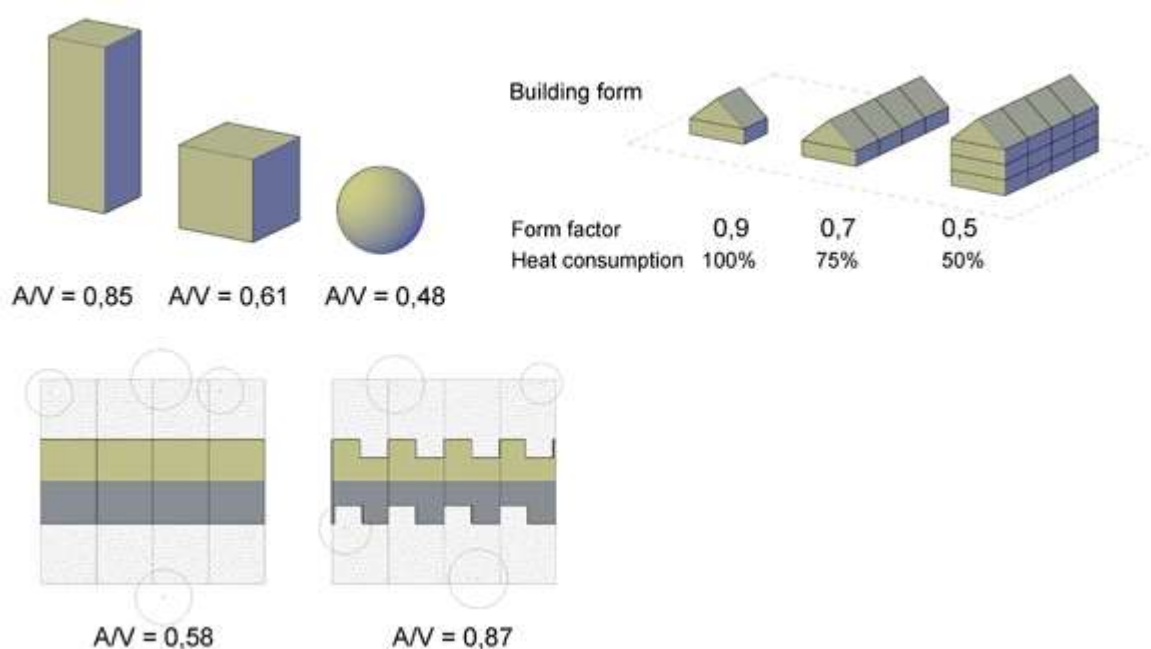


Bild 1. Formfaktorer för olika former. Uppe till vänster ser vi teorin bakom formfaktorerna ett klot och en kub har lågt A/V tal för att de har lite mantelyta i jämförelse med volym. D.v.s. de läcker lite värme i jämförelse med den volym som skall uppvärmas. Nere ser vi att det är bättre att ha en rak vägg än en med utbuktningar. Uppe till höger ser vi att det är lättare att få ett stort hus till passivhus än ett litet, på grund av A/V faktorn. (Passivhus info 3 u.å.)

Formtal (shape factor) är en faktor som ofta används när man förklarar hur kompakt formen på ett hus är, detta förhållandetal räknas enligt yttre skalets storlek dividerat med den volym man vill uppvärma A/V. Av geometriska former kan man säga ett en boll och

en cylinder samt kub är kompakta, vilket medför att deras form faktor är små. Talet beror även på hur stort huset är. Små hus har sämre tal eftersom ytterväggar som medför värmeförlust är stora i jämförelse med den uppvärmda volymen. Därför är det utmanande att planera små passivhus. Med passivhus gäller det att fundera vad som är viktigt och nödvändigt, ett uppvärmt garage kanske inte är ett alternativ i ett passivhus. (Passivhus info 3 u.å.)

Enligt Hans Ek, en svensk passivhusexpert, är det lämpligt med 15-17% fönsteryta i ett passivhus, för även de bästa fönstren vi har på marknaden i dag har betydligt sämre U-värde än vanliga väggkonstruktioner. En mindre fönsteryta är bra för energiförbrukningen medan en mindre fönsteryta inte får ge upphov till utrymmen utan solljus eller utrymmen där det behövs extra konstgjord belysning. Att dra ner på strömförbrukningen är en allt större utmaning inom energihushållning. Att sänka på mängden fönster är kanske en sak som man måste ta med bondförnuft. Att få in solljus är viktigt både energimässigt, samt för trivseln. (Passivhus info 3 u.å.)

Fönster som är riktade söderut ökar trivseln och använder bra passiv energi från solen. Man kan dock förlora denna nytta om det blir för varmt på sommarmånaderna och man maskinellt måste kyla ner huset. Att inte behöva maskinellt kyla ner huset på sommaren är helt möjligt med hjälp av god funktionell arkitektur. Man kan i Finland t.ex. använda persienner, fönsterluckor eller konstruktioner ytterom fönstren som hör till arkitekturen. Konstruktioner ytterom fönstren skyddar bäst huset från att värmas upp. Se bild (2). (Passivhus info 3 u.å.)

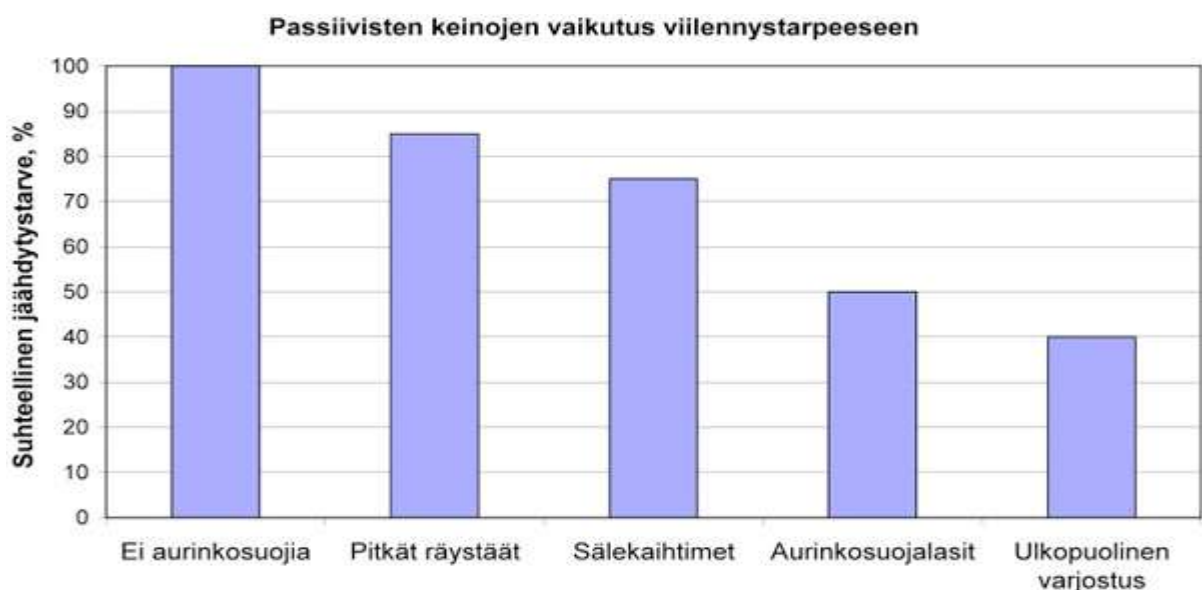


Bild 2. Kylningsbehov. Vi kan se att om vi inte skyddar fönstren och solen lyser in så måste all solvärme som kommer in kylas ned alltså 100 %. Om vi skyddar fönstret utifrån så kommer bara 40 % av värmen in i huset, och kylningsbehovet minskar radikalt. (Passivhus info 3 u.å.)

Husteknikens utrymmesbehov skall även i god tid tas i beaktande, i arkitektplaneringen skall det reserveras rum för alla rör samt maskiner. Yttre skalets genomföringar minimeras för att hålla konstruktionen så tät som möjlig. Ett passivhus är mycket ljudtätt p.g.a. att det är så tätt, det lönar sig därför att satsa på ljuddämpning till ventilationen samt ljudisoleringen till det tekniska utrymmet. (Passivhus info 3 u.å.)

Allt detta som gäller planeringen är bra och låter ganska lätt och logiskt. Det skulle kanske löna sig att bygga ett ”vanligt” hus med samma principer gällande fönster, rumsindelning men ha normal isoleringstjocklek. Är det värt att satsa så mycket på all teknik när det till stor del är fast i människorna i huset hur mycket energi det förbrukas? Det handlar långt om attityder samt levnadsvanor som förbrukar energi. Är det nödvändigt att bada varje kväll? Behöver du stå i duschen en halv timme eller skulle du kunna klara dig med tio minuter? Kan du tänka dig att ha 19°C inomhus istället för 23°C ? Detta är saker som enkelt kan skapa stora inbesparingar på årsnivå. Passivhus har även andra fördelar än ekonomiska, t.ex konstruktionerna håller inomhustemperaturen jämn och ljud utifrån hålls på utsidan.

3.3 Passivhusets husteknik, konstruktioner samt detaljplanering

Planeringen och byggandet av ett passivhus skall utföras noggrant för att uppnå den uppställda kriterierna. Byggandet skall basera sig på enkla lösningar som är lätta att utföra på byggplatsen. Det yttre skalets värmeisoleringsförmåga skall i samband med effektiv ventilation minska på värmeförlusterna så att man inte behöver värma upp huset med traditionella radiatorer eller med t.ex. golvvärme. När effekten som behövs för att värma upp huset är så liten kan man värma upp det med hjälp av ventilation som är utrustad med värmemotstånd. Detta utesluter dock inte andra sätt att värma upp huset. (Passivhus info 4 u.å.)

Passivhusets hela energieffektivitet bedöms enligt behov av primärenergi. Primärenergi innehåller energiproduktionens förluster, när man granskar primärenergin jämför man energikällans energimängd med den energi som man får ut av källan. Det lönar sig att

utnyttja förnybara energikällor samt att använda hushållsmaskiner, belysning samt husteknik som är energisnåla. (Passivhus info 4 u.å.)

När man bygger passivhus är de nämnda U-värden bara riktgivande, för värmeisoleringen definieras skilt för varje projekt efter att man teoretiskt med räkningar kontrollerat energiförbrukningen. När man vill använda bättre värmeisolering för att kompensera andra lösningar skall man komma ihåg att i väldigt tjocka konstruktioner stiger inte värmeisoleringsförmågan mera lineärt med väggjockleken. I en konstruktion som är väldigt bra isolerad så ökar betoningen på köldbryggor. Det finns olika slags köldbryggor. Köldbryggor som uppkommer p.g.a. konstruktion eller så kallade geometriska köldbryggor, det finns även blandningar av dessa båda. Köldbryggor som uppkommer p.g.a. konstruktion är t.ex. en väggstolpe som går genom hela isoleringstjockleken. Då blir det vid stolpen en köldbrygga, för trä har sämre värmeisoleringsförmåga än isolering. Geometrisk köldbrygga är t.ex. ett hörn. Här läcker värme ut bara på grund av geometrin. (Passivhus info 4 u.å.)

I offentligheten går en het debatt om isoleringstjocklekar samt fuktrisker. Yttre skiktets absolut största risk för fuktskador är att regnvatten tränger in i konstruktionen. Även felgjord vattenisolering i vårutrymmen och läckage i rör och avlopp kan orsaka skador. Fukt kan tränga in genom jorden, och fukt i byggskedet, fel konstruktionstyper och fel förvaring av byggmaterial- och byggverktygs har orsakat skador. Fuktskador som uppkommer i hus har ofta inte en enda orsak utan beror på flera inverkanse faktorer. Så en stor isoleringstjocklek orsakar inte ensam några fuktskador. Det är slarv och attityder i samband med fel arbetsmetoder och fel ordning på arbeten som orsakar för många fel som leder till fuktskador. I passivhus har man mycket tjocka konstruktioner men man har även en bra lufttäthet. Lufttätheten ser till att det inte bildas kondens i konstruktionen. Om lufttätheten inte är bra då kan det bildas kondens i konstruktionerna som sedan orsakar fuktskador. (Passivhus info 4 u.å.)

Detaljplaneringen är viktig speciellt när man planerar det täta yttre skiktet, det skall göras enkelt. Speciellt noga skall man vara i skarven mellan vägg och golv, mellanbjälklagets skarv med väggkonstruktionen samt detaljerna för dörrar och fönster. Genomföringar genom den täta luftspärren skall minimeras och alla luftkanaler installeras på insidan av denna spärr. Alla genomföringar genom grunden skall koncentreras till ett ställe. (Passivhus info 4 u.å.)

4 Energieffektiva hus

Energieffektiva hus är hus som skall dra mindre energi än ett ”vanligt” hus. Ett vanligt hus är ett hus som byggs så att det uppfyller dagens normer. Energihus finns av olika grad, hus som skall vara mycket energisnålare än dagens normhus samt hus som är bara till en del energisnålare än dagens normhus. Ofta har energihusen mera isolering och bättre fönster än normhus och ofta är de utrustade med olika slag av värmesparande teknik. I alla energihus är det så klart önskvärt att man skall använda sig av förnybar energi! (Bengtsson, S. 2010)

4.1 Lågenergihus

Lågenergihus är hus som drar ungefär hälften så mycket energi som dagens normhus drar enligt minimikraven. I lågenergihus är utrymmens uppvärmningsbehov 40-60kWh/m²a. I Finland byggbestämmelsesamling del D3 står att lågenergihus värmeförluster får vara högst 85% av den beräknade jämförbara värmeförlusten. I Finland är lågenergihus byggandet redan vardag och många hus tillverkare har redan hus paket som klassas till lågenergihus.

Lågenergihus info (u.å.)

4.2 Nollenergihus

Kort definition av nollenergihus är att det används lika mycket eller mindre energi än det produceras i fastigheten. Huset skall klara egen försörjning av el och värme. Det är dock svårt att klara eleffektkravet. För att klara elproduktionen är de tvungna att använda sig av kraftvärme (samtidig el- och värmeproduktion). Denna kraftvärme måste vara biobaserad för att det skall vara förnybar energi men samtidigt blir huset då beroende av ifrågavarande bränsle. Det talas om bränsleceller, konventionella motorer eller stirlingmotorer. För att klara sig med solceller och vindkraft måste man ha otroligt stor kapacitet i batterierna. Dessa nollenergihus är inte billiga att uppföra p.g.a. all teknik, men för en som vill vara föregångare kan det passa bra. Frågan är bara om dessa hus är nödvändiga? (Bengtsson, S. 2010)

En klar definition på hurudant hus ett nollenergihus är finns inte. Många länder har olika definitioner. Enligt VTT(Statens Tekniska Forskningscentral) är det logiskt att definiera ett nollenergihus enligt totala energiförbrukningen på årsbasis. Då skall den förnybara

energins överskott täcka den icke förnybara energins del av förbrukningen. Denna definition är under arbetet. Stor skillnad till lågenergihus samt passivhus är att allt räknas med el, varmvatten samt kylningsenergi. (Nollenergihus info u.å.)

4.3 Plus- och Totalenergihus

Plus och totalenergihus är även i grund och botten passivhus, men dessa hus är försedda med egen elproduktion. Elproduktionen skall överstiga det egna behovet. Det som ”blir över” kan man t.ex. skicka till nätet, d.v.s. totalförbrukningen på årsbasis blir positiv. Plushus är likadant som ett nollenergihus, men den tillverkade energimängden överskrider den förbrukade mängden. (Plusenergihus info u.å.)

4.4 Minienergihus

Också minienergihus är i grund och botten ett passivhus, men energikraven är inte lika stränga som i ett passivhus. Detta leder till att det finns större arkitektonisk frihet, man kan använda mera fönsterytor samt planera mera utskjutande byggnadsdelar. Denna typ av energihus används bl.a i Sverige men inte i Finland. (Bengtsson, S. 2010)

5 Ventilation

All ventilation handlar om att man byter ut luften inne i en byggnad eller i en bostad. Detta kan man göra på några olika sätt. Man kan använda sig av mekanisk ventilation, alltså en maskin som suger ut luft och tar in ny. Man kan använda sig av mekaniskt utsug samt passivt intag av luft. Eller så kan man använda sig av passivt utsug samt passivt intag eller så kallat självdrag.

5.1 Passiv ventilation eller självdrag

Självdrag fungerar genom temperaturskillnad. Som vi även vet stiger värme uppåt och kyla söker sig nedåt. Den varma luften söker sig till frånluftsventiler i badrum samt kök där luften har dålig kvalitet, den leds genom luftkanaler uppåt och ut genom taket. När detta sker uppstår ett undertryck inne i nedre delarna av huset. Det suger in ny kall luft genom luftkanaler eller otätheter i konstruktionerna. Detta sker allt passivt bara med temperaturskillnad. Därför behövs inga fläktar eller andra anordningar som kräver ström och är därför mycket tyst samt energisnålt. Negativa sidor med systemet är att det fungerar

dåligt när det är varmt ute. Eftersom det fungerar med hjälp av temperaturskillnader på luften inne och ute så fungerar den inte alls om det är varmare ute än inne. Man kan heller inte ta värmen till vara från luften som sugts ut. (RT-kort 56-10591, (s. 3))

I våningshus fungerar detta system även, det kräver bara utrymme för att varje lägenhet skall ha en skild kanal. Om det är t.ex. åtta bostäder skall det finnas åtta kanaler. För att systemet skall fungera måste dessa kanaler vara lodräta det får högst finnas 10% avvikelse i vågrät riktning. Till varje utrymme i bostaden måste det ledas uteluft, fränsett badrummet. Rum som finns i inre delar av bostaden skall ha en vågrät isolerad kanal till sig. Andra rum kan ha ventiler i väggarna eller t.ex. fönster. Kanaler kan ej sammankopplas med varandra för då kan man inte undvika att luft sprids från rum till rum. (RT-kort 56-10591, (s. 3))

Passiv ventilation har följande negativa sidor den fungerar dåligt under det varma halvåret. Man kan inte kontrollera systemet, inte heller reglera det. Det slösar energi på vintern, man kan inte ta energi till vara från den utgående luften.

Som slutsats kan man säga att passiv ventilation inte går att kontrollera. Man kan heller inte ta någon värme tillvara av den utgående luften och luftflödet varierar mycket på olika tidpunkter. Med passiv ventilation är det i vårt klimat mycket utmanande att uppnå passivhus standarden. I ett passivhus vill man kontrollera ventilation, man vill dessutom ta värmen till godo och man vill ha ett konstant luftflöde. (RT-kort 56-10591, (s. 3-4))

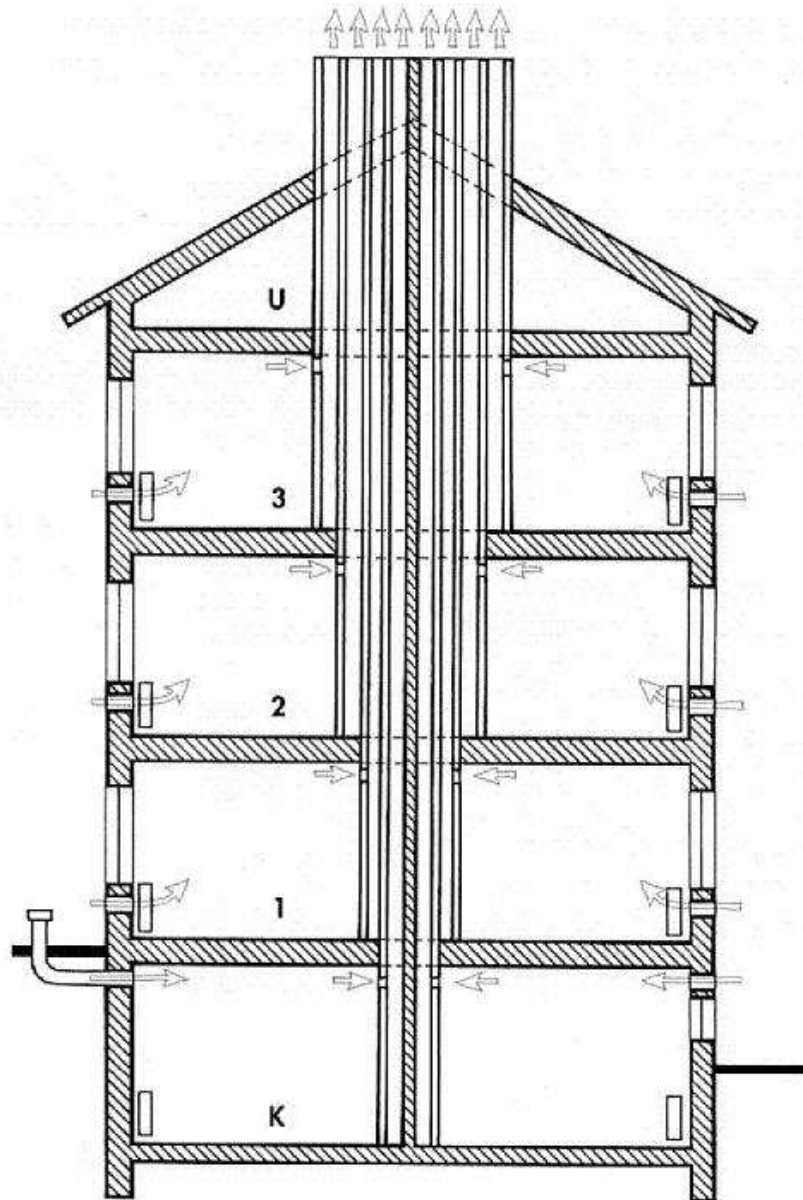


Bild 3. Här ser vi en principbild på hur passiv ventilation fungerar. Den varma luften söker sig uppåt genom kanalen och det uppstår undertryck i rummen, vilket ser till att frisk luft kommer in genom ventilerna i väggen. (RT-kort 56-10591, (s. 3))

5.2 Ventilation med maskinellt utsug men passivt intag

Ventilation med maskinellt utsug men passivt intag fungerar i princip på samma sätt som passiv ventilation, men i detta system sköter man ventilationen med fläkt istället för med temperaturskillnad. Normalt används toppfläkt för att göra detta. Toppfläkten är placerad uppe på taket eller med en på vinden placerad blåsare. På samma sätt som i passiv ventilation kommer tilluften från ventiler i väggen. Detta system är inte beroende på temperaturskillnader eller väder. Ventilerna skall finnas i alla utrymmen utom badrum. Frånluftsventiler läggs i varje lägenhet. Ett problem i detta system är ventilen i

ytterväggen. Genom att hålla det största tillåtna tryckfallet får man ljudnivån och filtreringen av uteluften till en tillfredsställande nivå, medan draget fortfarande är problematiskt. Detta system går att använda när man renoverar t.ex. gamla hus som har haft passiv ventilation. Man kan använda de gamla murade kanalerna. Om det visar sig att dessa kanaler är i för dåligt skick kan man placera nya plåtrör inne i dem. Fläkten placeras så att kanalen är i undertryck i alla utrymmen. Mellan fläkten och kanalerna bör man installera en ljuddämpare. Kanalen där luften sedan kommer ut ur byggnaden skall vara över vattentaket, i västra Finland är minsta höjden över vattentaket 0,7 m i övriga Finland 0,9 m. I jämförelse med passiv ventilation så är detta system bättre för det kan kontrolleras och justeras. Ventilerna har filtrering som stänger ut ljud. Ventilerna bör placeras så att de vid behov kan stängas samt underhållas. (RT-kort 56-10591, (s. 4-6))

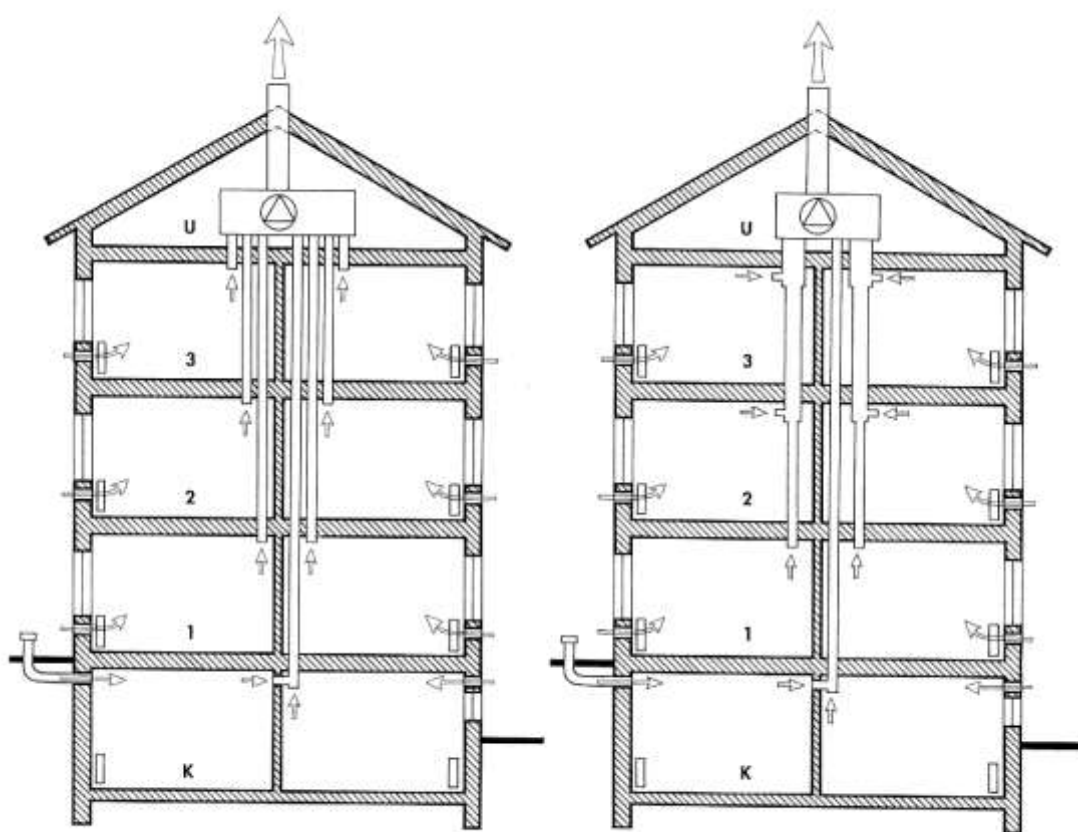


Bild 4. Här ser vi hur maskineriet till utsuget är installerat på vinden och sköter utsuget, medan det passivt kommer in frisk luft till rummen genom ventiler i väggen. Vänstra bilden har mera dragna rör för de kommer skilda till varje lägenhet. På högra sidan är rören ihopkopplade till ett gemensamt rör.

RT-kort 56-10591, (s. 5)

Detta ventilationssystem är även mycket utmanande att utnyttja i passivhus i vårt klimat. Man kan bättre kontrollera luftflödet, men inte tillräckligt bra. Man kan inte heller ha någon värmeåtervinning med systemet. I passivhus vill man spara energi så värmeåtervinning är ett måste.

5.3 Maskinell ventilation, maskinellt intag samt utsug

Maskinell ventilation betyder att man maskinellt behärskar all inkommande samt utgående luft till en bostad eller lägenhet. Detta system kallas ofta ft-system. Det står för frånluft samt tilluft. I dagens läge installerar man inte ft-system utan man installerar ftx-system som nämns i nästa kapitel. Med ftx-system är det lätt att justera olika faktorer och på så sätt få ett perfekt inomhusklimat. Med systemet kan man bland annat se till att luften är hälsosam och hygienisk. Man kan åstadkomma en bostad utan drag utan ljud samt utan buller från systemet. Det kanske allra viktigaste är ändå att man kan spara energi. (RT-kort 56-10591, (s. 7))

Ett bra inomhusklimat uppnår man genom att man filtrerar, värmer, kyler, fuktar eller torkar den inkommande luften. Energi sparas då den utgående luften är varm och den värmen överförs till den inkommande luften. Enligt RT-kort 56-10591 kan 30-50% av luften återbäras till vanliga kontorsutrymmen utan att inomhusklimatet försämras. Men dock bara om det minsta tillåtna uteluftflödet uppfylls, samt att det inte röks i ifrågavarande utrymme. Om man använder sig av kylbatteri kan man blåsa in 10°C kallare luft än den i bostaden. På vintern är den uppvärmda uteluften mycket torr och bör fuktas. När luften inomhus byts effektivt försvinner även fukten inomhus. (RT-kort 56-10591, (s. 7))

Den inkommande luften kan fuktas med vatten eller ånga. Det största hindret att använda detta är stora brukskostnader. Även fuktningen kräver rätt användning och service för att hållas hygienisk. Fuktning används inte i egnahemshus. (RT-kort 56-10591, (s. 7))

Med kylbatteri kan man även torka upp luften, den våta luften blir is på elementens väggar. Det kan hända att det krävs värmning efter ett sådant batteri för att inte inkommande luften skall bli för kall. För att systemet skall vara energisnålt krävs det att man tar värmen till vara från den utgående luften. (RT-kort 56-10591, (s. 7))

Maskinell ventilation fungerar bra och man har bra kontroll över systemet. Man kan kontrollera luftkvaliteten, luftflöden samt fukta och torka luften vid behov. Som sådant är

det bara en sak som gör att detta system inte kan användas i ett passivhus och det är energiåtervinningen som saknas. Energiåtervinningen skapar man genom att installera en värmeväxlare och när man gör detta kallas systemet ett ftx-system. Bild 5 är således inte korrekt till detta kapitel för i bilden är en värmeväxlare installerad. Men om rören skulle vara dragna rakt ut genom taket med var sin fläkt skulle bilden stämma.

5.4 Ftx – system, maskinell ventilation med värmeåtervinning

Som tidigare nämnts värmer ftx-systemet upp tilluften med värmen från frånluften. Frånluft kommer via frånluftfilter till värmeväxlaren och sedan genom fläkten ut. Samtidigt tar man in uteluft till aggregatet, den filtreras innan den kommer in till värmeväxlaren där värmen överförs. Efter värmeväxlaren finns värmningselement som värmer luften till önskad temperatur innan den blåses via kanalerna in till alla rum. I kalla klimat måste man även förvärma luften före den kommer till värmeväxlaren för att undvika frost och installerar då förvärmningselement. Värmeväxlaren är den viktiga delen i detta system och funktionseffekten på denna utgör behovet av ytterligare värmning av luften och användning av energi. Man kan driva systemet med växelströmsmotorer eller med likströmsmotorer. Likströmsmotorer har 40-50% mindre energiförbrukning än den traditionella växelströmsmotorn rekommenderas därför. Värmeväxlaren kan fungera på tre olika sätt. (Ftx-system info u.å.)

1. Plattvärmeväxlare
2. Motströmsvärmeväxlare
3. Roterande värmeväxlare

Enligt RT-kort 56-10591 kan en tredjedel av den energi som behövs för att värma upp fastigheten tas från den utgående inneluften. Detta kan ske på olika sätt. Det vanligaste sättet är att använda sig av roterande värmeväxlare. (RT-kort 56-10591, (s. 7))

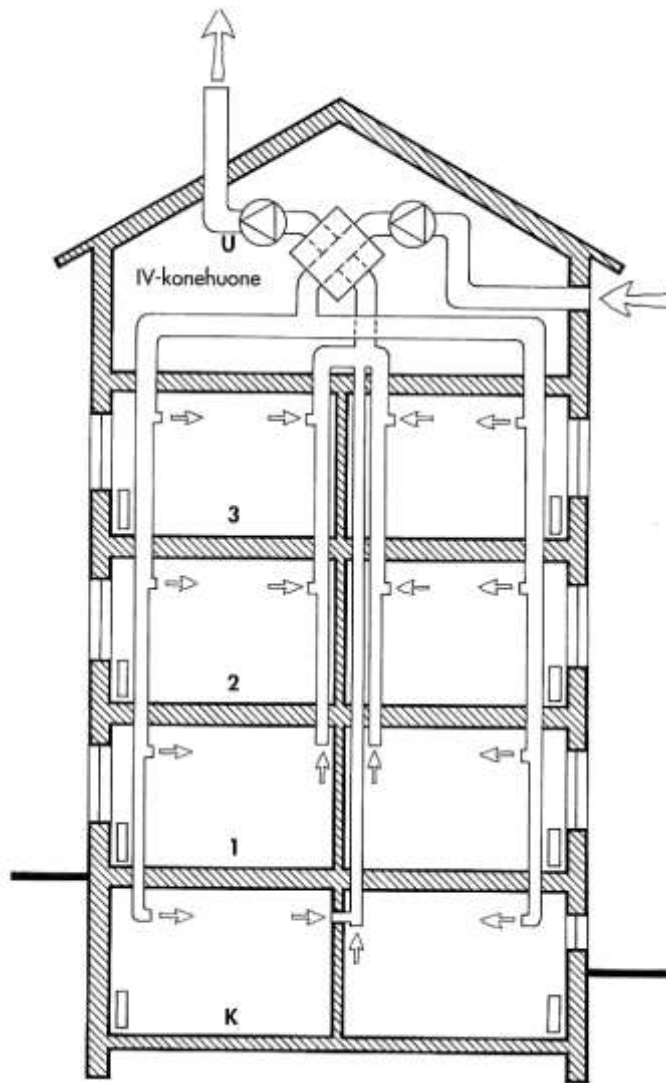


Bild 5. Principbild på maskinell ventilation med värmeåtervinning. All teknik är installerad på vinden och alla ventilationsrör dragna från värmeåtervinningsaggregatet, både utsug samt intag. (RT-kort 56-10591, (s. 7))

Plattvärmeväxlare

Plattvärmeväxlare kallas även x-värmeväxlare eller korsvärmeväxlare. Den är uppbyggd av aluminiumlameller. Tilluften och frånluften far i skilda kanaler och de kommer aldrig i kontakt med varandra. Det finns risk för isbildning och dränering behövs. Kan uppnå en verkningsgrad på 60-65%. Denna verkningsgrad är en momentan maximi verkningsgrad uppmätt i laborieförhållanden.

Ftx-system info (u.å.)

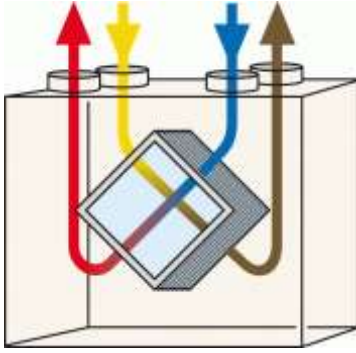


Bild 6. Plattvärmväxlare. Plattvärmväxlaren har skilda kanaler för varm och kall luft, ingen växling av t.ex. lukter. (Ftx-system info u.å.)

Motströmsvärmväxlare

Motströmsvärmväxlare har samma funktionsprincip som en plattvärmväxlare, men i denna passerar luften inte vinkelrätt utan den strömmar parallellt och motriktat. Detta leder till att det blir mera kontaktyta och verkningsgraden kan uppnå till 90-95%. Denna verkningsgrad är en momentan maksimi verkningsgrad uppmätt i laboratorieförhållanden. (Ftx-system info u.å.)

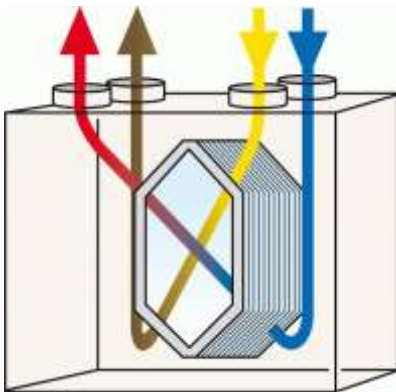


Bild 7. Motströmsvärmväxlare. Motsrömsvärmväxlaren har skilda kanaler för varm och kall luft, ingen växling av t.ex. lukter, den har mera kontaktyta än plattvärmväxlaren och därför bättre verkningsgrad. (Ftx-system info u.å.)

Roterande värmväxlare

Roterande värmväxlare består av ett roterande hjul som är fullt med små luftkanaler. När rotorn cirkulerar och passerar den varma sidan lagras värme och fukt i kanalerna. Dessa avges sedan till den kalla luften på tilluftsidan. I denna värmväxlare kommer samma ytor

i kontakt med både frånluft och tilluft och det finns en liten risk för luktöverföring . Verkningsgrad för denna är 80-85%. Denna verkningsgrad är en momentan maximal verkningsgrad uppmätt i laborieförhållanden. (Ftx-system info u.å.)

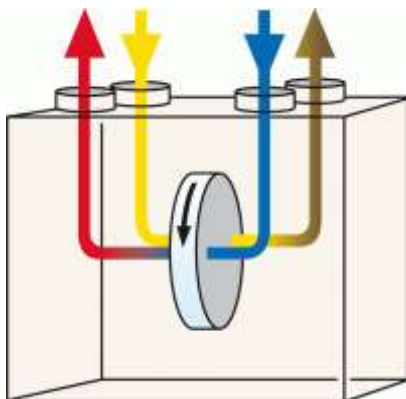


Bild 8. Roterande värmväxlare. Samma ytor kommer i kontakt med varandra i en roterande värmväxlare varvid det finns risk för en liten luktöverföring. (Ftx-system info u.å.)

Filter

Olika slags filter finns på marknaden, grovfilter och finfilter. Uteluften d.v.s. tilluften passerar först ett grovfilter och sedan ett finfilter före värmväxlaren, frånluften passerar ett grovfilter före värmväxlaren. Filtren finns för att rena luften från damm, pollen samt mikroorganismer och den skall skydda värmväxlaren från igensättning. Filtren skall bytas med jämna mellanrum helst 2ggr/år. Om filtren inte byts i tid försämras verkningsgraden och det uppstår ett högre tryckfall i aggregatet. Om tryckfaller ökar så rubbas balansen på till- och frånluftsidan. (Ftx-system info u.å.)

Eftervärmningselement

Eftervärmningselement används för att värma luften till önskad temperatur, värmväxlaren är bra men kan inte sköta hela uppvärmningen. Man kan välja mellan att värma med el eller vatten. Har man redan ett vattenburet värmesystem är det mera ekonomiskt att välja ett vattenburet eftervärmningselement. (Ftx-system info u.å.)

6 Förvärmning av luft

Förvärmning av luft betyder att man på något sätt värmer upp luften som skall tas in till huset. Till nästa nämns här hur det kan göras genom att använda jordens värme. Det är

frågan om att dra luften genom marken för att på vintern inte behöva värma luften från t.ex. -20 grader utan man kan börja värma den från +2 grader. Detta sparar på energi och är därför allmänt använt i t.ex. passivhus i Tyskland.

Det går på två olika sätt att värma luften genom jorden. Man kan föra själva luften genom kanaler i jorden och på det sättet värma upp det, eller så kan man värma upp vätska i jorden som sedan genom en kylare kan värma upp luft. I båda systemen får man gratis energi när man använder sig av jordens egen värme. Det enda som förbrukar energi i dessa system är i det luftburna systemet en fläkt som får luften att flöda. I det vattenburna systemet behövs en cirkulationspump. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

På vintern när temperaturen sjunker rejält under 0°C kan ett effektivt ftx-system kyla ner den utgående varma luften så mycket att det inte skulle bli någon kondens utan luften skulle frysa till is direkt. För att undvika detta skall man förvärma inkommande luften till 1°C - 4°C beroende på verkningsgraden på ftx-systemet. Även om ftx-systemet har inbyggt frostskydd lönar det sig att förvärma uteluften. Speciellt om det är ett frostskydd som drar ner på eller stoppar det inkommande luftflödet. Bara genom att förvärma uteluften till just över 0°C på vintern löses detta problem och får ftx-systemet att fungera med full verkningsgrad även på vintern och man ser till att tillräcklig ventilation behålls. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

Ett problem som förekommer i hus när man har mycket isolering i väggarna och när man försöker utnyttja all passiv energi är att det kan bli för hett inne i huset på sommaren. Har man ett ftx-system i sitt hem så kan man med hjälp av det hämta in kall luft och föra ut varm luft. Luftkonditionering sköter även detta, men det för mycket ström, så varför inte använda sig av jordkyla, och förkyla luften före den kommer till ftx-aggregatet? I jorden på djupet 1-3m är marken betydligt kallare än luften utanför huset. En vätskebaserad jordvärme värmer upp luften på vintern på ett effektivt sätt. På sommaren kyler den ner luften så att det blir behagligare inomhus. Därför används detta system ofta i hus med effektiv ventilation. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

6.1 Förvärmning av tilluft med hjälp av tilluftskanaler under mark

Tilluftskanaler under mark är kanaler där själva luften går igenom kanalen. Kanalen skall vara ungefär 40 m lång (ett varv runt huset räcker), de skall vara på två meters djup och ha en diameter på 20 cm. För att värmen skall tas upp på bästa sätt skall rören vara tunna, det får inte uppkomma skador på rören inte heller läckage efter alla påfrestningar som t.ex.

trafik och jordtryck. Rören skall alltid installeras så att de lutar, i den lägsta punkten skall det finnas en bakslagsventil. Kondensvatten skall kunna rinna ut medan regnvatten inte får tränga in. Rören måste vara installerade så att de är lätt tillgängliga för tvätt. Det får inte finnas krökar eller förgreningar som putsningsinstrumentet inte kan gå genom. Frågan är dock om man kan garantera rörens hållbarhet om de är tunna? (Brine based ground heat exchanger u.å.)

Idén med luftkanaler under mark kom tidigt ut på marknaden och användes en del på passivhus ännu för 10 år sedan. Men rören var ofta tillverkade billigt, dräneringen av rören var ofta bristfällig och kalkyleringarna var ofta felgjorda. I vissa fall brast rören och blev överflödade med vatten. Själva funktionen av dessa nedgrävda luftkanaler är obestridlig, men en nedgrävd luftkanal med dålig tillgänglighet för rengöring kan med tiden få en inre biologi som kan vara skadlig för den som andas sådan luft. Det finns även radon risken som bör undersökas. Detta var en anledning till att man startade utvecklingen av de vattenburna systemen. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

6.2 Förvärmning av tilluft med hjälp av vätskebaserad jordvärmeåtervinning (Brine based ground heat exchanger)

Detta system fungerar enligt samma princip som ingrävda luftkanaler. Det utnyttjar jordvärme för att förvärma uteluften. I systemet överförs värmen via tunna ledningar i jorden, i ledningarna finns vätska sedan kommer en kylare som överför värmen från vätskan till luften. Detta system kräver ledning till egnahemshus, mellan 80-150 m, man kan säga att två varv runt huset är bra. Tyvärr finns det inte ännu något program för hur man skall utföra beräkningar för att noggrant kunna säga hur mycket ledning det skall vara, man utgår än så länge från kunskap som man har fått från norra Tyskland. Dock kan man säga att en grundregel för hur många meter kabel man ska ha är att man dividerar den volym luft som skall förflyttas per timme med två meter. Det blir således 100 m ledning för 200 kubikmeter/h. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

Systemet består av fyra olika delar. Först kommer flexibla PE-kabeln, vars uppgift är att ta upp värmen från jorden till vätskan. Sedan kommer värmeväxlaren som är installerad i luftkanalen och den överför värmen från vätskan till luften (har motsatt effekt än kylaren på din bil). Som tredje kommer pumpen och alla säkerhetsanordningar med alla tillbehör, hydrauliska och säkerhetsmoment för att ett vätskesystem skall fungera. Sist kommer

pumpkontrollenheten som styr hela systemet. Enheten optimerar cirkulationen i vätskekablarna enligt utetemperaturen och jordtemperaturen samt optimerar allt detta med inställningarna i själva ventilationssystemet. När det är fråga om vattenburna system krävs det alltid mycket teknik, denna teknik tar utrymme! Om man sedan ännu har allmänt mycket teknik i huset blir teknikutrymmet ganska stort, vilket inte alltid är önskvärt. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

Installering av ledningar för Brine- baserad jordvärmväxlare

För att få ut maxeffekt ur systemet och spara på grävarbeten så kan man installera kablarna på olika sätt beroende på hur själva grunden av huset byggs. Om huset är byggt med källare kan man naturligtvis installera kablarna i utgrävningen runt källaren (se bild 9). För en- och tvåvåningshus räcker det med två varv runt huset. Är det fråga om ett större hus måste man dra ytterligare varv. Om huset inte har en källare men en stor gård kan man t.ex. gräva ett ”dike” 1,5 m djupt och installera kablarna där bredvid varandra (se bild 10). Om man varken har källare eller en stor gård som man kan installera kablarna i, så kan man installera dem under bottenplattan på huset (se bild 11). I parallella ringar skall kablarna installeras med 50 cm mellanrum. Dock kräver detta en bra värmeisolering under bottenplattan och så måste man möjligen kunna värma upp jorden under plattan på sommaren för att solen inte kan komma åt att värma upp det. Det låter ganska onödigt att dra kablarna under huset om man sedan måste använda sig av t.ex. solpaneler för att på sommaren se till att jorden under huset klarar av vintern. Nya hus som byggs på pålar gör det möjligt att installera ledningarna i borrhålen till pålarna (se bild 12). (Brine based ground heat exchanger u.å.)



Bild 9. Installation runt källaren.

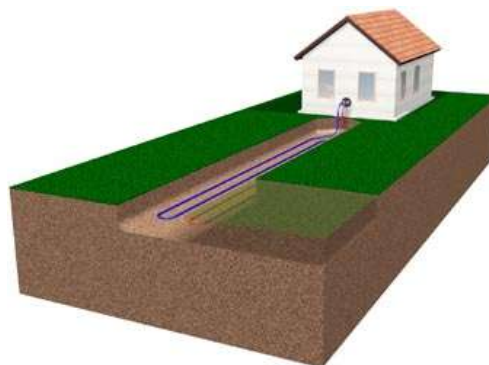


Bild 10. Installation i skild grop.



Bild 11. Installation under bottenplattan

Brine based ground heat exchanger (u.å.)

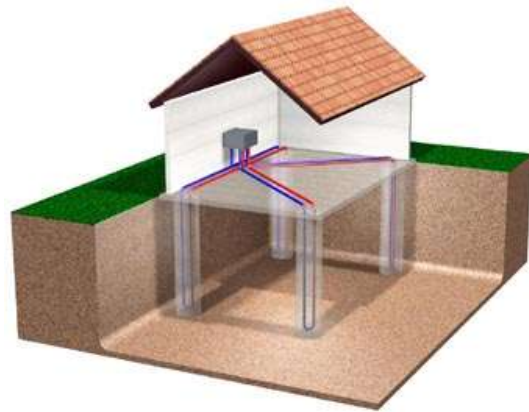


Bild 12. Installation i polar.



Bild 13. Här är en bild på hur det tekniska utrymmet på ett vätskeburet system kan se ut. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

I mitten av bil 13 ser man vattenledningarna komma in till källaren via väggen. Uppe ser man själva värmeväxlaren som är installerad i luftkanalen med tillhörande dräneringssystem för att släppa ut kondensvatten på sommaren. På själva kopparrören kan vi se avstängningskranar, cirkulationspumpen, ventiler för påfyllning och tömning, en ventil för luftning och en för övertryck. Vi kan även se en tryckfördelare med tillhörande mätare. Saker man även brukar installera är mätare för att kontrollera temperaturerna på

vätskan samt luften som kommer och som far. På denna bild är inte allt installerat. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

Erfarenheter med Brine- baserad jordvärmväxlare

Brine jordvärmväxlare som är gjord för att förvärma luft på vintern och förkyla luft på sommaren är kända som sådana sedan 1998 när det först installerades i Tyskland. Systemet har undersökts noggrant som en del av ett forskningsprojekt Nordrhein-Westfalen och det visade sig vara en sak att satsa på. Sedan dess har systemet installerats i många hus, främst i passivhus. I början var det bara pumpkontrollenheten samt värmväxlaren som fanns på marknaden. Dessa var problematiska att använda, och på den tiden var allt nytt, så byggare och hantverkare fick ofta improvisera för att de inte visste hur de skulle hantera delarna. Alla problem löstes dock med tiden eller diverse arbete för att få allt att fungera så som det skulle. I början hade man inte tillräcklig erfarenhet av detta så vätskan pumpades onödigt lång tid, elektricitet för till spillo och jordens värmeförmåga tog slut för snabbt. Dessutom hade värmväxlarna för låg värmeöverföringsförmåga och de var inte rustade för att sköta om kondensvatten som uppkom på sommaren. År 2003 kom de första brine pump kontroll och brine to air heat exchanger enheterna ut av företaget netec. 2005 sålde man dessa redan som moduler i olika storlekar. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

6.3 Tilluft med hjälp av Rehau- system

Rehau AWADUKT THERMO är ett system man kan använda för att förvärma luften på vintern och kyla på sommaren. Det är fråga om att dra luften genom ett rör i marken innan den kommer in i värmväxlaren i huset. Röret installeras så klart på tjälritt djup. Till skillnad från det tidigare systemet (nedgrävda luftkanaler) skall detta rör dras vågrätt i marken, det skall inte ha någon lutning. Detta rör har antimikrobisk yta på insidan, så det uppstår inga farliga mikrober i röret och då sker alltså ingen förorening av luften. Hur länge en sådan yta fungerar så som en skall är en annan fråga. (Rehau info u.å)

6.4 Andra alternativa sätt att förvärma luften

Så klart kan man förvärma inkommande luft utan att använda jordvärme. Man kan använda en elektronisk värmare eller så kan man installera en vatten till luft värmväxlare (d.v.s. överföra värme från vatten till luft) in i luftkanalen. Den andra nämnda lösningen får sin värme från varmvattenberedaren. Om man värmer vattnet i beredaren med t.ex. Pellets så är det fråga om förnybar energi! Elektriska värmare är lätta att bygga in, men när man även

installerar överhettningsskydd, samt en luftflödesövervakare, är de inte billiga att skaffa. Elektricitet är den dyraste energikällan och många värmare har inexact kontroll, vilket kan leda till för varm luft. Detta igen ökar naturligtvis på energispillet. Detta system kan inte kyla på sommaren. Att förvärma via vattenberedaren är mycket arbetsamt, dessa system är också ganska svåra att få under kontroll, så den inkommande luften är ofta för varm. Detta system kan inte heller kyla luften sommartid. (Brine based ground heat exchanger u.å.)

7 Värmeåtervinningssystem baserat på passiv vindkåpa

Systemet med värmeåtervinning baserat på passiv vindkåpa(Wind cowl passive heat recovery ventilation system) levererar luft och suger ut luft från ett hus. Passiv ventilation bygger på fläktar i fönster som skall hämta in luft. Utsuget baserar sig på luftmassor som sugs ut i vertikala skorstenar som har mynningen ovan taket, dessa baserar sig på temperaturskillnader. Mynningarna kan vara planerade så att luftströmmarna utomhus kan hjälpa till att suga ut luft ännu bättre. Aktiva ventilationssystem är ofta uppbyggda att fungera med hjälp av en elektrisk motor för att suga in och blåsa ut luften i byggnader samtidigt som den har en värmeväxlare som tar energi till vara, men eftersom den dras av ström så utjämnas den energi som sparas. Detta system med vindkåpa fungerar i princip som ett vanligt ftx-system, men istället för att fungera med ström, skall det fungera med vinden för att bilda positivt tryck i inkommande kanaler och negativt tryck i utsugande kanaler. Detta för att säkra genomströmning av luft utan att använda ström. Om det blåser väldigt lite så skall det fortsätta med rimlig ventilation genom att fungera med hjälp av temperaturskillnad. Systemet kan ta varm luft till vara med 70% effektivitet. Bild 16 visar en vindkåpa, denna skall alltså installeras ovan vattentaket så att den är utsatt för vädret. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)



Bild 16. En vindkåpa. (Bild av en vindkåpa u.å.)

7.1 Värmeåtervinning och koldioxidutsläpp

Passivhus kopplas i dagens diskussioner ofta till frågor kring global uppvärmning. Med passivhus vill man minska på energiförbrukningen och på det sättet spara på energi. För att ytterligare kunna spara på miljön kan man även använda sig av system med vindkåpa för att undvika koldioxid utsläpp. Systemet har värmeåtervinning och redan det sparar på uppvärmningsbehovet och minskar på det sättet koldioxidutsläppen betydligt effektivare än ett elektriskt drivet liknande system. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

Här ges ett exempel på ett hus i England. Huset är 360 m³ med en ventilationshastighet på 60 l/s (ungefär hälften byts ut per timme). Detta är vad vindkåpan presterar. Om vi räknar med att det är nio månader som man värmer huset och utomhustemperaturen är ungefär 10°C och innetemperaturen är 20°C, så krävs det 780W i detta exempel. Med en värmepump med verkningsgraden 70 % sparar man 546W. Detta leder till en besparing på 3600kWh av uppvärmningsenergi på en tid av nio månader. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

Om man skulle använda sig av ett icke passivt ventilationssystem så skulle man bli tvungen att använda elektriska fläktar för att röra på luften och detta skulle leda till mera energiförbrukning. Om vi räknar med att det behövs två fläktar med en effekt av 50W för att suga in och blåsa ut luft i hastigheten 60 l/s för de samma nio månaderna, så kräver det 657kWh elenergi. Dessa tal är räknade utgående från förhållandena i England, så hur

många kg koldioxid som skulle sparas i Finland om systemet användes vet man inte. Om man teoretiskt skulle kunna ventilera ett hus utan ström skulle det i varje fall passa bra in på energihus där man vill spara så mycket som möjligt. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

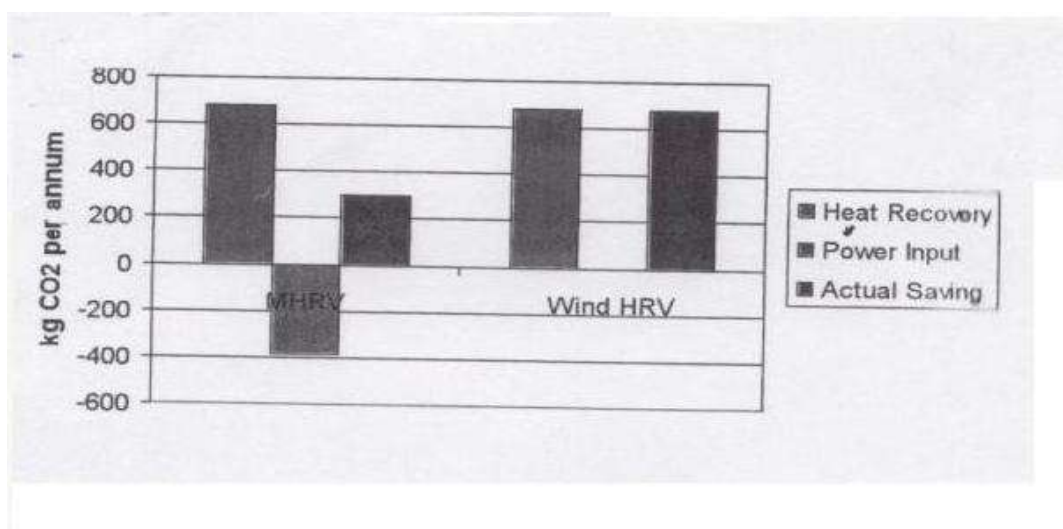


Bild 16. De tre staplarna till vänster presenterar maskinell ventilation som förbrukar el, vilket försämrar inbesparingen på koldioxid. De två staplarna till höger drar inte el och koldioxid besparingen går inte på minussidan. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.2 Prestanda på ett vindkåpesystem

Prestandan på ett vindkåpesystem beror på flera olika faktorer. Det beror på prestandan på vindkåpan som man tar reda på genom vindtunneltestning. Man tar reda på motståndet i luftkanalerna genom beräkningar eller testresultat, om det har gjorts tester på kanalerna. Man kontrollerar tryckförändringar i systemet baserade på höjd av systemet. Väderleken skall kontrolleras, liksom vindhastighet samt temperatur. Själva huset skall trycktestas för att man skall veta hur mycket som tränger in genom konstruktionerna. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

I stort sett är systemet självreglerande så att goda ventilationsvärden nästan alltid är uppfyllda. När vindhastigheten är liten, så är det samlingsseffekten som skall upprätthålla en basventilation tills vinden tilltar. Om det igen blåser för hårt är luftflödet kontrollerat genom en shuntventil i kåpans öppning, samt genom det ökade motståndet i kanalsystemet. Alla dessa faktorer skall tas i beaktande när man räknar hela husets ventilation. Om man vill vara 100% säker på att systemet fungerar perfekt alla tider på året skulle man kunna

göra systemet fungerande med fläkt. Fläkten skulle bara stängas av om det t.ex. skulle blåsa tillräckligt. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.3 Kanalernas egenskaper

Kanalerna bör även tas i beaktande när man planerar ventilationen för en byggnad. Det gör man vanligtvis genom att räkna. Man följer standardformler för att räkna ut tryckfallet i kanalerna för ett givet luftflöde. En standardkåpa kan ha upp till åtta kanaler som hämtar in luft och åtta kanaler som för ut luft. Om man utför kalkyleringar kommer man fram till att resistansen i kanalerna är mindre om man har flera kanaler än om man har bara en. Detta gäller både kanaler som hämtar in luft samt de som för ut luft. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

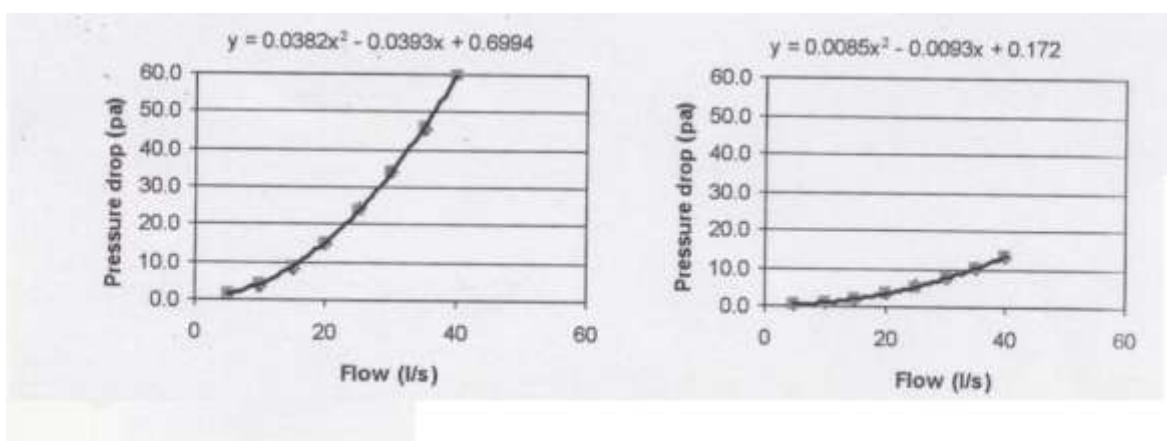


Bild 18. Här ser vi motståndet i kanalsystemen. Till vänster ett system med en kanal. Till höger ett system med åtta kanaler som hämtar luft och åtta som för ut luft. Man ser att motståndet är mycket lägre om man använder sig av flera kanaler. Mindre motstånd leder till att det kommer mera luft in till huset. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.4 Samlingseffekt

Höjdskillnaden mellan kanalmyningen och kåpan samt temperaturskillnaden på luften inne och ute är det som gör den passiva ventilationen möjlig. Detta är extremt viktigt när det inte finns någon vind. Samlingseffekten bedöms genom att räkna tryckskillnader som beror på temperaturen och höjdskillnaden, och sedan sätter man detta som en motvikt till kanalernas motståndstryck. På bilden kan vi se det grå området som indikerar när kåpan kan fungera med samlingseffekt. Eftersom det är kallare på vintern och på sommarnätter är

det då större temperaturskillnad och då fungerar det som bäst. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

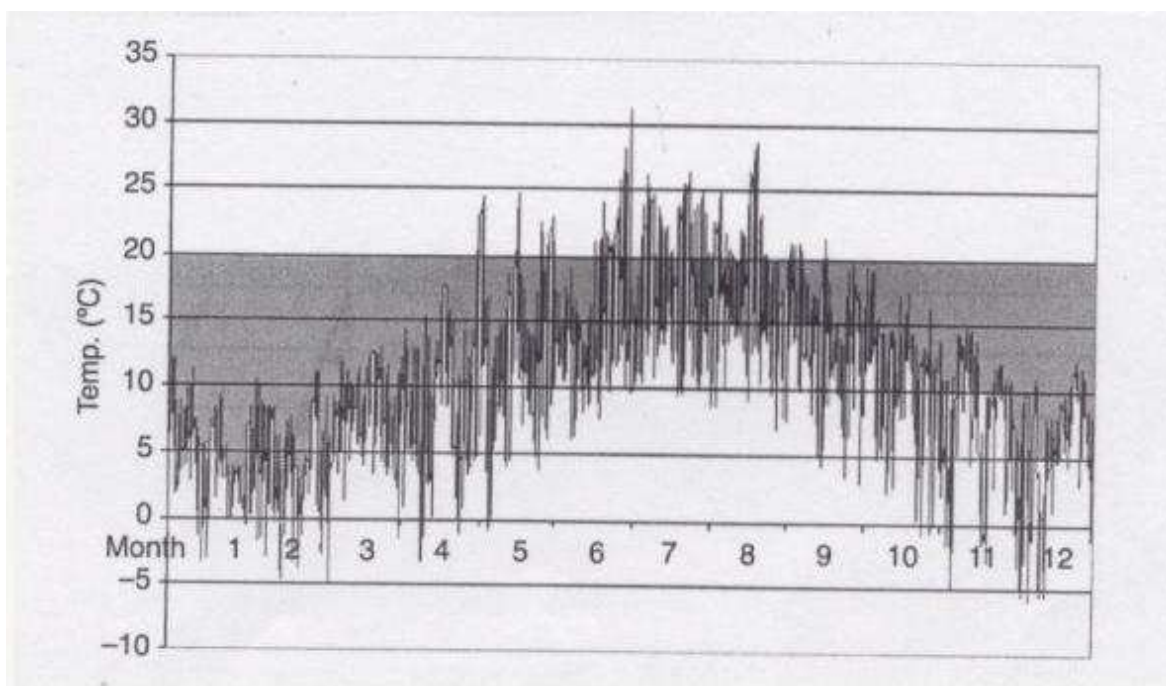


Bild 19. Här ser vi hur utemperaturen varierar under ett år och det grå området skall visa var det finns potential att utnyttja samlingseffekten. Man kan säga att på vintern fungerar samlingseffekten bäst när temperaturskillnaden är störst. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.5 Inträngande luft

Luft tränger även in i huset genom själva konstruktionerna. Man kan uppskatta denna inträngning genom att göra ett trycktest på byggnadens konstruktioner upp till 50Pa. Man kan även frigöra en gas i byggnaden som man sedan kan spåra för att se hur den sprider sig i byggnaden med tiden. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.6 Huset totala ventilationsegenskaper

För att få ut ventilationen för en viss byggnad måste alla dessa ovannämnda saker räknas ut skilt för sig för varje byggnad. Kåpan kommer att försöka upprätthålla ett visst luftflöde för ett visst kanaltryck, dock kommer trycket att variera beroende på luftflödet genom kanalen. Balanseringsprocessen bildar en naturlig kontrollmekanism för systemet för att hög vind ökar på luftflödet, samtidigt ökar trycket i kanalen och det kontrollerar luftflödet. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

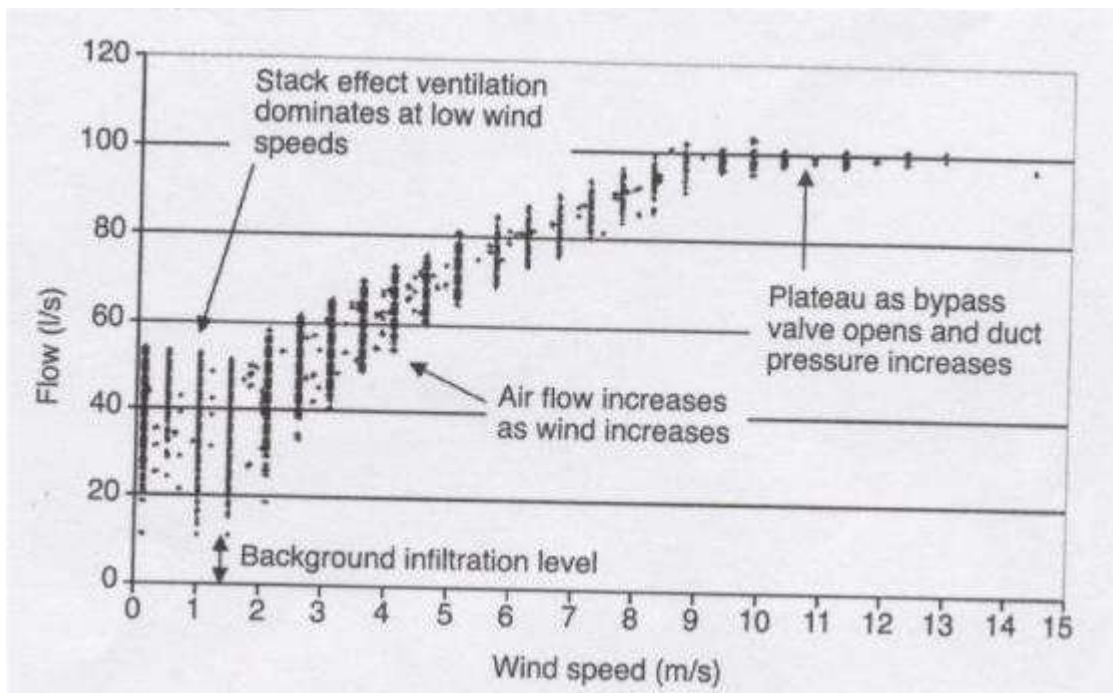


Bild 21. Bilden visar luftflödesprestanda på ett hus i södra England. Vid låga vindhastigheter är det temperaturskillnaden samt inträngande luft som sköter om ventilationen. När lufthastigheten ökar så styr effekten av vinden ventilationen. Ökningen börjar avta när trycket i kanalerna ökar. Så småningom planar egenskapen ut när en shuntventil öppnas i kåpan. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.7 Fallstudie, känslighetsanalys av vindkåpan i olika väderförhållanden

Man använde sig av hela husets ventilationsegenskaper för att kolla upp hur systemet fungerar i olika väderförhållanden och olika klimat. Följande visar en bedömning av ventilationen på ett trevåningshus genom åtta kanaler, två kanaler i högsta våningen, tre i mellersta, samt två i nedersta våningen. Bedömningen gjordes på två platser i London, den ena med en mindre medelvindhastighet på 3,2 m/s och den andra med en högre medelvindhastighet på 4,4 m/s. Det genomfördes också genom att använda väderleksdata från Beijing i Kina för att se hur det skulle klara av mycket höga temperaturer på sommaren samtidigt som det inte fanns någon vind. Dock är Beijingexemplet bara teoretiskt uträknat m.h.a. ett program, samt vindtunneltester, så man kan inte lita helt på de resultaten. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.7.1 Gatwick

Medelvindhastigheten i Gatwick är 3,2 m/s. Bild 22 visar fördelningen av luftväxlingsgrad på ett helt år. Största delen av tiden är ventilationsgraden mellan 0,5 -1,0 ac/h (air change/hour). Grafen på bild 23 visar att värdena faller under denna grad på sommaren, när det kan vara försämrad temperaturskillnad samtidigt som det inte finns någon vind. Det går att åtgärda när kylan på natten ser till att huset får ren luft genom öppna fönster nattetid. Bild 24 visar från vilket väderstreck det blåser och med hurudan kraft, men detta är inte viktigt för kåpan roterar och möter vinden. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

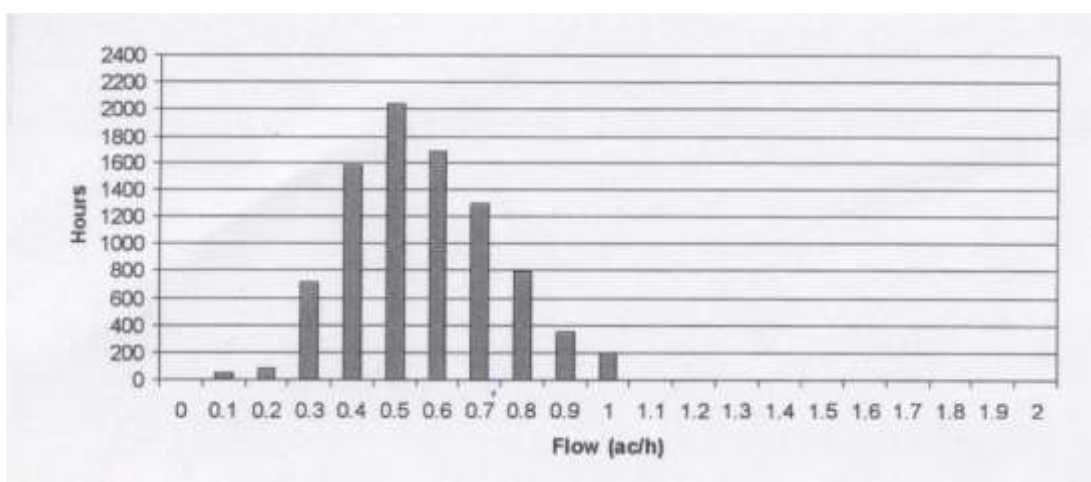


Bild 22. Här ser vi ventilationsgraden från Gatwick för ett år av lägre genomsnittlig vind. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

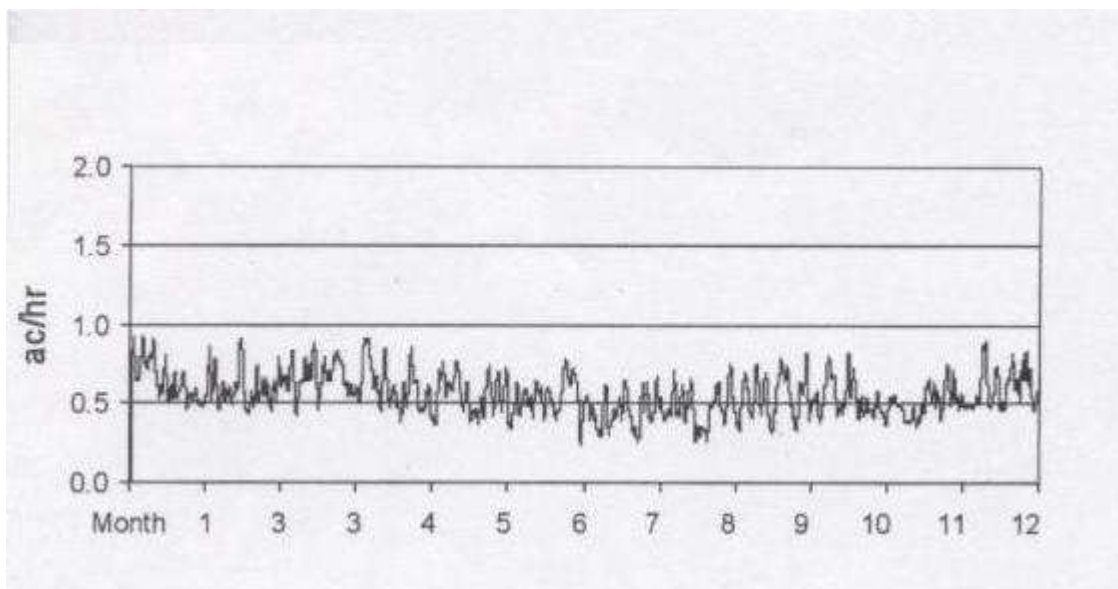


Bild 23 Här ser vi resultat från Gatwick för ett år av lägre genomsnittlig vind. Dålig ventilationsgrad på sommarmånaderna. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

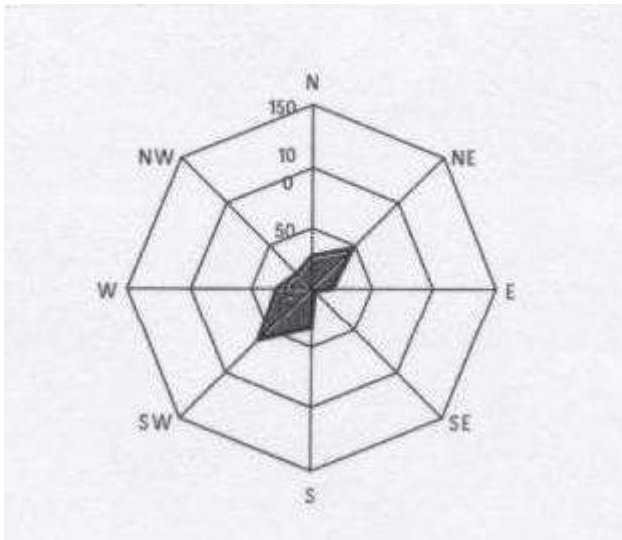


Bild 24 Här ser vi vindens riktning i Gatwick för ett år. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

7.7.2 Heathrow

Medelvindhastigheten i Heathrow är 4,4 m/s. Vi kan se att ventilationsgraden även här är mellan 0,5 -1,0 ac/h (Se bild 25) och att det är färre tider på sommaren som det går under detta. Den maximala effekten är fortfarande den samma som den förra som hade mindre vind. Detta visar att shuntventilen i kåpan samt motstånden i kanalerna bra stabiliserar ventilationen (se bild 25). Bild 26 visar att det är en bättre ventilationsgrad på sommaren, mycket färre tider under 0,5 ac/h. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

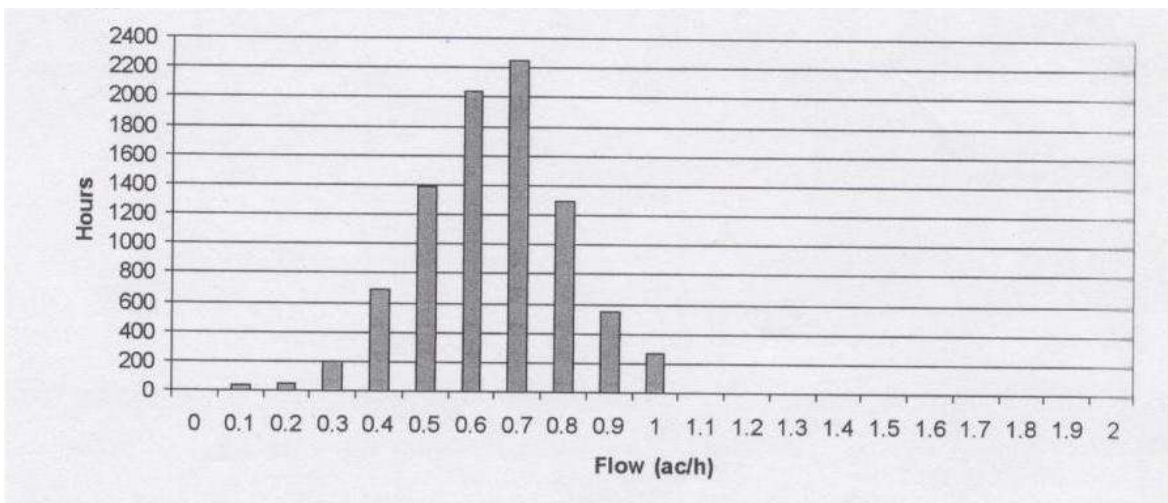


Bild 25. Heathrow- exemplet har högre medelvindhastighet och är mera typiskt för London. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

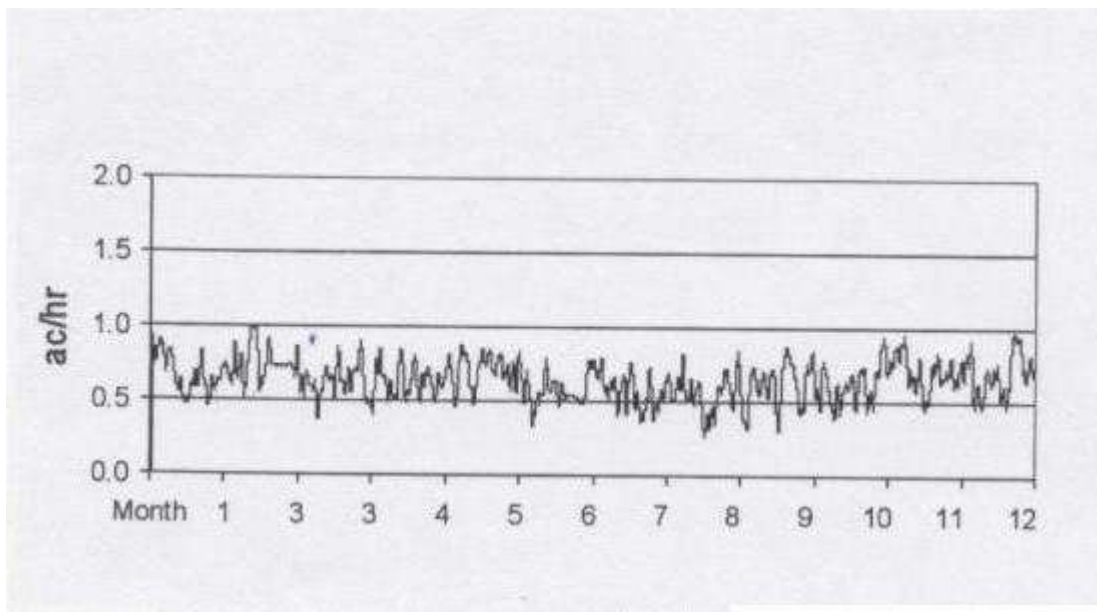


Bild 26 Heathrow- exemplet är färre tider på året under 0,5 ac/h.

7.7.3 Beijing

Medelvindhastigheten i Beijing är 2,5 m/s. I Beijing är vindhastigheten mycket låg på sommaren samtidigt som det är mycket varmt och det syns tydligt på ventilationsvärdena under denna period (Se bild 27 samt 28). I ett varmt klimat som detta med liten vindhastighet måste man använda sig av extra fläktkraft. I mycket varma och fuktiga klimat är kylning samt avfuktning mycket viktigt och bör installeras tillika med en fläkt. Detta system fungerar alltså i detta klimat genom temperaturskillnad på vintern och på sommaren dras det av en fläkt som får stöd av vindkåpan. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

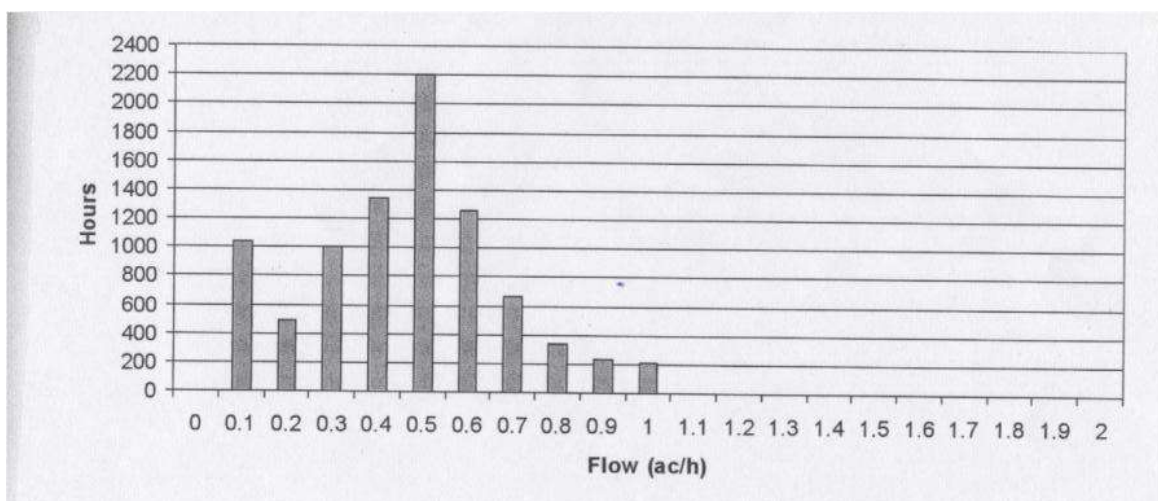


Bild 27. Beijing har lite vind samtidigt som det är varmt. (Dunster, Gilbert, Simmons 1995)

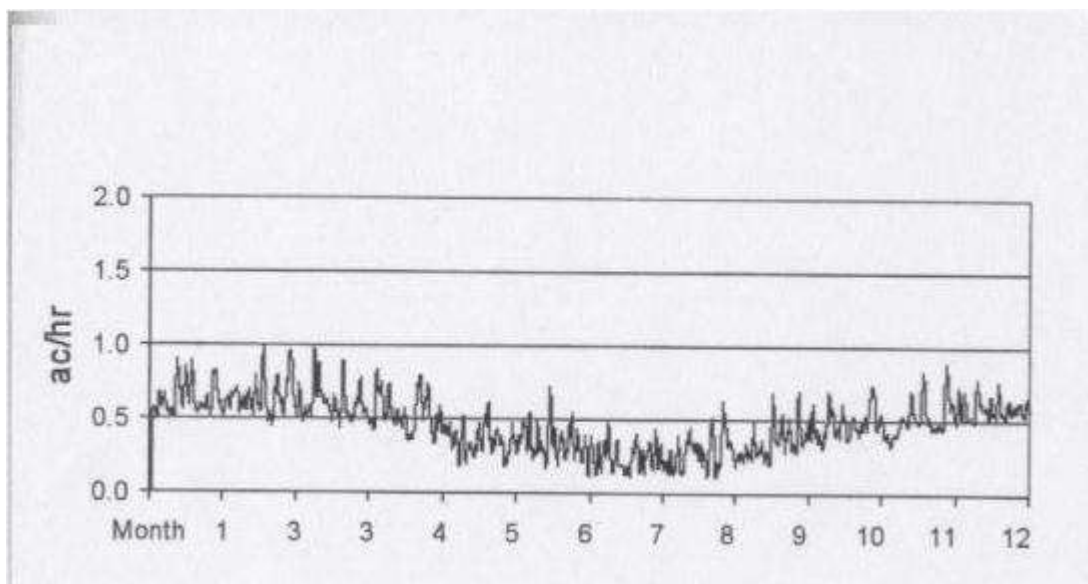


Bild 28. Beijing har mycket dålig ventilationsgrad på sommaren.

7.7.4 Finlands klimat

När man ser på vindkåpanns funktion i olika klimat kan man se att den fungerar bäst i klimat med mera vind. I klimat som Beijing fungerar vindkåpan med en fläkt ifall vindhastigheten inte räcker till. Detta system kan alltså användas i alla klimat, men i för vindkåpan sämre klimat är energibesparingen mycket mindre. Man kan säga att i sådant klimat fungerar den med fläkt, men får stöd av kåpan för att spara ström när det är möjligt.

Om vi då ser på medeltemperaturen för Finland, som är 5,5°C (Klimat info, u.å.), och jämför detta med t.ex. Englands medeltemperatur som är 10°C, så kan man säga att, ventilationen borde fungera bra på basen av temperaturen. Ju större temperaturskillnaden är, desto bättre fungerar den sidan av kåpan tack vare samlingseffekten. Om man ser på medelvindhastigheten som i Finland är 3-4 m/s i inlandet och i kusten 5-7 m/s (Klimat info, u.å.) och jämför med England som har medelvindhastighet på 4,4 m/s (Dunster, Gilbert, Simmons. 1995, s 172-175) så borde inte heller den sidan av kåpan ha några problem att klara av tillräcklig ventilation. Om man sedan vill vara säker på att kåpan fungerar i alla väder kan man göra som de har gjort i Beijing och installera en fläkt som tar över ventilationen om varken temperaturskillnaden eller vinden räcker till. Detta är bara teorier, man måste prova systemet på ett hus och mäta resultaten innan man kan vara säker på att det fungerar som det skall.

8 Energieffektivt boende i Finland – Case Skaftkärr bostadsområde i Borgå

Finland har rätt lite erfarenhet av att bygga energisnålt. I synnerhet länder som Tyskland, Danmark, Sverige och England har en längre tid byggt energisnålt. Mycket material om t.ex. passivhus finns skrivna på tyska, medan det på finska inte finns nära på lika mycket, men där kan vi snabbt haka på och lära oss. Vi har i Finland forskat i energisnålt byggandet så kunskapen finns att utnyttja. Det har varit lågt energipriset slappa byggbestämmelser samt marknaden som har gjort att energisnålt byggande först nu börjat bli allt aktuellt. Det finns redan passivhus samt nollenergihus i Finland. Dessa hus och energieffektivitet får även i framtiden allt mera uppmärksamhet på byggmässor och Bostadsmässor.

Skaftkärr är ett projekt som har påbörjats i Borgå. Det är fråga om ett bostadsområde på 400 ha för minst 6000 invånare. Meningen är att planera ett område som skall vara energieffektivt på alla sätt. Själva bostäderna och också planläggningen skall vara smart planerad med tanke på energi. Planeringen görs i tätt samarbete mellan myndigheter, energiproducenter, byggare samt de som skall bo där. En ny sak som skall utvecklas tillika med detta område är Living Lab styrsystem som skall minska på elkonsumention på området. Byggstarten 2011-2012 Inblandade parter i projektet är Jubileumsfonden för Finlands självständighet Sitra, Borgå stad, Posintra Oy samt Porvoon Energia Oy Borgå Energi Ab samt miljöministeriet. Som koordinator fungerar Posintra Oy. (Skaftkärr info u.å.)

Till just detta område utvecklas ett energi Living Lab som är avsett att i framtiden ytterligare förbättra energieffektiviteten. Skaftkärr skall fungera som en plattform för utvecklingen av installationstekniska produkter, där även slutanvändaren tas i beaktande. Med detta system skulle energiavmätningen ske i realtid så det skulle vara möjligt att ge bättre rådgivning samt i samarbete med invånaren utveckla energianvändningen i boendet. Living lab databasen skall utvecklas och alla hus skall sammankopplas för att kunna se förbrukningar i olika hus. Det är bra med en databas som tar hänsyn till slutanvändaren för slutanvändaren kan inverka mycket på primärenergiförbrukningen. Primärenergiförbrukningen var ett av kraven på t.ex. passivhus. Skulle det ställas krav på tillåten förbrukning av primärenergi på byggnader skulle det styra beteendet i husen. Living lab- systemet mäter i realtid förbrukningen så det går lätt att ge råd åt användarna om hur de kan utveckla sin egen förbrukning. Det är kanske bara fråga om vem som skall kontrollera den saken. (Skaftkärr info u.å.)

9 Inveons projekt ”Energihus” – ett passivhus i Borgå

För att ännu lyfta fram ett speciellt hus som byggs kan man nämna det passivhuset som Inveon bygger i Haiko. Det är fråga om ett hus som Östra Nylands yrkesinstitut Inveon uppför med hjälp av sina studerande. Tanken är att ny arbetskraft skall få grunder i energieffektivt byggande. Ser vi på alla våningars bottenplan kan vi se att det är frågan om ett ganska kvadratisk format hus (se bilagorna 3-5). Formen är bra med tanke på energiförbrukningen. Ser man på fasaderna kan man konstatera att mot norr är det mindre fönsteryta (bilaga 6), medan det mot söder är mera (bilaga 7), även detta klokt med tanke på energifrågor. Man kan även konstatera att fast det är ett hus med enkel form, så som det önskas i passivhus, så ser det inte trist ut. Huset har ett burspråk samt terrasstak (se bilagorna 6-9). Kort sagt utnyttjas saker som nämns i kapitel tre.

Detta hus är beräknat att förbruka 20 kWh/m². Hur skall man kunna åstadkomma detta? Huset kopplas till elnätet, men under gynnsamma förhållanden producerar huset mycket mera än det konsumerar. Elektriciteten produceras genom solpaneler (bilaga 7), samt genom en vindturbin (bilaga 9). Varmvatten skall under största delen av året även uppvärmas genom solfångartekniken (se bilaga 7). Då det är som kallast skall man kunna elda i kakelugnar. Kakelugnarna finns en på varje våning och i källaren är den utrustad med värmepump för att värma bruksvatten. All apparatur som installeras är av energiklass A. (Isaksson, N. 2010)

För att sedan kunna hålla all värme inne i huset skall det naturligtvis ha bra isolering i väggarna, samt goda dörrar och fönster (se bilaga). Viktigt är även lufttäteten som skall vara minst $n_{50} = 0,6$ l/h. För att uppnå detta tätas ångspärren på insidan noggrant. Man har en skild skålning för eldragningar för att inte ha genomföringar i ångspärren i onödan (se bilaga 15). På utsidan tätas huset med en tyvekduk, som är en gore-tex baserad duk (se bilaga 15). Tyvek används mycket i Sverige, men är ganska okänt i Finland. Ventilationen har en värmeåtervinnare på minst 75 %. Ventilationen har tilläggsvärme som vid behov värmer upp huset. Luften som tas in förvärms även via marken. (Isaksson, N. 2010)

Själva huset är planerat och ritat av Niclas Isaksson, som även fungerar som lärare på Inveon. Själva tomten befinner sig i Haikko, huset har rågranne endast norrut, österut finns gårdsanslutningen och västerut ett större oplanerat skogsområde som har beaktats i planeringen (se bilaga 1). Eftersom tomten sluttar så blir det självklart källare i huset, därpå kommer en och två tredjedels våning (se bilaga 2). Huset är format kubiskt och dimensionerat så att man kan bygga det med sågat virke. Att bygga av långt virke anses

vara kvalitativt bättre än av element. Taket är falsad plåt med filttak under (se bilaga 10). (Isaksson, N. 2010)

Speciellt med konstruktionerna i huset är A-takstolarna som gör det möjligt att bygga utan att bjälkar går genom ångspärren, samtidigt som man får ut total golvyta i vindsvåningen (se bilagorna 2 och 10). Själva väggkonstruktionen är en dubbel stomme, där den inre stommen bär huset och den yttre håller fasadmaterialen på plats (se bilaga 11). Ångspärren är plast som har en träfiberskiva direkt på sig. Detta för att skydda ångspärren i byggnadsskedet (se bilaga 15). Innerom träfiberskivan skålas 50mm för dragning av alla elinstallationer (se bilaga 15). Källaren är murad av lättgrusblock samt isolerad ovan marknivå med polyuretanskivor och under marknivå med värmeisolerande dräneringsskivor av polystyren (se bilaga 13 och 14). (Isaksson, N. 2010)

I projektet finns flere saker man kan säga har planerats p.g.a. krav och råd som gäller passivhus. Bjälklagen är inte dragna in i väggkonstruktionen, utan de stannar invid (se bilaga 11 och 12). På så sätt får vi en lika tjock isolering i hela väggen. Bilaga 15 visar hur ångspärren skyddas med skiva så att man kan garantera en ångspärr som är hel. Taket är mycket unikt, man lägger inte i detta land plåt rakt på takfilten. Inte har man tidigare använt tyvekduk på utsidan för att få lufttäteten till önskad nivå. Man undrar bara varför man inte kan använda dylika konstruktioner i vanliga hus om de är så mycket bättre. I fråga om detta hus är arbetets övervakning eventuellt en kritisk sak. En grupp studerande på tre olika våningar med några övervakare är kanske inte den bästa garantin för ett gott slutresultat. Studerande får i alla fall utbildning samt arbetserfarenhet inom energisnålt byggande. Det är viktigt att lära ut grunder för att undvika onödiga fel i byggskedet. Att utveckla och utöka kunnandet ökar även snabbt med tiden när erfarenheterna ökar.

10 Slutsatser

Energieffektivt byggandet är något som nu har nått också Finland och trenden är här för att stanna. Energifrågor samt kostnader är något man hör allt mera om. Eftersom Finlands byggnader förbrukar 40% av all energianvändning i landet är det även här ett bra ställe man kan göra stora inbesparingar på. Med en liten kraftansträngning kan vi snabbt göra stora framsteg, något förhoppningsvis Skaftkärrprojektet är en föregångare för. Redan nu är det unga byggare, elektriker samt vvs- installatörer som får utbildning inom energieffektivt byggande p.g.a. passivhusprojektet som Inveon driver i haiko.

Energisnåla hus har mera isolering och är tätare än ”vanliga” hus, så de skall förbruka mindre energi. Skall vi då bara göra så som de gör annanstans, utan att själva forska inom området först? Kan vi inte bygga ”vanliga” hus med samma goda bondförnuft som vi använder när vi bygger passivhus? D.v.s. fundera på hur vi vänder på huset, var vi har fönstren samt att vi håller det ganska enkelt och väljer enkla konstruktioner. Skall vi bara bygga tjocka väggar eller skall vi fundera mera på hur vi använder huset och hur vi där kan spara? Våra attityder till energibesparing borde kanske ändra i samma grad som husen. Det verkar gå för snabbt när bestämmelserna ändras med några års mellanrum.

Ser man på de olika definitionerna kan man konstatera att man i Europa har kommit fram till att det skall göras en norm som skall gälla hela Europa. Men ändå håller den inte för hela Europa på grund av stora klimatskillnader. Varför då göra någon slags norm? Om vi skall spara energi så gör vi en norm som håller, kommer man inte upp till normen i gällande klimat så kommer man inte och så byggs inga passivhus. Alla vet att det i kallt klimat är svårt att komma till lika låg förbrukning av energi som i varmt klimat. All teknik som skall garantera lika liten förbrukning skall tillverkas någonstans ändå. Om alla hus i framtiden skall ha denna teknik skall vi producera ”så mycket mer” för att komma fram till någon besparing. Så är det lönsamt att satsa på alla manicker? Kommer Skaftkärr att bli ett energisnålt bostadsområde? Skulle inte alla bostadsområden kunna byggas på samma vis som Skaftkärr?

När energisnåla hus blir mera allmänna kommer även all apparatur som krävs till husen att bli allmännare, en sak som även bör satsas på om vi skall kunna behärska våra hus i framtiden. Härefter är det maskinell ventilation som är det enda alternativet när man talar om ventilation. För att utveckla dessa system till så energisnåla som möjligt, skall alla sätt att förvärma luften kunna utvecklas. Att förvärma luften via marken är ett tryggt och behagligt alternativ som säkert blir allt mera populärt. Men att värma genom att själva luften går genom marken låter ganska riskabelt på många sätt. Håller rören i marken och kan man lova att det inte bildas några mikrober i rören? Vattenburna systemet låter säkrare, trots att det tar mera utrymme för all teknik.

Om vi skall bli ett energisnålt samhälle måste vi även börja tro på och våga satsa på olika slags ventilationssystem, som t.ex. system med passiv vindkåpa. Om vi inte tror på dem och inte vågar prova så kommer de garanterat aldrig att få någon marknad i Finland. Vill vi ha dem här och sänka vår energiförbrukning måste vi våga prova och experimentera för att

få några resultat som gäller för vårt klimat. Eller borde vi göra kraven lindrigare för att kunna möjliggöra användningen av andra ventilationssystem än de maskinella?

Källförteckning

Bengtsson, S. (2010) *Heta "Energihus"*.

http://www.energimagasinet.com/em00/nr1_10/house.asp (hämtat: 24.11.2010).

Brine based ground heat exchanger (u.å.)

<http://www.sole-ewt.de/index-e-html> (hämtat: 3.12.2010).

Dunster Bill, Gilbert Bobby, Simmons Craig. (1995). *The ZED Book*.

Ftx-system info (u.å.)

http://www.fresh.se/sitedirect_function/print.php?id=117174&lang=swe(Hämtat 1.12.2010)

Isaksson, N. (2010). *Framtidens Egnahemshus*.

Kalliomäki, P. (2010). *Energiapaketti 2012 Taustamuistio*.

Klimat info (u.å.)

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Suomi#Ilmasto> (hämtat: 14.01.2011)

Matomaa, T. (2008). *Naturlig ventilation I bostadshus. Har den någon framtid?* Yrkeshögskolan Novia. Examensarbete.

Nollenergihus info (u.å.)

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Nollaenergiatalo> (hämtat: 8.2.2011)

Passivhus info 1 (u.å.)

<http://www.passiivi.info/data.php?sivu=etusivu> (hämtat: 24.11.2010).

Passivhus info 2 (u.å.)

<http://www.passiivi.info/data.php?sivu=maarittely> (hämtat: 24.11.2010)

Passivhus info 3 (u.å.)

<http://www.passiivi.info/data.php?sivu=luonnos> (hämtat: 24.11.2010)

Passivhus info 4 (u.å.)

<http://www.passiivi.info/data.php?sivu=detalji> (hämtat: 24.11.2010)

Plusenergihus info (u.å.)

http://fi.wikipedia.org/wiki/Plusenergiatalo#cite_note-m.C3.A4.C3.A4-0 (hämtat: 8.2.2011)

Rehau info (u.å.)

<http://www.rehau.fi/rakennustekniikka/yhdyskuntatekniikka/maalampo..geotermia/awaduk t..thermo.-.maalammonsiirrin.shtml> (hämtat: 26.1.2011).

RT-kort 56-10591 (Rakennustietosäätiö (RT), 1995

Skaftekärr info (u.å.)

<http://www.skaftekarr.fi> (hämtat: 25.1.2011)

Vind kåp bild (u.å.)

http://www.zedfactory.com/zf_pr_windcowl.htm (hämtat: 8.2.2011)

VVS Föreningen i Finland rf. (2010) *Nya krav på energieffektivitet 2012*

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=366568&lan=fi&clan=fi>

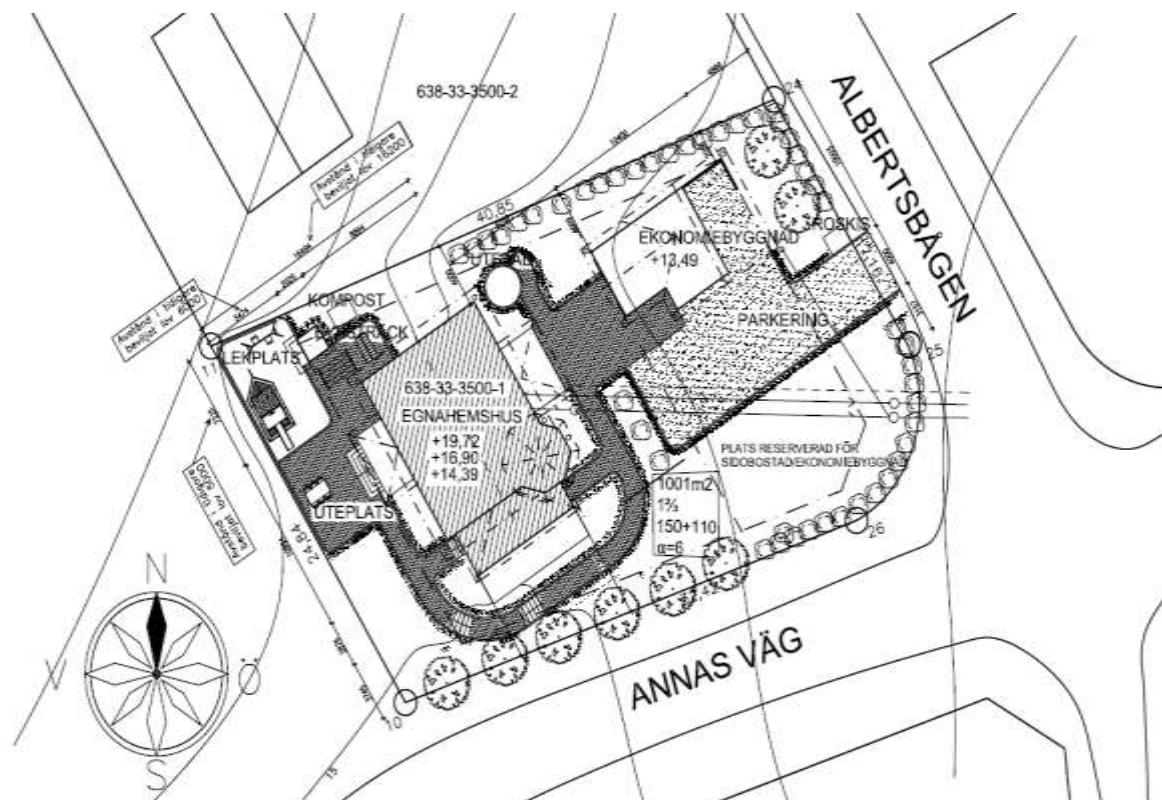
Lågenergihus info (u.å.)

http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/matalaenergiatalo(hämtat:30.3.20

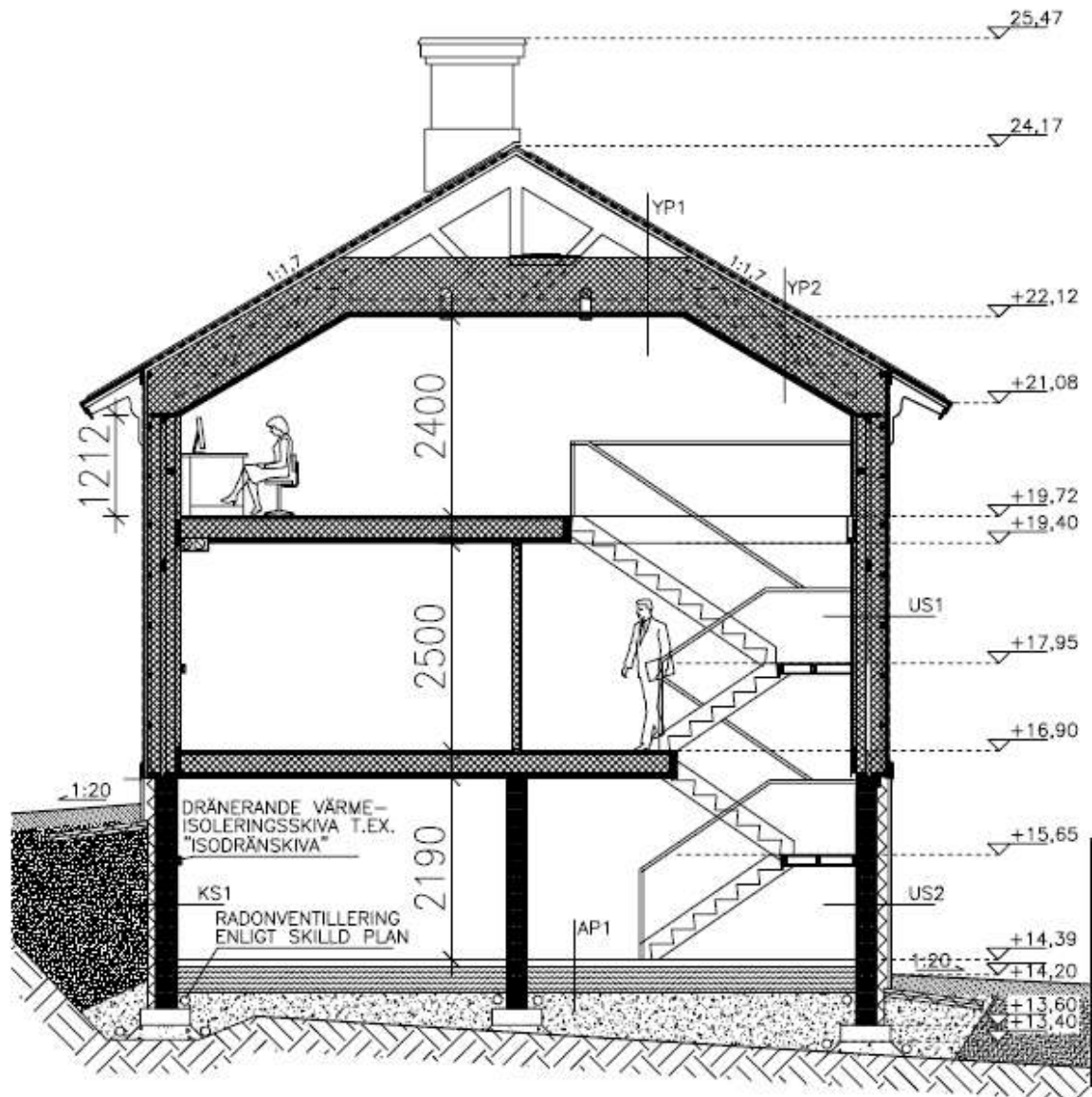
11)

Bilagor

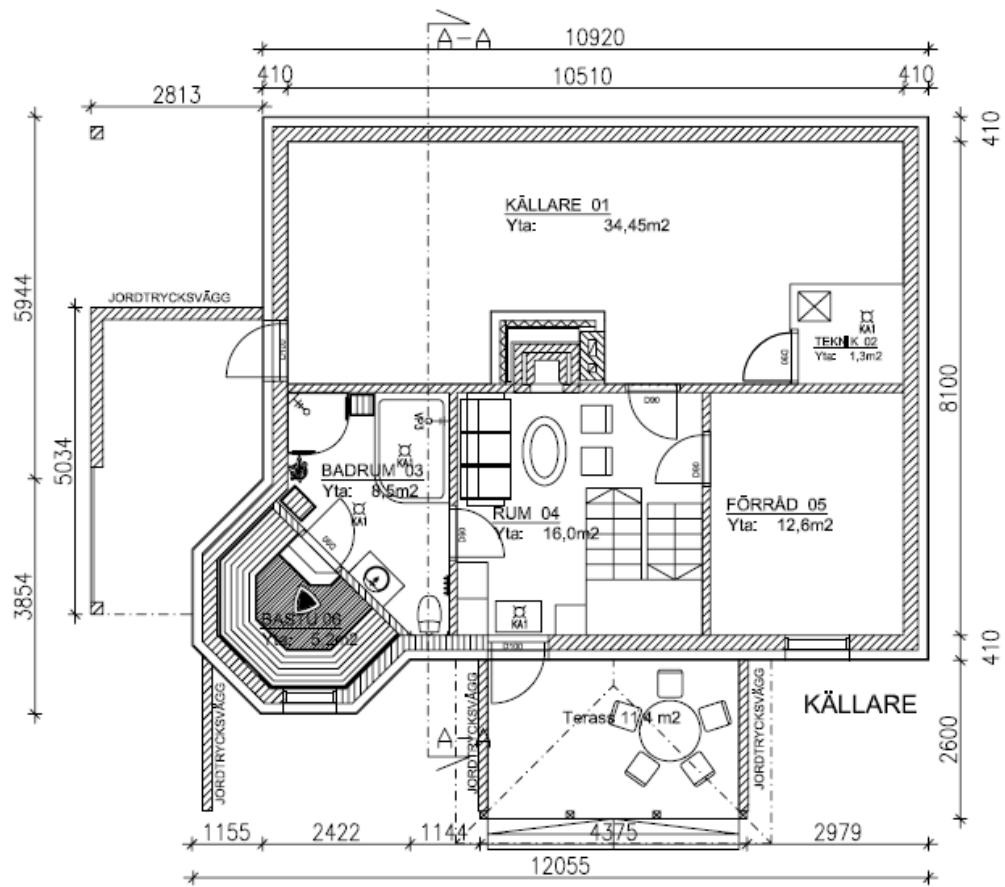
Bilaga 1



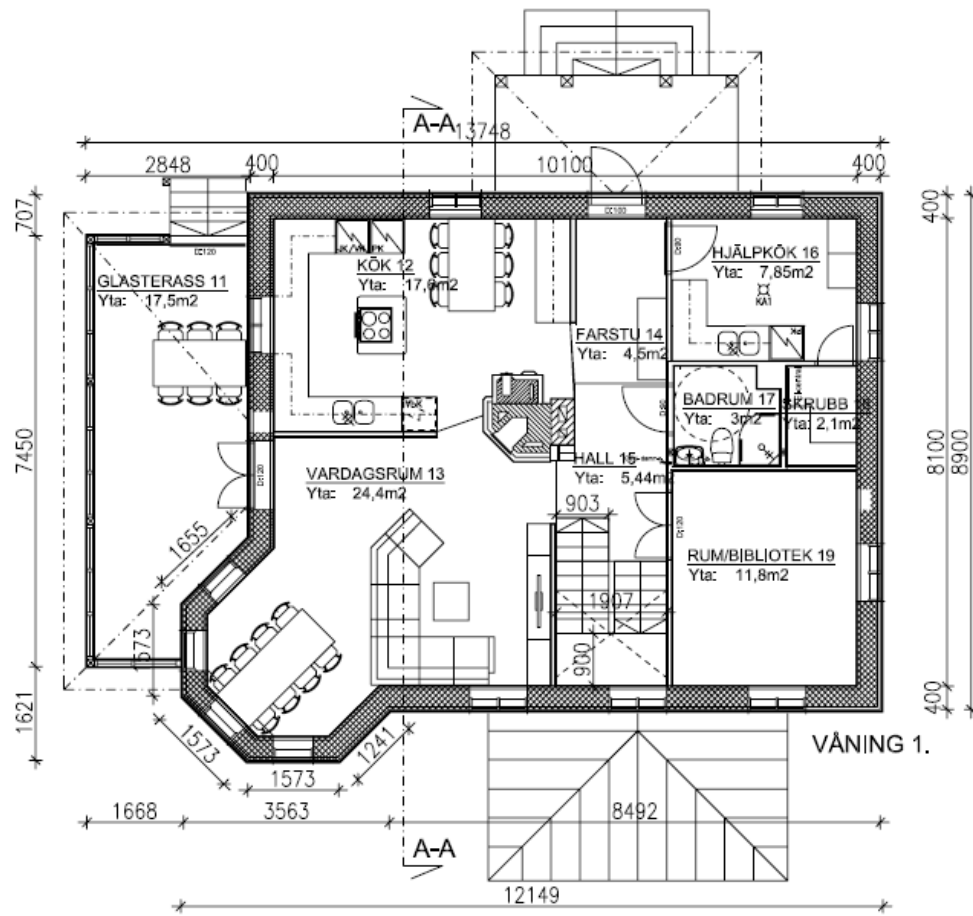
Bilaga2



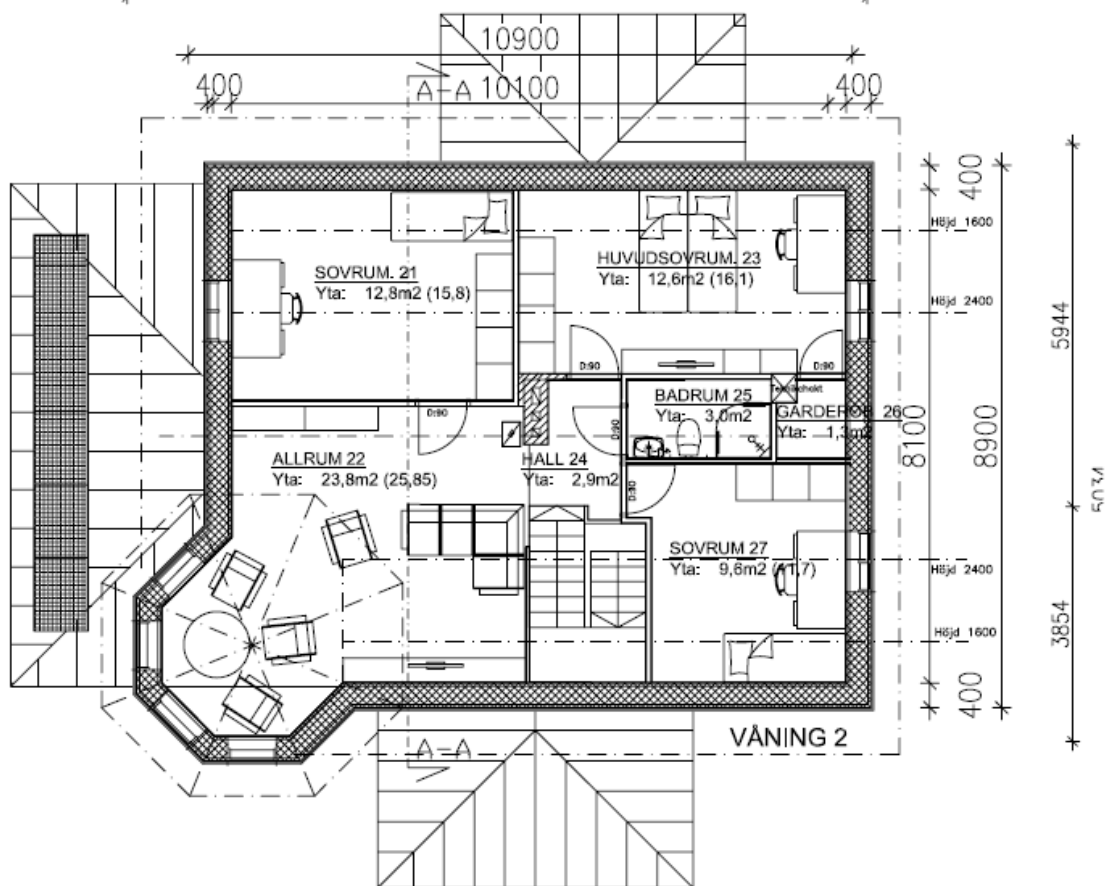
Bilaga 3



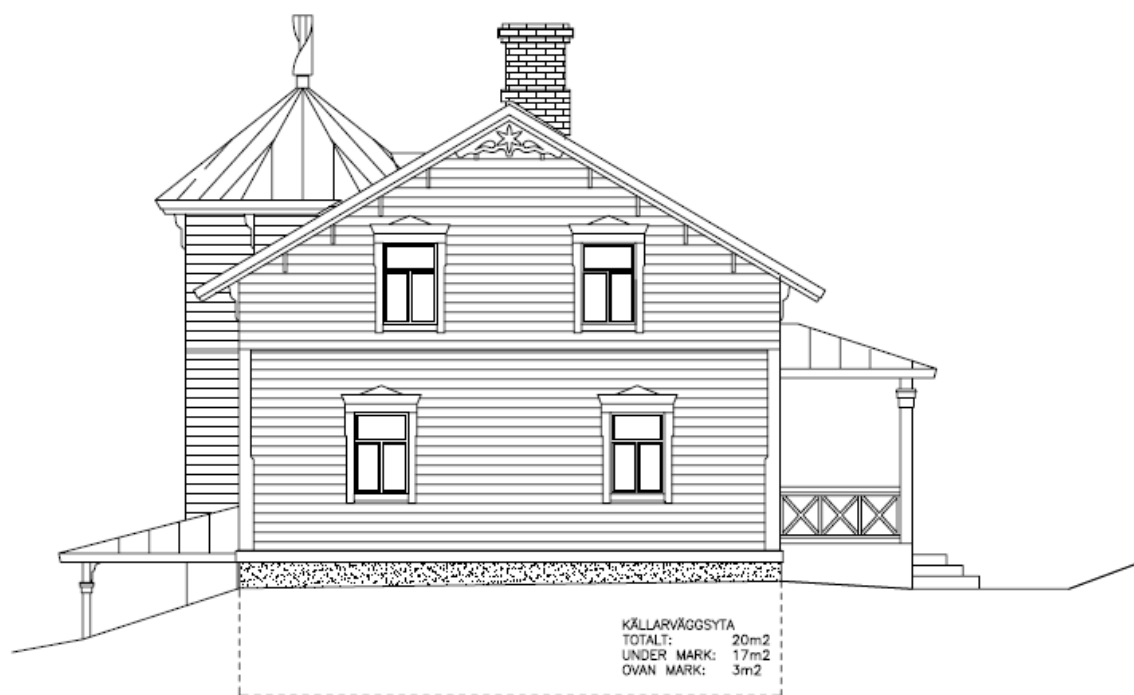
Bilaga 4



Bilaga5

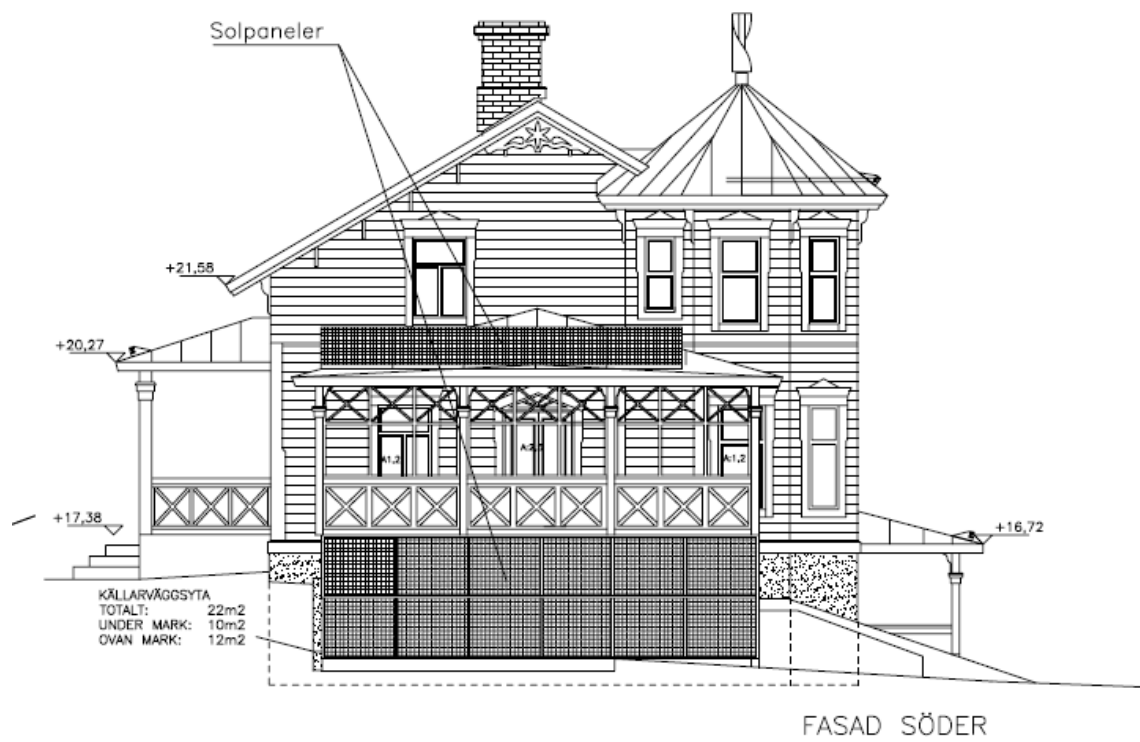


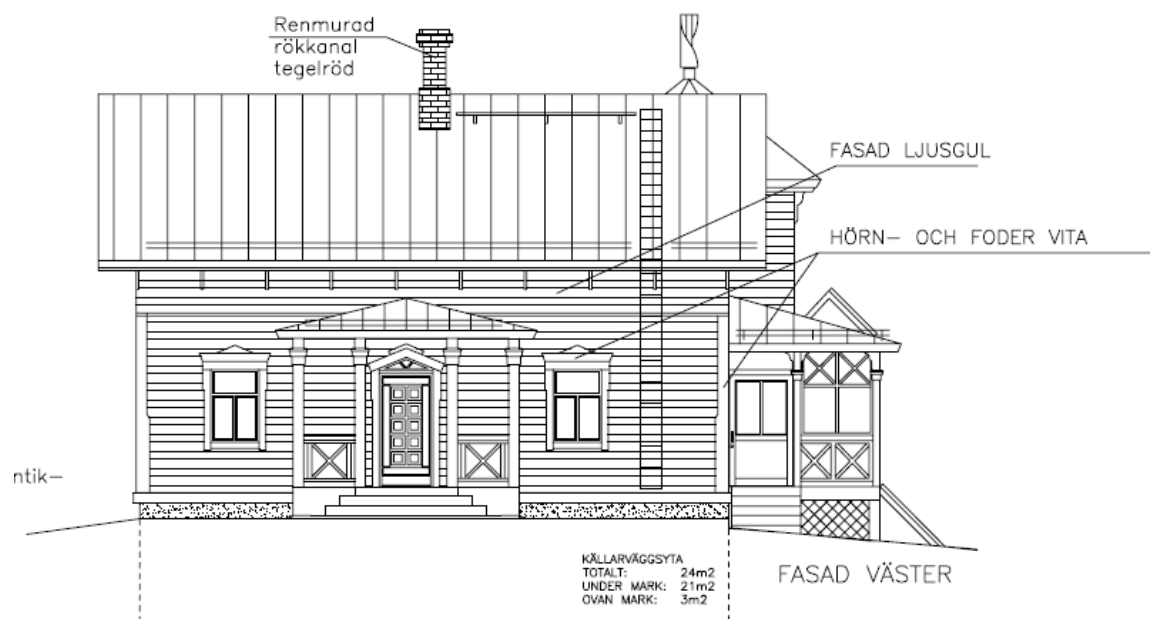
Bilaga6



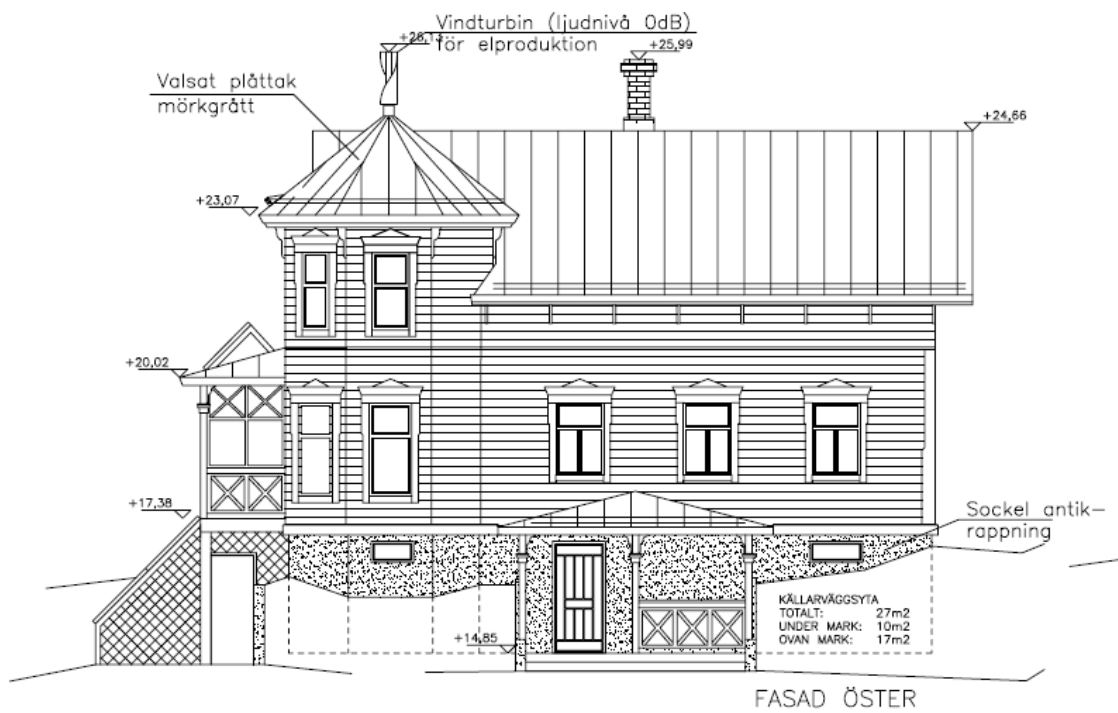
FASAD NORR

Bilaga7

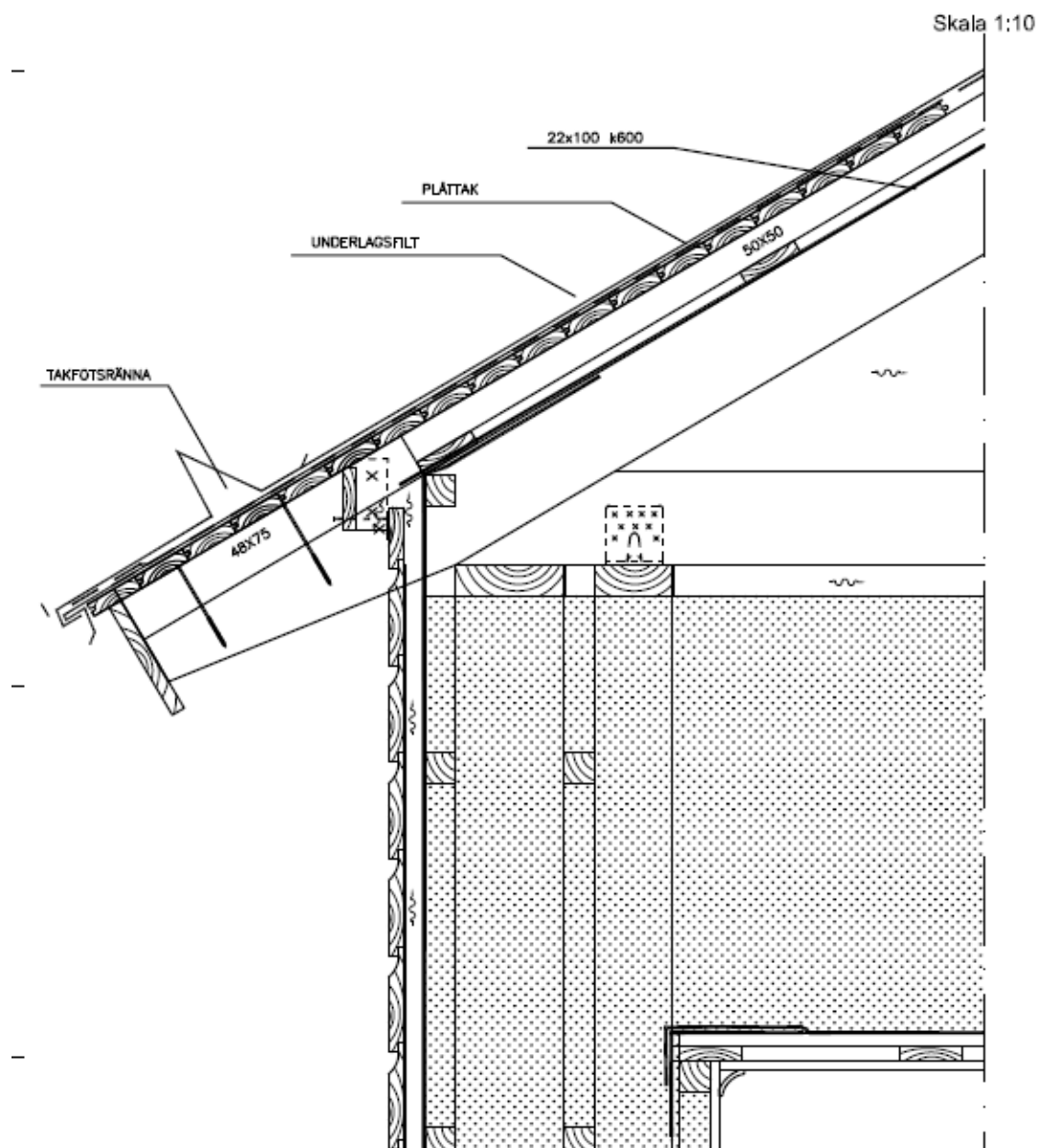


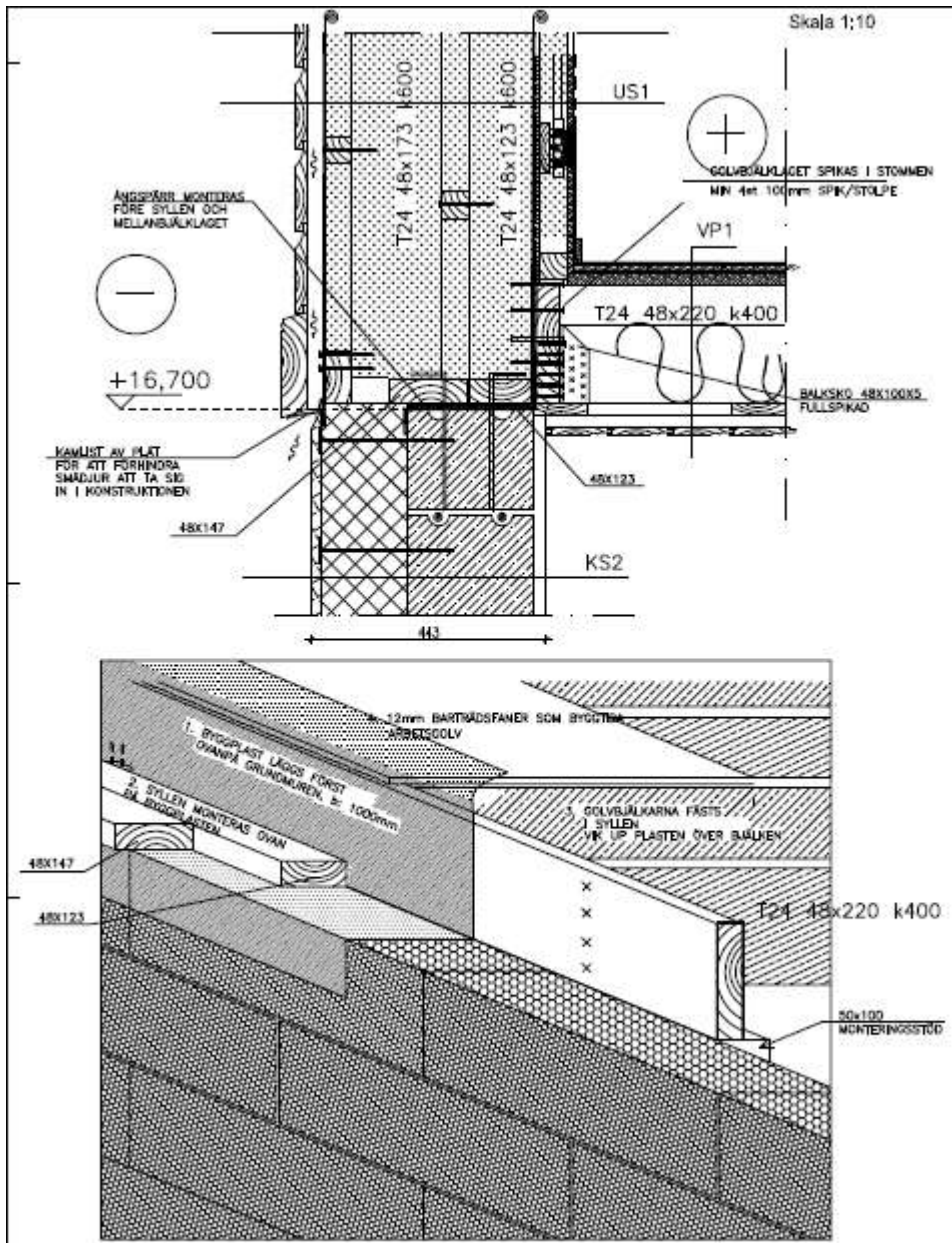


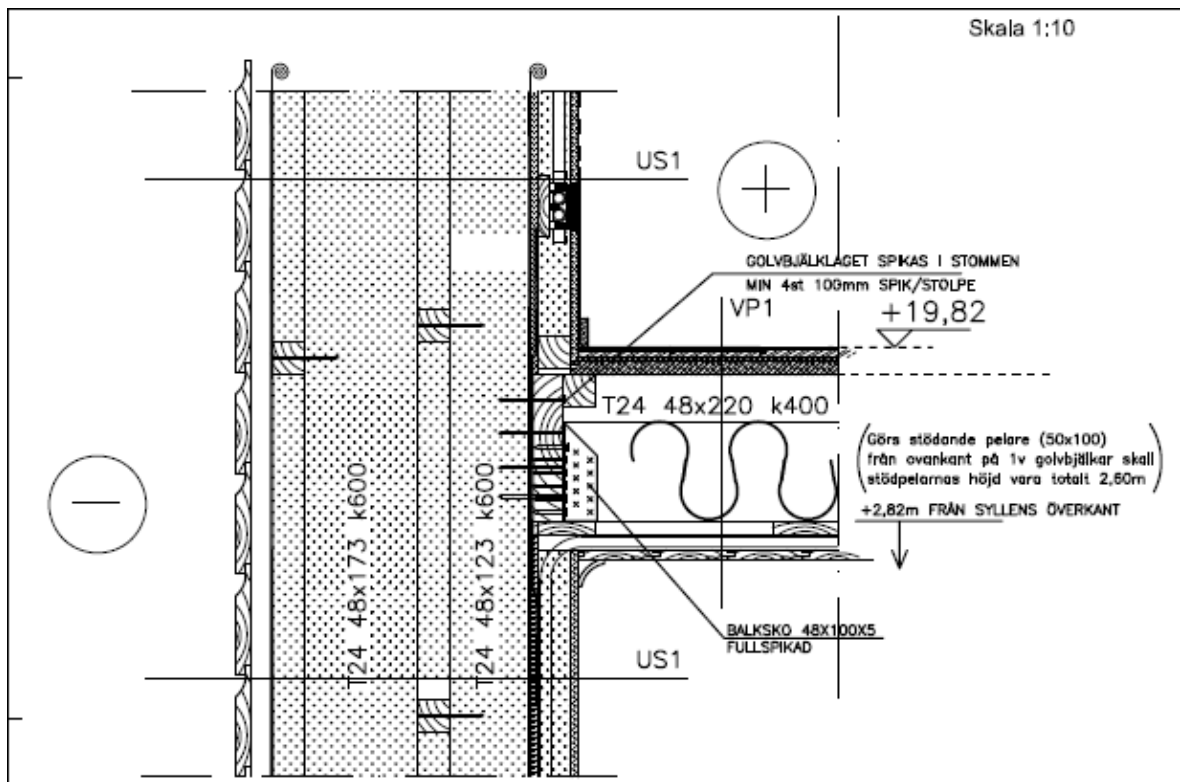
Bilaga 9



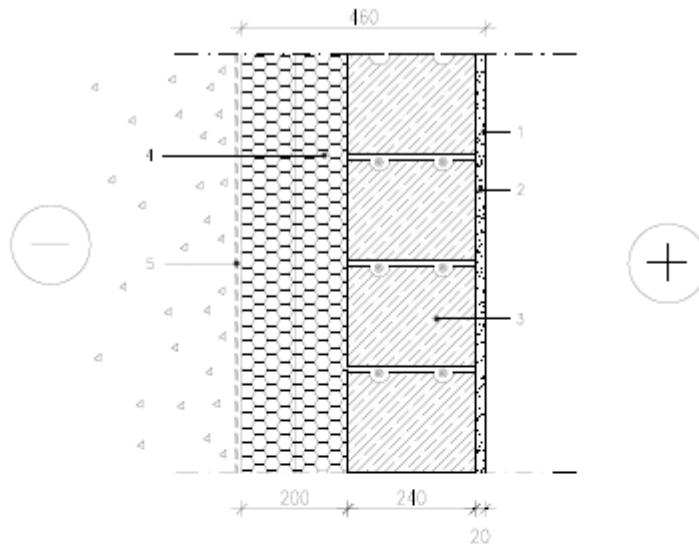
Bilaga 10







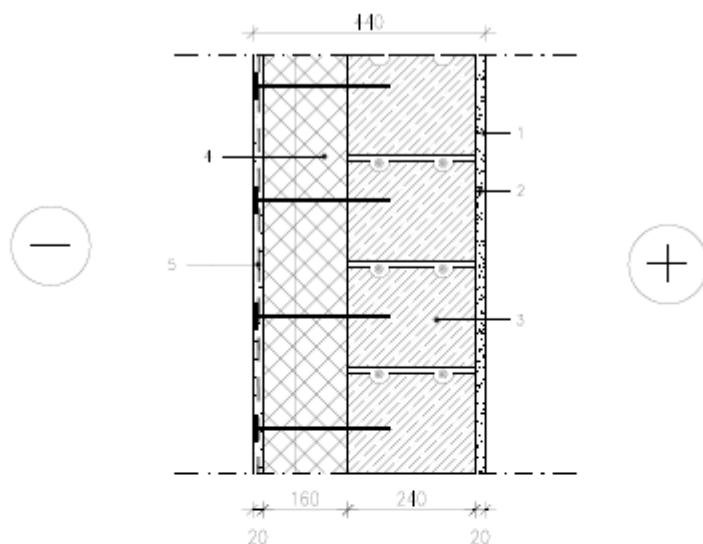
Skala 1:10



- | | | |
|-------|----|---|
| 1mm | 1. | Mårling |
| 20mm | 2. | Rappning |
| 240mm | 3. | RUH 240 lätgrusbetongblock dubbla 8mm A500HW per varv |
| 200mm | 4. | Värmeisolerande dräneringsskivor, montering enligt verkaren |
| 1mm | 5. | Geotextil enligt dräneringsskivans verkares anvisningar. |

VÄRMEGÄNGSMOTSTÅND: 0,13W/m²K

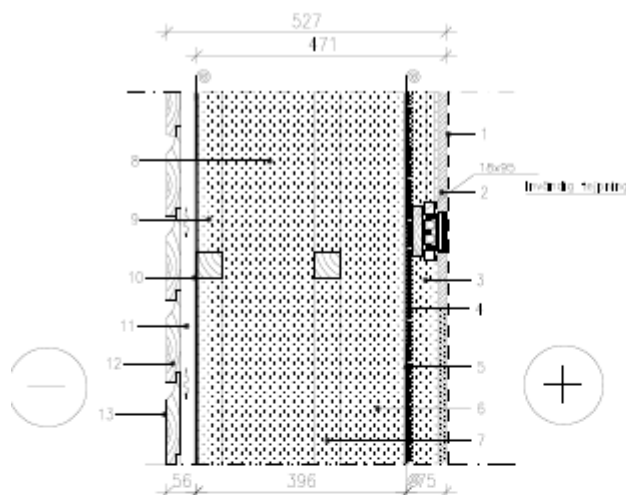
Skala 1:10



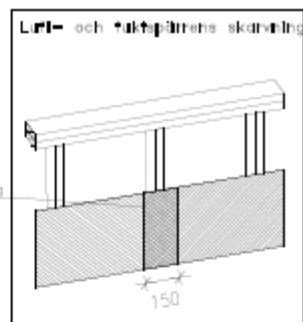
- | | | |
|-------|----|--|
| 1mm | 1. | Mårling |
| 20mm | 2. | Rappning |
| 240mm | 3. | RUH 240 lättgrusbetongblock dubbla 8mm A500HW per varv |
| 160mm | 4. | SPU Skivor |
| 20mm | 5. | Rappning, specialbruk, rappningsnät som underlag som infäst i lättgrusbetongväggen mekaniskt |

VÄRMEGENOMGÅNGSMOTSTÅND: 0,13W/m²K

Skala 1:10



Skala 1:10



1. Ytbehandling

- | | | |
|-----------|-----|---|
| 13mm | 2. | Gipsskiva EK 13 |
| 50mm | 3. | Utrymme för el-installationer, 50mm träfiberull eller motsvarande hygroskopisk isolering. |
| 12 mm | 4. | Träfiberskiva, för att skydda ångspärren, och bryta köldbrygga |
| 1 mm | 5. | Ångspärr av plast, skarvarna 15cm om lött, samt tejpning |
| 123 mm | 6. | T24 48x123 k600 + träfiberull |
| 50 mm | 7. | T18 50x50 k600 + träfiberull |
| 173 mm | 8. | T24 48x173 k600 + träfiberull |
| 50mm | 9. | T18 50x50 k600 + träfiberull |
| 1mm | 10. | Vindskyddsduk Lex "Isola tyvek" eller motsvarande. |
| 22mm | 11. | Ventilationsspalt lodrät 32x100 k600 |
| min. 24mm | 12. | bräddning minst 24mm |
| | 13. | bräddningen stryks med träskyddsolja samt målas med oljefärg |

VÄRMEGENOMGÅNGSMOTSTÅND $U=0,090 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (max: 0,24)