

# H+ Projektet

En vision om ett kontorshus



**LUNDS  
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Byggt teknik med arkitektur**

Examensarbete:  
Boris Petrusic  
Zlatko Ljuba

© Copyright Boris Petrusic, Zlatko Ljuba

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2010

## Sammanfattning

De närmaste 25 åren kommer Helsingborgs södra del att bygga ut en hel del nya allmänna platser. Bakom detta projekt står kommunen, och har uppkallat området för H+ området. Vi har i denna rapport tagit fram vår egen vision om hur ett kontorshus skulle kunna se ut i det nya området, samt beaktat ett energieffektivt kontorshus och utgått från att försöka effektivisera det.

Förutom köldbryggor står valet av värmesystem för väldigt stor del av energiförbrukningen. Den senaste tiden har det på marknaden kommit ut några nya värmesystem som vi nämnt där några är till exempel, ytjordsvärmepump, sjövärmepump, grundvattenvärmepump och bergvärmepump. Dessa värmesystem är både bra ur energi- och miljösynpunkt. För att effektivisera en byggnad krävs det både att man har koll på, byggnadens orientering, vilket uppvärmningssystem man har samt om väggisoleringen går att effektivisera mer utifrån lönsamhet. I denna rapport har det gjorts korta studier för att visa svar på hur man kan gå till väga. Dock har H+ området en miljö och energi plan som ska följas, vilket vi i rapporten beskriver och följer för att slutligen visa på hur vår vision ställer sig mot kraven.

Nyckelord: Fönsterorientering, uppvärmningssystem, energi, miljö

## **Abstract**

The next 25 years, the southern part of Helsingborg to roll out a lot of new public spaces. Behind this project stands Helsingborg, and have named the area for the H + area. We have in this report developed our own vision of how an office would look like in the new area and took account of an energy-efficient office building and started to analyze it and tried to make it better.

In addition to thermal bridges, the choice of heating systems for very large proportion of energy consumption. Recently, the market came out a few new heating system as we mentioned there are some, for example, earthheatpump, lakewaterpump, groundwater heat pump and geothermal heat pump. These heating systems are both good out of energy and the environment. To improve the efficiency of a building requires both parties to have an eye on, the building's orientation, what heating system you have, and if the wall insulation can be more efficient from profitability. In this report, there have been brief studies to show answers on how to go about it. However, H + area has an environmental and energy plan to be followed, which we describe in the report and follow to finally show how our vision is in the requirements.

**Keywords:** Orientation window, heating systems, energy, environment

## Förord

Idag bygger vi konstant nya kontorshus, men frågan är om det är bra ur energi- och miljösynpunkt. Inom kort kommer de att byggas ut i Helsingborg stad, och med det i tankarna, vill vi förmedla hur man skall tänka samt vad man ska beakta innan bygget börjar arta sig.

Detta är skrivet som ett examensarbete och visar vilka aspekter som man bör beakta. Arbetet är uppbyggt på de sätt att vi skriver om de vanligaste köldbryggorna, och beskriver det kortfattat. Vi tar även med och beskriver de flesta kraven som ställs på byggherren ur energi- och miljösynpunkt. Detta arbete är uppbyggt på de sätt att alla som läser det ska dra nytta av det.

Med dessa krav och normer har vi tagit fram ett exempel för en kontorsbyggnad där vi tagit hänsyn till de normer och krav som Helsingborg kommun har på beställaren. Vi vill tacka alla som har hjälpt till och medverkat med idéer och synpunkter, där vi speciellt visar ett stort tack till Lars Sentler som vår examinator och Bodil Fritzon som handledare som hjälpt med strukturen på arbetet.

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Projektbeskrivning</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 Bakgrund.....	9
1.1.2 Syfte.....	9
1.1.3 Begränsningar .....	10
1.1.4 Metod .....	10
<b>2 H+ projektet</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 Från ide till medvetenhet</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Vision</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3 H+ Området</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4 H+ förutsättningar</b> .....	<b>12</b>
2.4.1 Mångfald .....	12
2.4.2 Sammanhållen stadskärna .....	12
2.4.3 Attraktiv mötesplats .....	13
2.4.4 Hållbar stad .....	13
2.4.5 Statslandskapet.....	13
2.4.6 Attraktivt och miljömässigt .....	14
<b>2.5 Miljöprofilen</b> .....	<b>14</b>
2.5.1 Allmänt om miljöprofilen .....	15
2.5.2 Miljöprogrammet Syd.....	16
<b>2.6 Energiplanen</b> .....	<b>17</b>
2.6.1 Planering och byggande.....	17
2.6.2 Energianvändning .....	18
2.6.3 Fjärrvärme och fjärrkyla.....	19
2.6.4 GreenBuilding.....	20
<b>3 Exempel på ett energieffektivt och miljövänligt kontorshus projekt i Sverige</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1 Region Skåne Kontorshus</b> .....	<b>21</b>
<b>4 Energibehov i byggnader</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1 Energibalans</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2 Värmeförluster</b> .....	<b>24</b>
4.2.1 Frånluft.....	24
4.2.2 Fönster .....	24
4.2.3 Dörrar .....	24
4.2.4 Tak .....	25
4.2.5 Väggar.....	25
4.2.6 Golv.....	25
4.2.7 Avlopp .....	25
4.2.8 Kallvatten .....	26
<b>4.3 Värmetillskott</b> .....	<b>26</b>

4.3.1 Passiv solvärme.....	26
4.3.2 Varmvatten.....	26
4.3.3 Uppvärmning.....	27
4.3.4 Drift el .....	27
4.3.5 Värmesystem .....	27
4.3.6 Reglersystem .....	28
4.3.7 Injustering av byggnaden .....	28
4.3.8 Storlek.....	29
4.3.9 Vädring .....	29
4.3.10 Gamla värmesystem .....	29
4.3.11 Underhåll.....	30
4.3.12 Hur utförs en energibesiktning?.....	31
4.3.13 Fönster tejp .....	31
4.3.13.1 För- och nackdel med rockwool tejp .....	31
<b>5 Design.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Form och struktur.....</b>	<b>32</b>
5.1.1 Arkitekturen.....	32
5.1.2 Klotet, Kuben .....	32
5.1.3 Jordintegrering .....	32
5.1.4 Temperaturzoner .....	33
5.1.5 Zonering utanför klimatskärmen .....	33
5.1.6 Uthus .....	33
5.1.7 Ytor .....	33
<b>5.2 Hustyper och gruppering.....</b>	<b>34</b>
5.2.1 Vindskydd och värmeöar.....	34
5.2.1 Hustyp.....	34
5.2.1 Passiv solvärme.....	35
<b>5.3 Ventilation .....</b>	<b>36</b>
5.3.1 Luft.....	36
5.3.2 Ventilationssystem .....	36
5.3.3 Självdragsventilation, S.....	36
5.3.3.1 För- och nackdelar med självdragsystem.....	37
5.3.4 Frånluftsventilation, F .....	37
5.3.4.1 För- och nackdelar med frånluftssystem .....	38
5.3.5 Till- och frånluftsventilation med återvinning, FTX .....	38
5.3.5.1 För- och nackdelar med FTX-system.....	39
5.3.6 Luftflöde i lokalbyggnader .....	40
<b>5.4 Värmesystem .....</b>	<b>41</b>
5.4.1 Installation.....	41
5.4.2 Värmepump .....	41
5.4.3 Värmepump som värmekälla.....	42
5.4.4 Uppbyggnad av värmepump .....	42
5.4.5 Köldmedier.....	43

5.4.6 Benämningar .....	43
5.4.7 Miljöpåverkan .....	44
5.4.8 Framtidens värmepump.....	45
5.4.9 Ytjordsvärmepumpar och sjövärmepumpar .....	45
5.4.9.1 För- och nackdelar med ytjordvärmepumpar.....	46
5.4.10 Grundvattenvärmepump .....	47
5.4.11 Uppbyggnad av bergvärme .....	48
5.4.11.1 För- och nackdelar med bergvärme .....	49
<b>5.5 Byggnads energibehov .....</b>	<b>49</b>
5.5.1 Energiförbrukning för lokalbyggnader .....	49
5.5.2 Uppvärmning.....	49
5.5.3 Varmvattenberedning .....	49
5.5.4 Fastighetsel.....	50
5.5.5 Komfortkyla .....	50
5.5.6 Verksamhetsel.....	50
<b>5.6 Kostnad .....</b>	<b>51</b>
5.6.1 Beräkning av energiförbrukning.....	51
5.6.2 Solvärmestillskott genom fönster, Ps .....	52
5.6.3 Internt värmestillskott, Pi .....	52
5.6.4 Effekt och energi .....	52
5.6.5 Energiförbrukning för uppvärmning med gradtimmar.....	53
<b>6 Vip + .....</b>	<b>54</b>
6.1.1 Allmänt .....	54
6.1.2 Uppbyggnad av Vip+ .....	54
6.1.3 Programuppbyggnad.....	54
<b>7 Diskussion .....</b>	<b>55</b>
7.1 Miljöprofilen och miljöprogrammet .....	55
7.2 Energiplanen .....	56
7.3 Region Skåne kontoret.....	57
7.4 Energiförbrukning .....	57
7.5 Övrigt.....	61
<b>8 Resultat .....</b>	<b>62</b>
8.1 Vision kontorshuset .....	62
8.2 Material .....	63
8.3 Uppvärmningssystem .....	63
<b>9 Slutsats .....</b>	<b>64</b>
<b>10 Källförteckning .....</b>	<b>67</b>
<b>11 Bilaga .....</b>	<b>70</b>
Indata till VIP+ .....	73



# 1 Inledning

## 1.1 Projektbeskrivning

### 1.1.1 Bakgrund

Helsingborg har startat ett nytt statsförnyelseprojekt vid namn H+, som innebär att Helsingborgs södra statsdelar ska planeras, utvecklas och förnyas under en kommande 20-års period. Helsingborg har en vision om att vara en förebild för en hållbar stad. De nya stadsdelarna ska planeras efter sociala, ekonomiska och miljömässiga dimensioner, samtidigt som utformningen ska vara anpassad efter miljön. Nya bebyggelser ska framföras och lyftas fram för att utveckla områdets karaktär, där det idag tas fram förslag för och planerar i hög grad. Byggnader som affärshus, kontorshus med flera ska lyfta fram den nya stadsdelen, vilket i sin tur ska locka fram fler bosättare kring söder. Men den arkitektoniska biten ska även kunna svara på de miljöfrågor som h+ projektet och Helsingborgs kommun tagit fram.

För att man skall få en optimal byggnad är det väldigt viktigt att tänka igenom alla aspekter som påverkar en byggnad. Det vill säga hur påverkas byggnader både av materialval samt hur materialvalet påverkar energin.

En viktig del inom bygg är köldbryggor som vi skall beakta och se hur man skall minska köldbryggorna. En köldbrygga kan uppstå i olika konstruktionsdelar och material. De vanligaste köldbryggor uppkommer vid dörrar och fönster samt vid uppförande av olika grunder.

### 1.1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att göra ett visuellt kontorshus som ska visa på vår vision om hur ett framtida kontorshus på H+ området kan se ut. Vår uppgift blir att göra ett arkitektoniskt exempel på ett kontorshus. Utifrån det arkitektoniska ställer vi oss till miljökraven som ställs av H+ om ett miljövänligt kontor. Vårt mål med projektet blir därför att designa ett kontorshus och ta fram det bäst lämpade energisystemet för detta bygge, med avseende på dagens miljö frågor och uppgifter vi har tillgång till.

Då vi har tänkt fördjupa oss gällande byggnadens energifrågor, tar vi hjälp av följande frågeställningar för att hitta bästa utformning:

- Hur ställer sig vårt exemplariska kontorshus mot BBR:s energikrav, samt kravet från Green Building.

### 1.1.3 Begränsningar

Vi tar hänsyn till vilket energi alternativ som lämpar sig bäst för just vårt byggnadsverk, och hur vi går till väga för att göra det bättre med hjälp av den information och studier vi har fått. Vi tänker inte ta med konstruktiva beräkningar för vår byggnadskonstruktion. Vår metod är vår mall för vilka verktyg vi har tänkt använda oss av.

### 1.1.4 Metod

För att kunna lösa vår problemformulering samt syfte, tänkte vi ta hjälp av litteratur samt göra en fallstudie där vi intervjuar olika sektorer av byggbranschen för att på så sätt kunna granska de olika frågorna och synsätten. Vi tar även hjälp av internet för att kunna komma åt de skrifter av den nyaste utvecklingen och vad som är på gång. Förutom detta har vi dator program för tyngre beräkningar, för att kunna göra beräkningarna så noggranna som möjligt.

Vi har gjort en fallstudie av PEAB:s pågående projekt, som är ett kontorshus i Malmö. Där kan vi få ny erfarenhet, kunskap, och information om hur man bygger framtidens energivänliga kontorshus, för att på så sätt framföra den arkitektoniska bilden av en byggnad, som ska bidra till en minskad energikostnad. Vi skall då kunna se vad måste beaktas för att få minsta möjliga värmeförlust genom byggnaden.

Vi har även gjort ett studiebesök på SHIP, där de har en utställning på framtida H+ projektet, samt där vi kan få hjälp med litteraturstudier. På SHIP har vi kommit i kontakt med kommun anställda som jobbar med projektet, för att hjälpa oss vidare i studien.

Examinator: Lars Sentler

Handledare: Bodil Fritzon, Bertil Fredlund

## 2 H+ projektet

För att kunna sätta sig in i själva projektets syfte så är man tvungen till och känna till H+ idéer samt projektets bakgrund. Informationen kom från litteratur boken ()

### 2.1 Från ide till medvetenhet

Iden att utveckla Helsingborgs centrala sociala delar har under en längre tid växt fram och är nu en förutsättning på ett flertals visionära projekt och arbeten. Avgörande för beslutet att konkretisera H+ var dock att verksamheten i Helsingborgs hamn förändrats så att den inre piren inte längre behövs för hamnverksamheten. Staden har på flera sätt agerat för att skapa förutsättningar för H+ vilket bland annat resulterat i universitetsetablering, Campus Helsingborg.

En bred dialog hölls tillsammans med stadens medborgare har genomförts, där huvudfrågan var ”Söder i förändring”.

Avsikten har varit att ge medborgarna möjlighet att uttrycka och beskriva sina önskemål och visioner för områdets utveckling. Näringslivets intresse för H+ projektet har etablerat kontor i området och fastighetsbolag har initierat projekt som på olika sätt förutsätter H+ som en viktig del i det framtida Helsingborg.

### 2.2 Vision

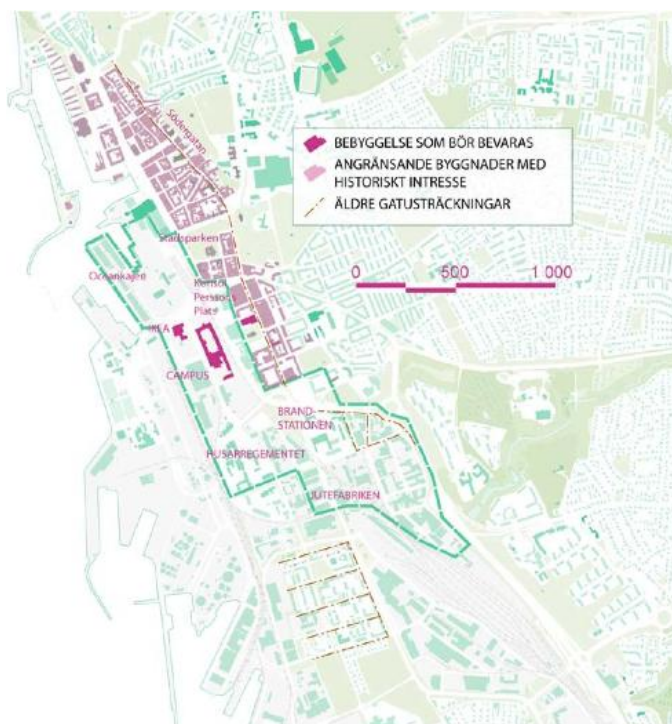
H+ vision är att skapa ett kreativt centrum i öresundsregionen, där det centrala södra Helsingborg står i fokus. Helsingborgs starka sidor ska bevaras och utvecklas i det nya området. Vatten kontakten, de goda kommunikationerna och den starka ställningen inom transport, handel och logistik utgör nyckelbegrepp för utvecklingen av H+ till en dynamisk plats präglad av ständig utveckling.



*Open Stage, förslag till H+*

## 2.3 H+ Området

H+ området omfattar cirka en miljon kvadrat meter och är nästan dubbelt så stort som nuvarande centrala Helsingborg, Norra hamnen, Centrum och Söder tillsammans. H+ området inkluderar, södra hamnen, Söder centrum och Gåsebäck området.



## 2.4 H+ förutsättningar

H+ förutsättningar är komplexa och har utretts under en längre tid. Gällande konstruktion och energi synpunkter har det tagits fram avsnitt ur H+ projekten som har fungerat som utgångspunkter, för idéer och framtida bebyggelser inom området.

### 2.4.1 Mångfald

Mångfalden är H+ områdets kännetecken. Mångfald när det gäller boende, kulturer, verksamheter och upplevelser. Områdets karaktär finns i spänningen mellan nytt och gammalt, mellan områdets historiska ursprung och moderna tillägg.

### 2.4.2 Sammanhållen stadskärna

H+ handlar om att bryta barriärer, såväl fysiska som mentala. Genom att gräva ner järnvägen i en tunnel söderut från knutpunkten och förvandla Malmöleden från stadsmotorväg till gata med alle och korsande gator, kan Söders gamla kvartersstad förlängas västerut mot vattnet och gamla och nya stadsdelar förenas. En tät stad med korta avstånd gör det enkelt att förflytta sig till fots och på cykel. Ett sammanhängande system av stråk och mötesplatser binder samman området. H+ vision är att den nya stadsdelen skaparen sammanhållen

stadskärna med ett myllrande stadsliv. Området präglas av hållbarhet, värme och tolerans. H+ området är välkomnande för alla.

### 2.4.3 Attraktiv mötesplats

H+ området ställer krav på designen genom att man vill ha ett attraktivt område och en mötesplats för studier, arbete, boende, nöje och affärsliv. En plats som utmärker sig för de goda miljöerna där människor och företag vill vistas och växa.

H+ området ska inspirera nya företag med spetskundskap och inriktningar mot miljö, vatten och energi.



*Smack Bang 2010*

### 2.4.4 Hållbar stad

Visionen är att utvecklingen ska bli en förebild för begreppen ”den hållbara staden” utformad efter människan och dess behov.

Stadsdelarna och bebyggelserna är planerade efter sociala, ekonomiska och miljömässiga aspekter och vyer. Utformningarna är varierade och anpassade till miljökraven, energieffektiviseringen och kustklimatet.

### 2.4.5 Statslandskapet

Under rubriken angavs förhållningssätt till statslandskapet, dess topografi, de historiska avtrycken samt lokalklimat. Grunder för H+ stadsfråga var att värna stadens siluett så att H+ området på ett naturligt sätt kan kopplas ihop med de omgivande stadsdelarna.

Byggnader med särskilt historiskt värde markerades och bebyggelserna med kompletterade värde identifieras för att exploatering – > rivning ska kunna vägas mot att bevara dem. I förutsättningarna för de nya byggnadskonstruktionerna ingår även att områdets struktur och byggnader ska klara en förändring av havsnivån samtidigt som strukturen ska bidra till ett bra mikro klimat och ta till vara närheten till vattnet.

## 2.4.6 Attraktivt och miljömässigt

Förutsättningarna här är att H+ området ska planeras så att det blir attraktivt för alla och planeringen ska motverka segregation genom att innehålla olika typer av bostäder. Förutsättningarna pekar även ut campus Helsingborg som motor och viktig aktör i H+ stadsbyggnads process. Även en stor tyngd ska läggas ner på det miljömässiga och utformningen av bebyggelsen så den bygger på symmetri och design, som förenas med det omgivande området och utseendet.



*The Tolerant City, förslag till H+*

## 2.5 Miljöprofilen

För att få reda på vilka krav som ställs inom H+ gällande miljö och energifrågor, vände vi oss till Jens Gille, Miljöinspektör, miljökoordinator H+.

Där ställdes tre huvudfrågor:

- Vilka miljökrav som ställs på bebyggelserna?
- Energikrav? Vilka system har tänkts och användas i de nya kontor/bostadshusen?
- Värmesystem/el, i så fall varför dessa?

För H+ handlar det just nu om en miljöprofilering inom fem områden där energineutralitet är särskilt utpekad. Profilen förväntas antas i augusti. Eftersom profilen är under behandling och kommun under strävan efter en utveckling, gör detta vårt arbete mer begränsat. Men vi har fortfarande kunnat tag fram information om hur profilen ser ut under dess gång.

Lite ledning om vad profilen kan innehålla på energiområdet kan läsas under avsnitt:

Jens Gille berättade dessutom att allt tyder på att staden ska 2011 ansluta sig till Miljöbyggprogram Syd.

En kort beskrivning av Miljöbyggprogrammet Syd kan läsas under avsnitt **1.5.2 Miljöprogrammet Syd**, som är ett direkt utdrag från <http://www.miljobyggprogramsyd.se/>

### 2.5.1 Allmänt om miljöprofilen

H+ ska vara ett föregångs projekt inom Helsingborg och Öresundsregionen. När det gäller miljö, har frågan under en lång tid analyserats och talats vid. Man har ställt frågan:

- på vilka miljöområden ska vi arbeta och vilka miljöfrågor ska bli utmärkande för H+ projektet?

Och nu finns ett utkast klart till en miljöprofil för H+. Arbetet har genomförts i samarbete med internationella miljöinstitutet på Lunds universitet, IIIIEE.

Syftet med profilen är att identifiera och konkretisera miljömål som är relevanta för H+ projektet samt att höja ambitionen så att de nya stadsdelarna uppnår en tydlig, trovärdig och nyskapande miljöprofil.

Miljöprofilen bygger på fem specifika temaområden som ska profilera H+ på miljöområdet och bidra till att driva på utvecklingen i Helsingborgs stad. Med profilen har vi också ett kraftfullt underlag för att karakterisera och marknadsföra H+ som framsynt projekt och attraktivt område att både bo och verka inom.

De föreslagna miljöprofilområdena är:

- Den resurseffektiva staden
- Hälsosam och attraktiv miljö
- Tillgänglighet och urban mobilitet
- Vatten och grönska
- Hållbar urban livsstil

Figur 1 Miljöprofilen i relation till styrdokument och övergripande miljömål



## 2.5.2 Miljöprogrammet Syd

Miljöbyggprogram SYD vänder sig i första hand till byggherrar [1] som vill bygga på kommunal mark och tillämpas vid nybyggnation av bostäder och lokaler [2] inom Malmö stad och Lunds kommun. Programmet förs in i de beslut och avtal som tecknas mellan parterna i samband med markanvisningar eller andra typer av avtal (dock ej exploateringsavtal).

I programmet föreslås olika konkreta åtgärder för ett hållbart byggande. Målet är att fler kärnområden ska tillkomma så småningom (tex. Ljudmiljö och Materialval) men Miljöbyggprogram SYD fokuserar initialt på fyra **kärnområden** för ett ekologiskt hållbart byggande:

- Energi
- Innemiljö - hälsa och komfort
- Fuktskydd
- Urban biologisk mångfald

Dessa kärnområden delas i sin tur in i tre olika klasser:

- A (bästa alternativ)
- B (bra val)
- C (basnivå)

Byggherren kan själv välja klass A och B, alternativt kan kommunen kräva klass A eller B för att visa på förträfflighet vid exploatering av specifika områden. För att bygga på kommunal mark krävs att minst klass C uppfylls inom samtliga kärnområden. Samtliga klasser i programmet innebär hårdare krav än Boverkets Byggregler (BBR). Oavsett vad som står i programmet ska BBR alltid uppfyllas. Ett fortlöpande arbete avses ske för att säkerställa att programmet följer utvecklingen kring hållbart byggande, därmed kommer kraven successivt att skärpas i kommande versioner av programmet.

[1] *För de byggherrar som är fribyggare verkar programmet som en vägledning och stöd i byggprocessen. Med fribyggare menas privatpersoner som bygger ett enskilt småhus på en styckeköpt tomt och som ej bygger i kommersiellt syfte.*

[2] *För vissa industrilokaler kommer programmet att gälla i tillämpliga delar. För övriga lokaler gäller programmet i sin helhet.*



## 2.6 Energiplanen

Energiplanen omfattar många frågor gällande både energianvändningen och kraven som ställs på samtliga delar inom den. Detta arbete är dock begränsat, vilket gör att vi endast tar hänsyn till de energifrågor som berör och påverkar bebyggelse utvecklingen av kontorshuset. Dessa krav och mål är utdragna från <http://www.helsingborg.se/> (energiplanen är en pdf fil, finns direkt länk under källförteckningar)

### 2.6.1 Planering och byggande

Inom detta avsnitt presenteras förslag på åtgärder inom området planering och byggande. Redan beslutade mål enligt energistrategin visas först för att kopplingen mellan antagna mål och åtgärder ska vara tydliga.

#### **Mål antagna av kommunfullmäktige 2009-01-28**

Mål till år 2020

1. Energi- och klimataspekter prioriteras i all kommunal planering. Lokalisering av bostäder och verksamheter ska minimera transport behovet. *Vid lokalisering verksamheter eller bostäder ska den lokalisering som innebär lägst klimatpåverkan och lägst energianvändning ges företräde. Vid befintlig och ny bebyggelse ska klimat- och energiaspekter beaktas särskilt. Möjligheten till förtätning ska uppmärksammas. Målet gäller kontinuerligt.*
2. Kollektivtrafik samt oskyddade trafikanter prioriteras i planeringen. *Nya verksamheter och bostäder läggs där det finns god tillgång till kollektivtrafik och cykelvägar. Kollektivtrafik och cykelvägar byggs ut i befintliga områden som är dåliga försörjda med detta. Målet gäller kontinuerligt.*
3. Energi- och klimataspekter tas upp särskilt vid upprättande av exploateringsavtal och markanvisningsavtal och möjligheten att föreskriva användning av energiformer med minsta möjliga utsläpp av växthusgaser utnyttjas. *Målet gäller kontinuerligt.*
4. All nyproduktion av byggnader byggs enligt principen lågenergihus senast år 2020, med lägsta möjliga energianvändning.

5. Ombyggnation till lågenergihus eftersträvas vid renovering av befintliga fastigheter. Målet gäller kontinuerligt.

#### Delmål

6. Den kommunala energirådgivaren, miljöförvaltningen och andra intressenter ska senast år 2009 vara involverad vid försäljning av kommunal mark.
7. H+ ska bli en hållbar stadsdel. Energistrategin är ett underlag och ett stöd till projektet H+, och ger förutsättningar inom energiområdet som projektet förväntas ta hänsyn till. Ett forskningsprojekt kring hållbart byggande med H+ som demonstrationsområde genomfört.

### 2.6.2 Energianvändning

Inom detta avsnitt presenteras förslag på åtgärder inom området energianvändning. Redan beslutade mål enligt energistrategin visas först för att kopplingen mellan antagna mål och åtgärder ska vara tydlig.

#### **Mål antagna av kommunfullmäktige 2009-01-28**

##### Mål år 2035

1. Ingen fossil oljeeldning för uppvärmning förekommer inom kommunens gränser.
2. Sektorerna industri, service och transport har tillsammans minskat sin energianvändning med minst 30 % från 2005 års nivå.
3. Användningen av köpt energi per invånare är högst 25MWh per år.  
*Målet innebär en minskning med ca 30 % från 2005 års nivå gäller total energianvändning.*

##### Delmål till år 2020

4. Användningen av eldningsolja av fossilt ursprung avvecklas helt hos verksamhetsutövare inom miljönämndens tillsynsområde senast till utgången av år 2020.

5. Användningen av övriga fossil olja inom industrin ska ha minskat med minst 50 % till år 2020 från 2005 års nivå.
6. Sektorerna industri, service och transporter har tillsammans minskat energianvändning med minst 15 % från 2005 års nivå.
7. Användningen av energi per invånare ska år 2020 vara högst 30 MWh per år, vilket motsvarar minskning med ca 15 % från 2005 års nivå.

#### Övriga delmål

8. Energifrågorna är särskilt prioriterat del i den tillsyn som miljö nämnden bedriver av miljöfarliga verksamheter. Samtliga enligt miljöbalken anmälnings- och tillståndspliktiga verksamheter som ligger inom nämndens tillsynsområde har senast till utgången av år 2011 besökts i detta syfte.

### 2.6.3 Fjärrvärme och fjärrkyla

Inom detta avsnitt presenteras förslag på åtgärder inom området fjärrvärme och fjärrkyla. Redan beslutade mål enligt energistrategin visas först för att kopplingen mellan antagna mål och åtgärder ska vara tydlig.

#### **Mål antagna av kommunfullmäktige 2009-01-28**

Mål till år 2035

1. Inga fossila bränslen används för el-, fjärrvärme- och fjärrkyltillförsel.
2. I första hand ska solavskärmning och motsvarande metoder användas för att minska uppvärmningen av lokaler. Vid ytterligare behov av komfortkyla ska miljö- och klimatprestanda ligga till grund för val av teknisk lösning.
3. Spillvärme utnyttjas för fjärrvärme- och fjärrkyltillförsel så långt det är tekniskt och ekonomiskt möjligt samt miljö- och hälsomässigt motiverat. Målet gäller kontinuerligt.

## Delmål

4. Tillförsel av fjärrkyla nyttjar endast icke-fossila bränslen och el från förnybara energikällor år 2010.
5. Spillvärme utnyttjas för fjärrvärmeförsel så långt det är tekniskt och ekonomiskt möjligt. Målet gäller kontinuerligt.

### 2.6.4 GreenBuilding

Då H+ projektet har som mål att energieffektivisera kontorshus och fastigheter i sådan bra utsträckning som möjligt, skapades ännu ett mål för detta projekt, att skapa ett kontorshus som kunde klassas som GreenBuilding. Vad GreenBuilding är och har för krav beskrivs här nedan under rubriken Fakta om GreenBuilding.

#### **Fakta om GreenBuilding**

GreenBuilding är ett EU-projekt som pågår sedan 2005 och som uppmuntrar till energieffektivisering i lokalfastigheter. Fastighetsägare som minskar sin energianvändning med 25 % kan ansöka om att bli GreenBuilding Partner. GreenBuilding har två nivåer för deltagande för Partners, fastighetsnivå och företagsnivå.

För att bli godkänd på fastighetsnivå krävs att befintliga byggnader ska minska sin energianvändning med 25 % eller ligga 25 % lägre än vad Boverkets byggregler tillåter. För nya byggnader måste energianvändningen vara 25 % lägre än vad Boverkets byggregler föreskriver.

För att bli godkänd på företagsnivå måste en fastighetsägare äga minst tio byggnader och mer än 30 % av befintliga eller 75 % av nyproducerade byggnader måste leva upp till GreenBuilding-kraven.

Företag som hjälper fastighetsägaren i energieffektiviseringsarbetet kan ansöka om att bli GreenBuilding Stödjande Företag. Den svenska delen av Green Building-programmet administreras av Fastighetsägarna Sverige. Fakta om GreenBuilding är taget från [www.fastighetsagarna.se](http://www.fastighetsagarna.se) 2009-10-07.

### 3 Exempel på ett energieffektivt och miljövänligt kontorshus projekt i Sverige

För att kunna utveckla ett kontorshus och få en översikt över etableringen på marknaden, är det viktigt att göra uppföljning och jämförelse på redan befintliga kontorshus projekt. Erfarenheter måste vidare utvecklas, och jämförelser måste göras för att i framtiden kunna uppnå ett miljövänligare och energieffektivare kontorshus. För att kunna lyckas och göra detta krävs fortsatt forskning i både finna bättre material och minska köldbryggor. Även att välja rätt system till rätt bebyggelse gör stora skillnader i både ekonomiska samt energieffektiva aspekter. Nedan följer exempel på energieffektiva kontorshus projekt. Då H+ projektet inte har tillgång till samtliga beräknings värden, för att senare kunna göra uträkningar, kommer projektet att analysera Region Skånes kontor i Malmö, och använda deras värde för att fortsätta projekteringen.

#### 3.1 Region Skåne Kontorshus

Region Skåne är ett kontorsprojekt i Malmö som fortfarande är under bebyggelse. Kontorets byggstart började 2009 och planeras att bli färdigt sommaren 2010. Huset blir sex våningar högt och fasaden består av tegel och glas. Kontorshuset kommer att ha en inre atriumgård, och under huset finns det garage i två våningar med plats för 140 bilar.

Detta projekt ägs av Wihlborgs och kommer att hyras ut till Region Skåne. Wihlborgs och Region Skåne har gjort en extra miljöinsatsning och följer därför Green Building-projektet.



*Bild på Region Skånes nya kontorshus*

Region Skånes energiberäkningar gjordes av Bengt Dalgren. Här nedan beskrivs beräkningsdelar, samt material och energival som gjordes i Region Skåne projekteringen.

#### Region Skånes U-värde

Byggnadsdel	U-värde (W/m <sup>2</sup> K)
Ytterväggar	0,173
Tak	0,09
Betongplattan	1.912
Fönster	1
Glasdörrar	1

Yttervägg består av 120 tegel, en luftspalt på 30mm, skalmurskiva 50mm, fibercementskiva 4,5mm, mineralull 170mm, plastfolie 0,2 mm, mineralull 0,70mm och en gipsskiva 13mm.

Väggen enligt Vip+ programmet ger denna vägg ett U-värde på 0,173(W/m<sup>2</sup>K)

Golvet består av betong 500mm, samt 100mm grovbetong.

Taket består av betong 100mm, cellplast 300mm, isolering(HD/F) 320mm.

Takets U-värde enligt Benght Dahlgrens beräkningar gav ett U-värde på 0,09(W/m<sup>2</sup>K).

Kontoret är utrustat med fjärrvärme med en verkningsgrad på 98 %, samma värde gäller för fjärrkyla. Värmeåtervinningen ligger på 78%, dvs. att FTX systemet nyttjar 78 % av utgående luft.

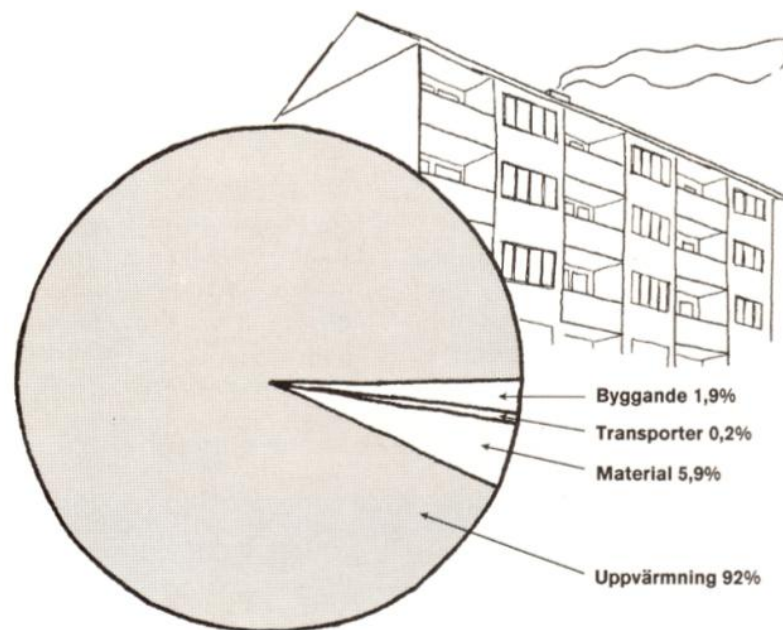
Totalt beräkning av köpt energi	95 kW/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>
Totalt beräknat behov inkl säkerhetsmarginal 12%	106kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>
GreenBuildingkravet	106kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>

## 4 Energibehov i byggnader

Av den totala energianvändningen i Sverige använder vi cirka 40% till att värma byggnader och förse dem med el. Av dessa 40% använder vi 65% som går till uppvärmning av byggnader och varmvatten.

Tittar vi på en byggnad och dess energianvändning över en 40-årsperiod så kommer vi fram till att cirka 6% av energin har gått till att tillverka material till byggnaden, 4% till transport och ungefär 90% för att driva huset.

Vi ser då tydligt att man måste lära sig hur man åstadkommer ”värmeeffektiva” byggnader (Bokalders & Block, 1997). I detta arbete ska vi förmedla hur man kan få sundare byggnader samt vilka val bör göras. Vår huvudkälla för att beskriva dessa förhållanden är tagna ur Bokalders & Block (1997).



Av den totala energiförbrukningen under en byggnads livslängd används merparten till uppvärmning. Under en 40-årsperiod används mer än 90 % av energin till uppvärmning. Ju äldre byggnaden är desto större blir denna procentsats.

(Bokalders & Block, 1997).

## 4.1 Energibalans

Målet är att man skall förstå hur ett hus fungerar ur energisynpunkt och ett bra sätt att göra det är genom att studera en energibalans över huset. Energibalans hjälper en person att förstå var energin kommer in i ett hus och var den går ut. Dessutom lär man sig hur stora de olika värmeflödena är för en byggnad. Vidare kommer vi fokusera på att förklara de vanligaste köldbryggorna samt hur dessa kan motverkas (Bokalders & Block, 1997).

## 4.2 Värmeförluster

De vanligaste värmeförlusterna försvinner ut ur byggnader genom ventilation, fönster, ytterdörrar, tak, väggar, golv, avlopp. Dessutom åtgår energi för att värma det kallvatten och den friska luften som tas in i huset (Bokalders & Block, 1997).

### 4.2.1 Frånluft

Den största delen värme i en byggnad förloras ut med frånluften. Mängden beror på husets täthet, det vill säga hur stor är den ofrivilliga ventilationen är och beroende på hur mycket byggnaden skall ventileras för att få bästa komfortabla känslan (Bokalders & Block, 1997).

### 4.2.2 Fönster

En annan byggnadsdel är fönstren som är de sämst isolerade partierna på huset och står för de näst största energiförlusterna. Beroende på hur bra U-värde ett fönster har beror på hur mycket värmeförluster man kommer få. Det som påverkar vilket U-värde ett fönster kommer att ha beror bl.a. på antal glas, eventuella lågmissionsskikt samt vilket medium som finns mellan glasen och utformning av karm och båge. U-värden som ligger omkring  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$  anses vara bra (Bokalders & Block, 1997).

### 4.2.3 Dörrar

Eftersom ytterdörrarna på en byggnad brukar vara ganska få är dessa förluster ganska små. Beroende på om ytterdörren har några glas detaljer dessutom om man har vindfång avgör vilka energiförluster som en byggnad får. En vanlig värmeförlust är vid balkongdörrar och vid deras bröstningar p.g.a. dålig isolering (Bokalders & Block, 1997).



#### 4.2.4 Tak

Taken är den största isolerade ytan av skalet, eftersom varm luft stiger uppåt blir temperaturen på takets insida relativt hög. För övrigt vetter skalet mot den kalla natthimlen. Alla dessa saker leder till att värmeförlusterna är ganska stora. Av den orsaken bör taket isoleras mest i hela byggnaden. För vanliga småhus brukar det ligga omkring 0,5 m isolering.

På senare tid har man fått in rapporter om mögelskador på yttertaket insida orsakad av otätheter i takbjälklaget. Därav är det särskild viktigt att takbjälklagets innerskikt utförs lufttätt så att inte varm fuktig luft inifrån kan kondensera mot yttertaket kallare yta. En annan viktig sak är utrymmet mellan isolering och yttertak ventileras ordentligt (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.2.5 Väggar

Väggarna brukar vara den närmast i ordning största ytan på ett hus. Vid kontorsbyggnader brukar de vara den största ytan. Därför bör väggarna isoleras väl, någonstans mellan 30-50 cm vilket brukar vara vanligt. Ur kostnadssynpunkt är det dyrare att isolera väggar än tak eftersom hela husets yta växer med väggjockleken.

Ett annat sätt att minska värmeförlusterna från huset är genom att vindskydda det, till exempel med häckar och klängväxter (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.2.6 Golv

Värmeförlust genom golvet är inte lika stort som genom väggar och tak och beror på husets utformning. Platta på mark utsätts exempelvis inte för utetemperatur utan för marktemperaturen, som är relativt konstant året runt (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.2.7 Avlopp

En annan viktig detalj som leder till värmeförlust är genom avloppet som ligger på cirka 3000 kWh/år eller mer. En enkel mantelformad värmeväxlare har cirka 50% verkningsgrad och kan ta upp en del av avloppsvärmen för att värma upp inkommande vatten. På detta sätt kan man spara mellan 1500-3000 kWh per hushåll och år, beroende på varmvattenanvändningen (Bokalders & Block, 1997).

## 4.2.8 Kallvatten

Kallvatten som tas in i huset tar ofta energi från huset för att det ofta har samma temperatur som marken, cirka 8°C. Ju mer man använder vattnet desto större uppvärmningsbehov.

Därför är det väldigt viktigt att dimensionera huset rätt och tänka hur man ska minska energianvändningen i byggnader (Bokalders & Block, 1997).

## 4.3 Värmetillskott

Alla människor avger värme på grund av ämnesomsättning. Enligt energiberäkningsprogrammet ENORM avger människorna i en normalvilla cirka 1300 kWh/år varav 100 % tas tillvara för uppvärmning. Andra uppgifter säger att vi avger hela 4200 kWh/år d.v.s. människan avger mycket energi i båda fallen (Bokalders & Block, 1997).

### 4.3.1 Passiv solvärme.

Ett viktigt värmetillskott till byggnaden är all solinstrålning som träffar söderfasaden. Solinstrålning som träffar åt södervända glasrutor och ger bidrag till uppvärmning av byggnaden kallas för passiv solvärme (Bokalders & Block, 1997).

### 4.3.2 Varmvatten

Cirka 4000 kWh/år används för varmvattenberedning, av vilken 20 % kommer tillgodo för uppvärmning. Energiförbrukningen för varmvatten är normalt mellan 3500-5000 kWh/år. Tillskottet från varmvattnet beror på varmvattenanvändningen. Om vi metodisk sparar på vatten och energi så går det att sänka värmebehovet till varmvattnet.

Ett sätt att minska värmeförlusten och spara energi är att ändra på varmvattenberedarens placering och rördragning så att rörförlusterna minskar. Ett annat sätt att minska varmvattenförlusterna är genom att placera varmvattenberedaren i badrummet och att isolera varmvattenledningarna. Dessutom temperaturbegränsa och flödesreglera tappvarmvattnet.

Om man sätter en solfångare på byggnaden kan hälften av varmvattenbehovet under året värmas med hjälp av solenergi. Det gynnar då brukaren av energin (Bokalders & Block, 1997).

### 4.3.3 Uppvärmning

I Sverige används cirka 5000kWh/år till hushållsel enligt ENORM, varav cirka 80 % kommer tillgodo för uppvärmning. Förbrukningen av el kan variera mellan 20000 - 30000 kWh/år men vissa hem använder mer hushållsel. Ett tips för att spara på effekt är genom att man kan bereda sitt varmvatten nattetid och köra tvätt samt diskmaskinerna på natten (Bokalders & Block, 1997).

Här nedanför ser vi genomsnittliga värden för ett vanligt hus 2008:

<b>Boyta:</b> 149 m <sup>2</sup>
<b>Total energianvändning:</b> 23 980 kWh/år
<b>Hushållsel:</b> 6000 kWh/år
<b>Varmvatten:</b> 4500 kWh/år
<b>Uppvärmning:</b> 13 480 kWh/år

(Energimyndigheten)

### 4.3.4 Drift el

Driftelen är den el som används för att driva huset, dvs. fläktar och pumpar till husets värme- och ventilationssystem. Driftelen har den senaste tiden blivit allt större p.g.a. att man idag har infört komplicerade mekaniska ventilationssystem, som leder till betydligt större driftkostnader vilka man möjligtvis inte räknat med när man har planerat ett köp. Driftel är inte den enda elen som man måste ta hänsyn till vid uppförande av bostads/kontors hus.

En viktig aspekt som man måste ta hänsyn till är mängden el man behöver vid uppvärmning. Uppvärmningsbehovet skiftar beroende på utetemperatur och därför arbetar man med så kallad basvärme och toppvärme, d.v.s. det vanliga värmesystemet. I detta fall är inte basvärmen dimensionerad för dagar då det är extremt kallt utomhus. För att då minska energikostnader vid sådana tillfällen kan man ta till toppvärmen genom att t.ex. lägga in en brasa (Bokalders & Block, 1997).

### 4.3.5 Värmesystem

Värmesystemet skall vara utformat så att det är lätt att reglera systemet och att utnyttja gratisvärme till största del. Ett tips är att man höjer temperaturen inomhus när huset träffas av solen eller vid billig nattel. På detta sätt kan värmeenergi lagras i stomme och inredning.

Behovet för uppvärmning kan minskas ytterligare genom att installera en värmeväxlare och värmepump med värmeåtervinning.

Idag finns det nya och bättre värmeåtervinningssystem än de som har funnits tidigare och kritiserats mitten av 90-talet. Då kan man i princip bygga ett så kallat nollenergihus. Idag har man faktiskt byggt ett sådant hus som klarar elen själv. Men ett sådant hus kräver avancerad och dyr teknik och man tvivlar om man ska gå så långt eller om vi skall godta ett uppvärmningsbehov på ett par tusen kWh om året (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.3.6 Reglersystem

För att spara energi är det viktigt att ha ett bra reglersystem, ett system som snabbt stänger av uppvärmningen när det finns överskottvärme i huset.

Vi kommer vidare i kapitel 3.4 beskriva några vanliga värmesystem som används idag samt beskriva några valmöjligheter man kan få (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.3.7 Injustering av byggnaden

En viktig del förutom hur man får värmestillskott till byggnaden, är vilka åtgärder man kan komma med för att spara energi. Åtgärderna brukar delas in i fyra kategorier: Bruksvanor, drift och skötsel, injustering och enklare åtgärder samt ombyggnad eller byte av system.

Beroende på vilka bruksvanor som man har påverkar i hög grad ens energiförbrukning. Idag har vi modern automatik för styrning och reglering så att brukaren genom individuell mätning blir medveten om hur mycket åtgår till energianvändningen. Inomhustemperatur, varmvattentemperatur och varmvattenförbrukning är viktiga parametrar som påverkar energiförbrukningen.

Men även om man bygger två identiska byggnader så kommer man få en avvikelse i energiförbrukningen. Detta kan då bero på olika aspekter som till exempel arbetsutförande vid byggandet, teknikval, lokalklimat samt levnadsvanor. Av de ovannämnda faktorerna inverkar levnadsvanor och attityd till energisparande energiförbrukningen allra mest (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.3.8 Storlek

En annan sak som påverkar energi- och vattenanvändningen i byggnaden är gruppstorlek, d.v.s. hur många utnyttjar det samtidigt. Användningen brukar vara likartade för el, värme och vatten, med andra ord antingen är man en som sparar eller en som slösar. Energiförbrukningen beror på i vilken grad man brukar den.

Energiåtgången inverkar i hög grad av varmvattenförbrukningen och på grund av det kan byggnader där man gillar att duscha ofta och länge kan medföra en enorm förbrukning av varmvatten (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.3.9 Vädring

En annan tradition som inverkar på energiåtgången är vädringsvanor. För att minska energin bör vädring ske snabbt med vidöppna fönster. Människor bör inte ha fönstren öppna nattetid på vintern även om man uppfattar med sinnena att det är varmt. I detta fall sänk inomhustemperaturen.

Temperaturen på väggen är viktigare för upplevelsen av rumstemperaturen än lufttemperaturen. Är väggarna varma men rumsluften kall upplevs rummet som varmare än om luften är varm och väggarna kalla (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.3.10 Gamla värmesystem

Ju större vattentemperatur som eftersträvas på varmvattnet, desto högre blir energiförbrukningen. Värmesystem före 1985 dimensionerades med en framledningstemperatur på 80 C och en returtemperatur på 60 C. Men på den senaste tiden när det har kommit ut nyare, så kallade lågvärmesystem, där man dimensionerar efter temperaturerna 55 C i framledningstemperatur och returtemperatur mellan 40-45 C. Dessa temperaturer gäller vid dimensionerande vintertemperatur.

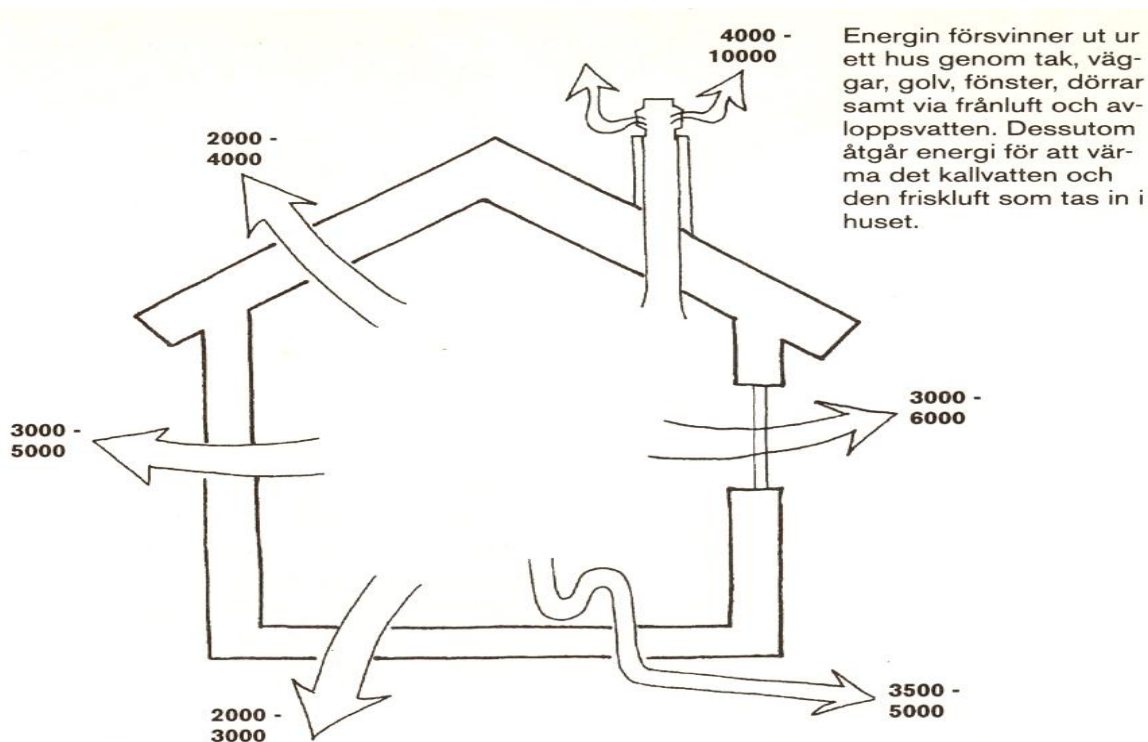
Minskningen kan bero på att om vattnet är kalkhaltigt är det bra om temperaturerna ligger under 53C eftersom kalkutfällningar blir betydligt mindre under denna temperatur. Dock en nackdel med denna temperatur är rädslan för att legionellabakterier ska kunna tillväxa i varmvattnet och att de därför borde värmas upp till 60C (Bokalders & Block, 1997).

### 4.3.11 Underhåll

En annan aspekt vi bör ta hänsyn till ur energisynpunkt är skötsel och underhåll. De påverkar energianvändningen väldigt mycket. Det handlar om inreglering av värme- och ventilationssystem, där vi kan förbättra vissa don. En stor energibov är droppande varmvattenkranar, men även läckande kallvattenkranar där det behövs bytta ut. Vattenklosetter ökar energianvändningen på grund av att kallvattnet som kommer in är kallare än inomhustemperaturen och därför kyls rumsluften samt huset ner.

På motsvarande sätt kan det vara bra att justera in ventilationen regelrätt och se till att det är tätt runt fönster och dörrar, såvitt inte dessa otätheter inte behövs för ventilationens skull, på det sätt som i gamla självdragssystem utan särskild tilluftsdon.

Vid ombyggnad handlar det i princip om samma sak som vid nybyggnad men det svåra är att varje åtgärd måste tillämpas till det befintliga huset. För att kunna göra detta måste en diagnos fastställas på huset. Äldre hus och byggnader brukar ha brister i isolering eller täthet som bör beaktas genom att en diagnos utförs. Energibesiktning kan ske genom att man använder sig av en värmekamera eller med en yttermometer (Bokalders & Block, 1997).



Energien försvinner ut ur ett hus genom tak, väggar, golv, fönster, dörrar samt via frånluft och avloppsvatten. Dessutom åtgår energi för att värma det kallvatten och den friskluft som tas in i huset.

(Bokalders & Block, 1997).

#### 4.3.12 Hur utförs en energibesiktning?

1. Ofta börjar man med inreglering, och med reglering och styrning av värmesystem samt ventilation.
2. Efter denna fas försöker man finna svaga punkter i till exempel tätning, isolering eller i form av köldbryggor. De ingrepp som brukar vara mest profitabel brukar vara att sätta in en tredje ruta, att tilläggsisolera bjälklagen, samt när det gäller ytterväggar så kan möjliga fönsterlösa gavlar eller källartak vara enkla och billiga att tilläggsisolera. Vissa uppvärmningssystem måste byggas om för att för att man ska kunna inreglera värmen i de olika kontoren i en kontorsbyggnad på ett tillfredsställande sätt. Ibland måste även ventilationssystemen byggas om för att kunna ge ett bra inomhusklimat utan alltför stor energiåtgång.
3. Tredje rutan är en av de mest lönsamma energisparåtgärderna då man går över från tvåglas till treglas- fönster (Bokalders & Block, 1997).

#### 4.3.13 Fönster tejp

En av de viktiga köldbryggorna som nämnts innan är fönster. Med dagens nya teknik kan man genom små justeringar minska värmeförlusten. Rockwool har genom nya metoder tillverkat en ny sorts tejp som underlättare dagens bygg. Den rocktäta tejp är speciellt framtagen och är flexibel tejp som består av akryllim. Denna tejp kan användas på alla slags membran, kryssfanér, undertak, spånskivor, OSB-skivor samt hyvlat trä och på släta metallytor.

##### 4.3.13.1 För- och nackdel med rockwool tejp

###### ➤ Fördel

- Tejpen är temperaturbeständig mellan -40 till +70 Celsius grader.
- Den utgör ingen fara för hälsan.

###### ➤ Nackdel

- Den kan inte användas på sten- och betongmaterial, till exempel lättbetong, betong, mursten, lättklinkerbetong.

- Kan ej användas på ojämna trätytor samt material som innehåller bitumen.

## 5 Design

### 5.1 Form och struktur

Formen spelar väldigt stor roll för en byggnads energiförbrukning. Formen, storleken, samt flera andra aspekter leder till hur bra en byggnad kan klassas. I dagens läge strävar man efter att få en bra byggnad med en liten investering. De vi vill få fram är bra lösningar på hur man minskar sina kostnader genom att tillämpa den senaste tekniken som marknaden erbjuder (Bokalders & Block, 1997).

#### 5.1.1 Arkitekturen

En viktig del som man måste beakta ur energisynpunkt är arkitekturen. Hus och byggnader som är mindre och välplanerade sparar energi. Husets form, temperaturzonering, val av hustyp och en arkitektur som ger brukaren en möjlighet att nyttja passiv solvärme är olika arkitektoniska medel för att utnyttja energin ännu bättre (Bokalders & Block, 1997).

#### 5.1.2 Klotet, Kuben

För att kunna få ett så energisnålt och materialsnålt hus som så möjligt gäller det att försöka innesluta största möjliga volym med minsta mängd yttervägg. Den teoretiskt bästa skepnaden är ett klot, dock är det inte lätt att utnyttja volymen i klotet på ett effektivt sätt. Detta medför då att vi för det mesta hamnar på två våningshus med formen av en kub, i kvadratiska 1 ½ våningshus med kvadratisk valmade tak där vinden inreds eller i åttakantiga tvåvåningshus med neddraget tak. Samma princip används vid byggande av kontorsbyggnader. De brukar för det mesta ha formen av en kub (Bokalders & Block, 1997).

#### 5.1.3 Jordintegrering

Ett sätt som kan hjälpa till att minska värmeförlusterna är att gräva ner sitt hus eller byggnad. Detta kan utföras genom att marken dras upp på väggen, eller genom att bygga souterränghus. Det finns exempel på individer som gräver ner sina hus och låter fönstren peka mot en gård eller mot en fasad som sticker fram ur marken, dock erfarenheten har visat att det ofta kostar mer än vad det smakar.



Det är dyrt att bygga väggar som är belägna under jord då de ska stå emot både jordtryck och fukt som försöker tränga in i byggnaden. Men det finns en arkitekt som har visat att det är möjligt att bygga sådana hus utan alltför höga kostnader, som då har lett till att familjen fått låga driftkostnader (Bokalders & Block, 1997).

#### 5.1.4 Temperaturzoner

En viktig detalj som medverkar i att minska värmeförlusterna är att minska storleken på den uppvärmda volymen. Ett sätt att kunna göra detta är genom att man delar upp byggnaden i olika temperaturzoner, till exempel förråd samt andra utrymmen där människan inte befinner så ofta i. Vi kan tänka oss att ha varierande temperaturer i bostaden, men det är många gånger svårt att genomföra praktiskt om vi har ett kompakt och välisolerat hus. Byggnader med trapprum borde förses med dörrar som hindrar termisk utjämning och minskar övervärme i övervåningen (Bokalders & Block, 1997).

#### 5.1.5 Zonering utanför klimatskärmen

Zonering av byggnader kan pågå även utanför klimatskärmen. Vi kan till exempel vindskydda fasaden genom att odla klätterväxter, genom att ha ett pälsliknande ytskikt, eller genom att bygga ut en extra ytterpanel. På detta sätt skyddas byggnaden för väder och vind och det bildas samtidigt ett utrymme som delvis kan användas som ett uthusförråd för förvaring av cyklar med mera (Bokalders & Block, 1997).

#### 5.1.6 Uthus

Ett sätt att sköta hushållet med värme är att ha de uppvärmda ytorna i en välisolerad byggnad, medan andra funktioner, såsom förråd, lager med mera flyttas ut till ett närbeläget uthus. Uthusen kan naturligtvis byggas i anslutning till huvudbyggnaden (Bokalders & Block, 1997).

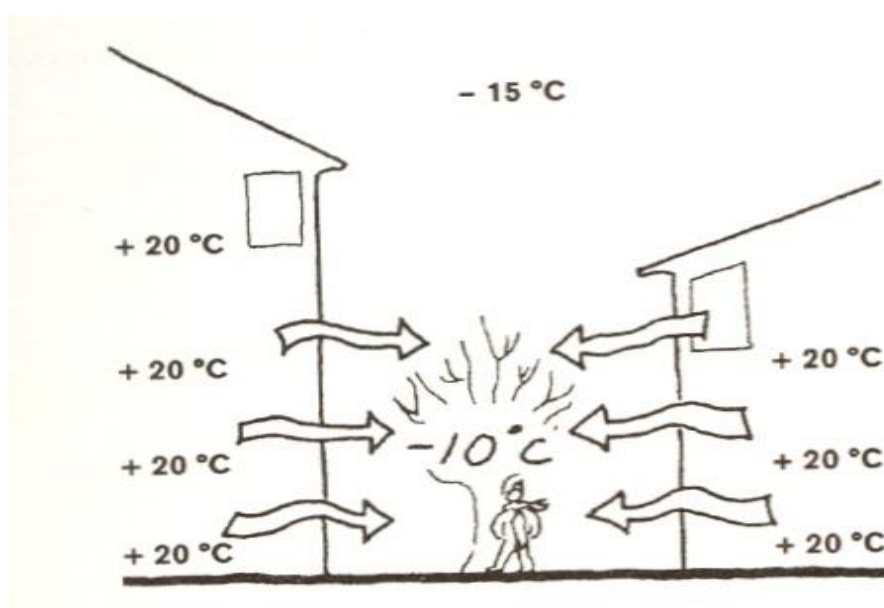
#### 5.1.7 Ytor

Förut kunde man spara energi genom att leva på olika ytor i en byggnad under året, det vill säga att man bara värmdes upp på vissa ytor där man planerade att vistas i. Människan lärde sig vidga och krympa sitt livsrum efter temperaturen och vädret. Men med dagens teknik så kan man betydligt minska energianvändningen (Bokalders & Block, 1997).

## 5.2 Hustyper och gruppering

### 5.2.1 Vindskydd och värmeöar

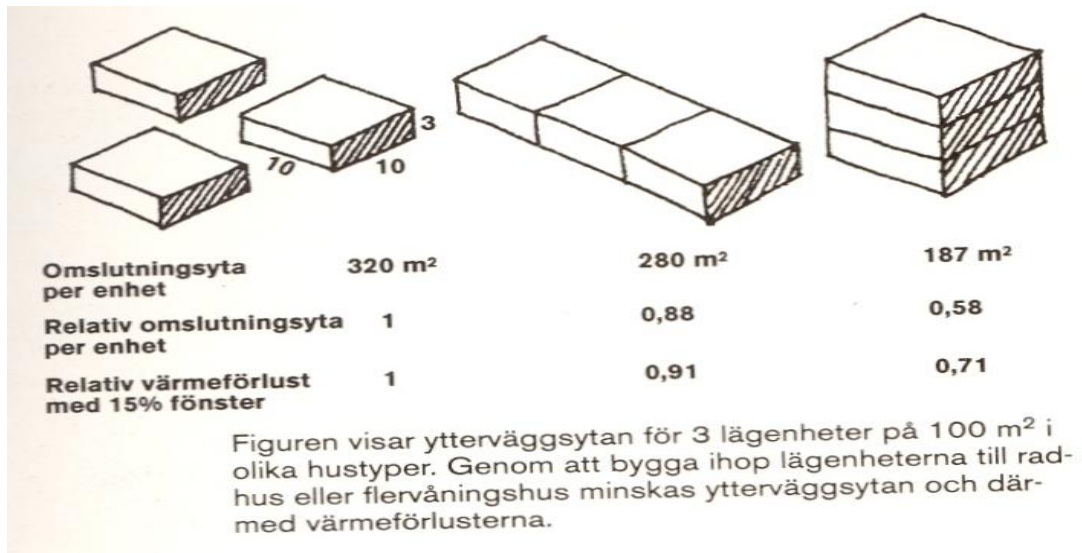
Vi som byggare kan påverka värmeförlusterna genom att gruppera byggnaderna på ett visst sätt. Byggnaderna kan till exempel skydda varandra mot vinden, samt att hus som ligger tätt intill varandra fungerar faktiskt så att värmestrålning från en byggnad kommer de andra huset tillgodo, de bildar en så kallad "värmeö" (Bokalders & Block, 1997).



(Bokalders & Block, 1997).

### 5.2.1 Hustyp

En annan viktig aspekt vi borde ta hänsyn till är hustypen, som har väldigt stor betydelse. Beroende på hur våningsantal och hur olika enheter är ihopbyggda kan göra att ytterväggs- och takyta reduceras. Här nedanför har vi några exempel på hur man minskar värmeförlusterna genom att använda sig av olika hustyper (Bokalders & Block, 1997).



(Bokalders & Block, 1997).

### 5.2.1 Passiv solvärme

Det går att spara energi genom att utnyttja gratisvärmerna från solen. Några exempel på hur man kan göra det är:

- Fönster som är riktade mot söder, det vill säga den totala fönsterytan ökas inte men fler och större fönster placeras mot söder än mot norr. Detta kallas för ett direkt system, eftersom solvärmerna kommer rakt in i byggnaden.
  - Rum med tvåglasfönster istället för englas fönster. Det här kallas för ett indirekt system på grund av att solen värmer det glasade rummet och värmen tas in från glasrummet till huset genom att vi öppnar ventiler, ett fönster eller en dörr.
  - Solväggar, då en del av fasadmaterialet framför isoleringen har ersatts med glas och en svart plåt. I detta system värms luft upp bakom plåten i solväggen och kommer in i huset genom själv-cirkulation eller genom att tilluft tas in denna väg. Det här är ett indirekt system som är passivt eller aktivt beroende på om det finns en fläkt i systemet eller inte
- (Bokalders & Block, 1997)

## 5.3 Ventilation

### 5.3.1 Luft

Ventilationen tjänar två syften, först att ren luft tillförs ett rum dels att förorenad luft ska föras bort. En viktig aspekt som ska tas hänsyn till är att ventilationen ska anordnas så att spridning av föroreningar i byggnaden motverkas. Den tillförda luften ska vara dimensionerad så att inomhusluften blir behaglig och hälsosam samt att byggnaden ska kunna användas till vad den är avsedd för.

Temperaturen måste vara jämn, varken hög eller för låg i lokalerna. Luften som leds in i lokalerna ska föras in dragfritt och koldioxidhalten skall hållas inom vissa gränser. Personer som befinner sig i lokalerna ska inte drabbas av vare sig kortvariga irritationer på slemhinnor och hud eller långvariga besvär som huvudvärk, trötthet eller nedsatt motståndskraft mot infektionssjukdomar (Warfvinge, 2002)

### 5.3.2 Ventilationssystem

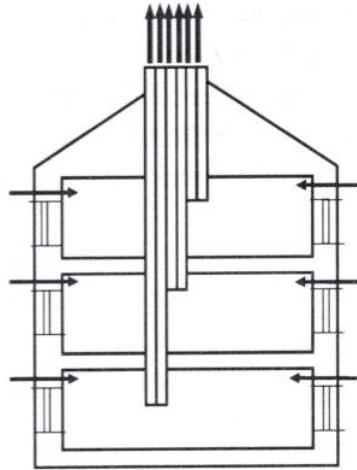
Det finns några olika värmesystem som till exempel:

- Typ S, självdragsystem
- Typ F, frånluftssystem
- Typ FTX, från- och tilluftssystem

### 5.3.3 Självdragsventilation, S

Även om de flesta husen idag inte byggs på det sättet mer är det viktigt att veta hur detta system fungerar för att det är vanligt i gamla byggnader före 1970. Systemet drivs i huvudsak av termiska krafter och av vinden. Det vill säga att varm rumsluft stiger i frånluftskanalerna på grund av densitetsskillnader gentemot uteluften och det skapade undertrycket suger in uteluft genom uteluftsventiler och otätheter i klimatskalet.

Vanligen placeras uteluftsventiler i till exempel vardagsrum, sovrum och frånluftsdon i badrum, kök, klädkammare och tvättstuga (Warfvinge & Dahlblom, 2010).



*S-systemets principiella utformning. Varje frånluftsdon är anslutet till en egen frånluftskanal. (Warfvinge & Dahlblom, 2010).*

### 5.3.3.1 För- och nackdelar med självdragsystem

- **Fördelar**

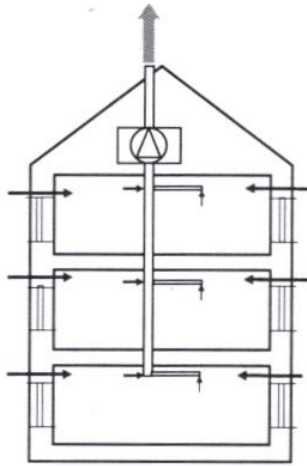
- Drar ingen fläktel
- Inget fläktljud som kan störa
- Inget fläktrum behövs
- Litet underhållsbehov

- **Nackdelar**

- Svårt att klara av ventilationskraven sommartid
- Risk för överventilering vintertid
- Ej möjligt att återvinna värmen i frånluften

### 5.3.4 Frånluftsventilation, F

I ett sådant system skapas det ett undertryck med hjälp av en frånluftsfläkt. Lufttillförsel sker genom uteluftsventiler som på samma sätt som i ett S-system är placerade i de rum man mest vistas i, det vill säga i vardagsrum och sovrum (Warfvinge & Dahlblom, 2010).



*F-systemets principiella utformning. Flera frånluftsdon kan anslutas till samma frånluftskanal. (Warfvinge & Dahlblom, 2010).*

#### 5.3.4.1 För- och nackdelar med frånluftssystem

##### ➤ **Fördelar**

- Ventilationsflödet kan kontrolleras
- Fläkten skapar ett stabiliserande undertryck
- Måttligt utrymmesbehov

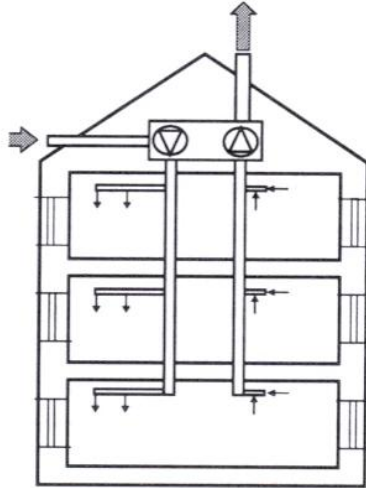
##### ➤ **Nackdelar**

- Fläkten drar el
- Utifrån kommande ljud genom uteluftsventiler kan vara störande
- Fläkten kräver ett visst mått av tillsyn
- Kräver eventuellt underhåll och skötsel

#### 5.3.5 Till- och frånluftsventilation med återvinning, FTX

Uteluft tas för det mesta in helst i byggnadens översta delar, med tanke på att luften är renare högre upp. Till skillnad från de andra systemen kan ett FTX-system filtrera luften samt värma och eventuellt kyla ner det. För detta system behövs två kanalsystem, det vill säga ett för till- och ett för frånluft.

Detta system är ett vanligt ventilationssystem som används i lokalbyggnader som till exempel kontor, sjukhus och vårdlokaler, laboratorier, varuhus med mera. Alla de ovannämnda ventileras kraftigare än vanliga bostäder och ibland krävs också kylning (Warfvinge & Dahlblom, 2010).



Principiell utformning av ett till- och frånluftssystem i ett hus.  
(Warfvinge & Dahlblom, 2010).

Ett FT-system tillåts också styrning av tilluften oberoende av väderleken. Fördelen med ett FTX-system är att värmen i frånluften används för att med hjälp av en värmeåtervinningsapparat värma tilluften. Temperaturen i frånluften är alltid samma eller har något högre temperatur än rumsluften och är därför under större delen av året betydligt varmare än uteluften.

Vid val av ventilationsluftflödet och därmed ventilationssystem är dessa värden bra att beakta vid dimensionering:

- Högsta tillåtna CO<sub>2</sub>-halt 1000 ppm
- Klassrumsstorlek 2,1 m<sup>2</sup>/person
- Klassrumshöjd 3 meter

Dessa värden kan approximeras och beaktas enskilt vid varje ny ventilations utformning. (Warfvinge, 2002)

#### 5.3.5.1 För- och nackdelar med FTX-system

##### ➤ **Fördelar**

- Uteluften kan filtreras
- Stora möjligheter att styra luftväxlingen
- Möjlighet att återvinna värmen i frånluften
- Möjlighet till dragfri tillförsel av ventilationsluften

## ➤ Nackdelar

- Två fläktar kräver el
- Ökat underhåll
- Risk för buller från fläkt och rumsdon
- Utrymmeskrävande vad gäller kanaler och fläktrum

(Warfvinge & Dahlblom, 2010)

### 5.3.6 Luftflöde i lokalbyggnader

De flesta lokalbyggnader som till exempel kontor, skolor, butiker, sjukhus, fungerar som arbetslokaler och omfattas därför av Arbetsmiljöverkets regelverk. Enligt deras regler får inte uteluftsflödet

7 l/s och person + 0,35 l/s och m<sup>2</sup> golvarea

i de rum där personer oupphörligt vistas. Funderingen med area tillägget är att föroreningar bundna till inredningen och verksamheten som bedrivs ska kunna ventileras bort.

Tabellen nedanför är tagen ur Warfvinge & Dahlblom (2010) och beskriver olika luftflöden för olika lokaler.

Exempel på ventilationsflöde baserade på praxis eller myndighetskrav. T står för tilluftsflöde och F för frånluftsflöde.

Verksamhet	Ventilationskrav
Klorlagerrum	20 oms/h
Rum för röntgenframkallning	T 4,2 l/s,m <sup>2</sup>
Telefonhytt i apotek	T 14 l/s,m <sup>2</sup>
Sillrum	F 7 l/s,m <sup>2</sup>
Expedition på bibliotek	T 20 l/s,person
Blankettförråd	F 10 l/s,rum
Bastu	F 3 l/s,person
Scen	T 7,7 l/s,m <sup>2</sup>



I kontor kan luftomsättningen vara uppemot 3 oms/h om ventilationen ska hålla luften ren. För skolor bör luftväxlingen vara 5 oms/h. Jämför man dessa med bostäder som bara ventileras med 0,5 oms/h. Det viktigaste med ventilationen är att den ska hållas ren, dvs. inte skapa irritationer för personer som vistas i lokalen (Warfvinge & Dahlblom, 2010)

## 5.4 Värmesystem

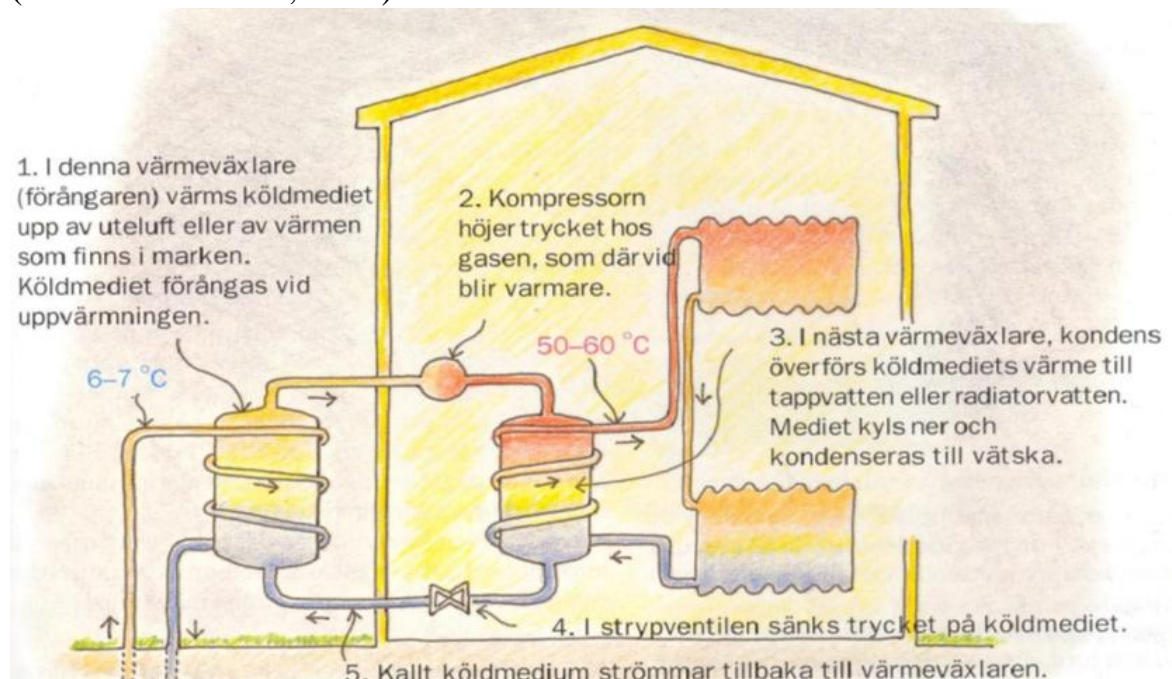
### 5.4.1 Installation

Värmepumpinstallationer utförs ofta av ekonomiska och/eller miljömässiga skäl. Hur stor den ekonomiska vinsten är kan inte sägas generellt. Varje byggnad är personlig liksom varje värmepump (Konsumentverket, 1998).

### 5.4.2 Värmepump

En enkel förklaring är att det är en maskin, som tillverkar värme i till exempel luften, vattnet eller jorden. I en värmepump höjs temperaturen på denna värme, som därefter överförs till husets värmesystem. En värmepump är också miljöriktig och gynnar till att energiuttag från förorenade energislager minskar.

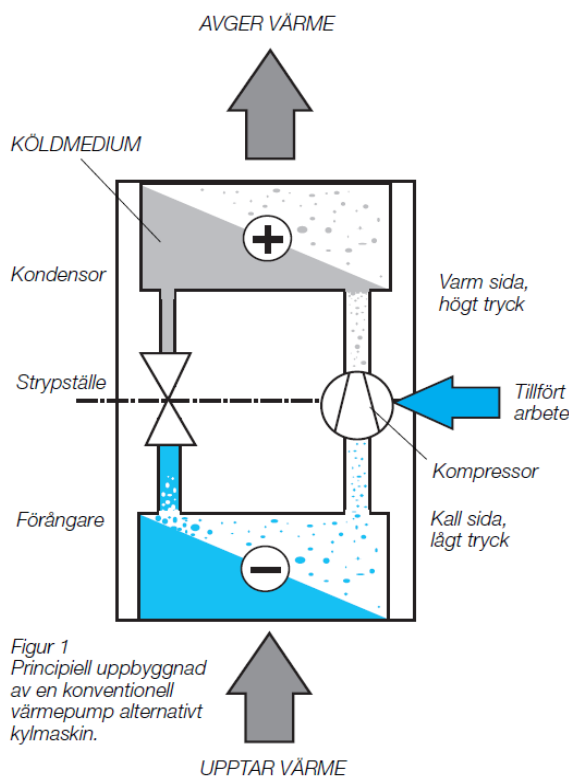
Vetenskaplig lärobyggnad för värmepumpar grundar sig på att alla vätskor, gaser eller fasta ämnen innehåller värme så snart dess temperatur är högre än  $-273$  Celsius grader, vilket kallas för den absoluta nollpunkten (Konsumentverket, 1998).



(Konsumentverket, 1998).

### 5.4.3 Värmepump som värmekälla

Värmepumpen börjar bli allt vanligare som värmekälla i småhus och byggnader. Fördelen med värmepumpen är att den kan minska uppvärmningskostnaderna till uppemot en tredjedel jämfört med direktel eller vattenburen elvärme (Warfvinge & Dahlblom, 2010). Principen visas i 2.4.4.



(Effektiv)

### 5.4.4 Uppbyggnad av värmepump

En värmepump består i huvudsak av fyra komponenter:

- Förångare
- Kondensator
- Kompressor
- Strypventil

Dessa delar är anslutna i ett rörsystem till en sluten krets. I värmepumpen cirkulerar ett köldmedium, som kan förångas vid lågt tryck och låg temperatur och kondensera vid högt tryck och hög temperatur.

Värmen upptas i förångaren och köldmediet övergår då från vätska till ånga. Då sugas ångan in i kompressorn som då leder till att både trycket och temperaturen ökar.

Därnäst avges värmen från kondensorn, till exempel till husets uppvärmningssystem, då köldmediet passerar strypventilen.

Värme pumpas på detta sätt från en lägre temperatur till en högre drivenergi tillförs kompressorn som i princip alltid är eldriven.

Den avgivna effekten vid kondensorn blir summan av effekten till förångaren,  $P_f$ , och kompressor effekten,  $P_K$ .

Värmefaktorn,  $\varepsilon$  anger förhållandet mellan den effekten som avges från värmepumpen och eleffekten till kompressorn, då får man fram att:

$$\varepsilon = \frac{P_f + P_K}{P_K}$$

Värmefaktor bör alltid vara större än 1 och i storleksordning 3-4. Värmekällan kan ha en oförändrad eller varierande temperatur. En värmepump som dimensioneras för drygt 60 % av effektbehovet täcker närmare 90 % av energibehovet för uppvärmning av varmvattnet (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

#### 5.4.5 Köldmedier

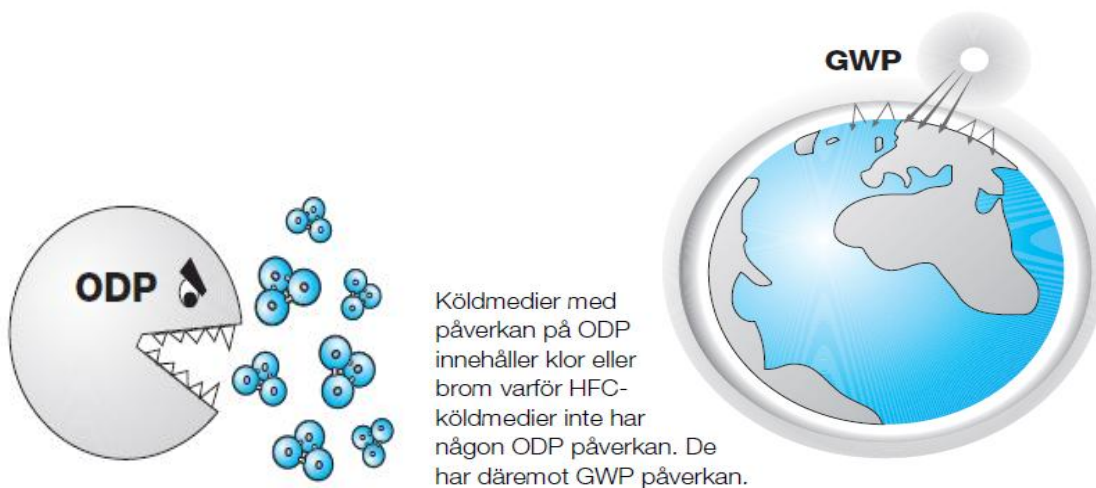
Köldmedier är ett samlingsnamn på det medium som finns inne i en sluten kretsprocess från vilken användbar kyla eller värme sänds ut.

I byggsammanhang hör man om köldmedier i kylmaskiner och i värmepumpar. De kan antingen vara en vätska eller gas, beroende på dess temperatur och tryck.

En viktig detalj som man måste beakta är att köldmedier ska ha en låg kokpunkt, det vill säga den temperatur då vätskan övergår till gasform skall vara låg. De vanligaste köldmedierna som använd innehåller ofta klor. Freon är ett vanligt handelsnamn på dess kemiska föreningar (Daikin).

#### 5.4.6 Benämningar

Köldmedier brukar normalt betecknas med bokstaven R följt av en sifferkombination (exempel R22). Kombinationen av dessa siffror är uppbyggd utifrån köldmediets kemiska sammansättning. Siffrorna ger besked om hur stort antal fluor-, väte-, klor-, kloratomer det innehåller. Olika företag strävar idag med att fasa ut köldmedium som R22 och istället byta ut dem mot ozonvänliga köldmedium. Några sådana exempel är R-134a, R-407C (Effektiv).



(Effektiv)

### 5.4.7 Miljöpåverkan

När det diskuteras om olika köldmediers påverkan används ofta två olika begrepp, ODP och GWP. Dessa står för Ozone Depletion Potential samt Global Warming Potential. De påverkar ozonet och leder till att vi får en växthuseffekt som är dålig ur miljösynpunkt.

Tabellen här nedan visar hur valet av köldmedier påverkar miljön beskrivet i ODP och GWP.

Köldmedium	Kategori	ODP	GWP
R11	CFC	1	4000
R12	CFC	1	8500
R12B1	Halon	3	*
R13	CFC	1	11700
R13B1	Halon	10	5600
R22	HCFC	0.055	1700
R23	HFC	0	11700
R32	HFC	0	650
R114	CFC	1	9300

(Effektiv)

Det vi idag strävar efter är en ny sorts teknik som gynnar både miljön och människorna. Vi vill skapa ett system som gynnar vår framtid, med tanke på det är de viktigt att vi planerar och investerar för att spara i längden (Effektiv).

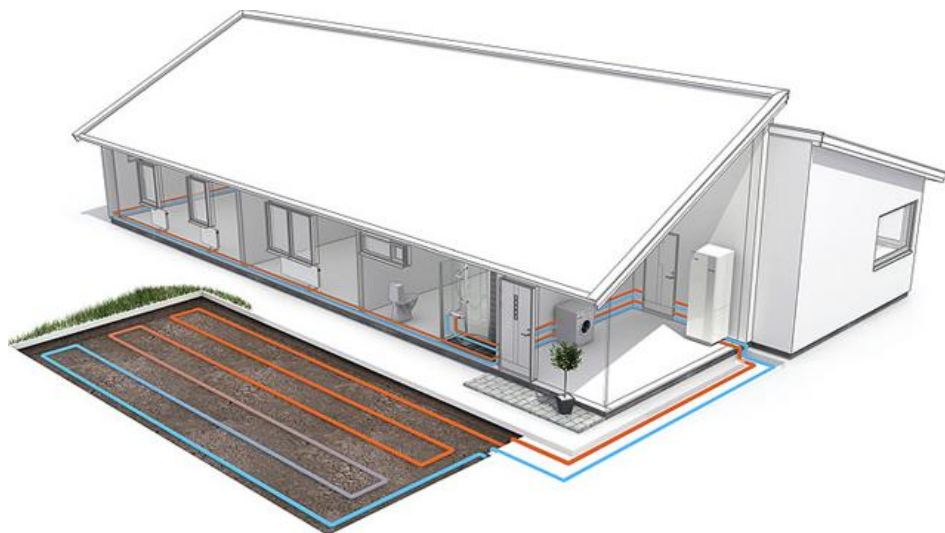
### 5.4.8 Framtidens värmepump

Några vanliga värmepumpar som nämns i dagens läge till exempel uteluftsvärmepump, ytjordvärmepump och sjövärmepump, samt grundvattenvärmepump och bergvärmepump. Värmepumpar är det mest effektiva och rena uppvärmningssystem som finns på marknaden idag. Genom att installera en värmepump kan du sänka dina kostnader betydligt. Värmepumpar är relativt enkelt att installera och kräver inget stort ingrepp i huset (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

### 5.4.9 Ytjordsvärmepumpar och sjövärmepumpar

Ytjordsvärmepumpar tar upp sin energi ur marken. Värmeuppfångaren består av rör som grävs ner åtminstone 0,5 meter under marken. I dessa rör cirkulerar vatten med tillsats av frysskyddsmedel. För att man ska kunna värma upp en normalstor villa skulle det krävas ca 300 meter långa rörslingor, med ett mellanrum mellan slingorna på en meter.

Till skillnad från uteluftsvärmepump har ytjordsvärmepumpen bättre driftsförhållanden eftersom temperaturen är jämnare i marken än i luften.



(Nibe)

### 5.4.9.1 För- och nackdelar med ytjordvärmepumpar

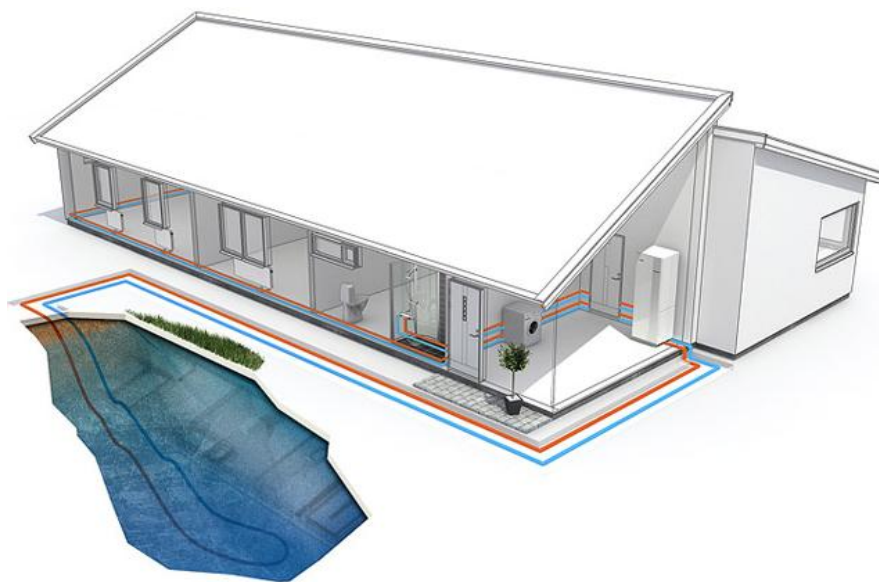
#### ➤ **Fördelar**

- Vanligt system i södra delarna av Sverige
- Stor driftsäkerhet och bra livslängd
- Stort utbud av olika värmepumpar

#### ➤ **Nackdelar**

- Man behöver röra upp i trädgården för att installera detta system
- När slangen slits ut måste man byta ut den det vill säga extra kostnad (Svepinfo)

En annan variant på ytjordvärmepump är sjövärmepumpen. Solenergi lagras även i sjöar. Denna energi kan erhållas på nästan samma sätt som vid ytjordanläggningar. Den värmeupptagande slangen läggs ner på sjöbotten med hjälp av tunga sänken. I några fall kan slangarna läggas i bottensedimentet, som då håller högre temperatur än vattnet (Warfvinge & Dahlblom, 2010).



(Nibe)

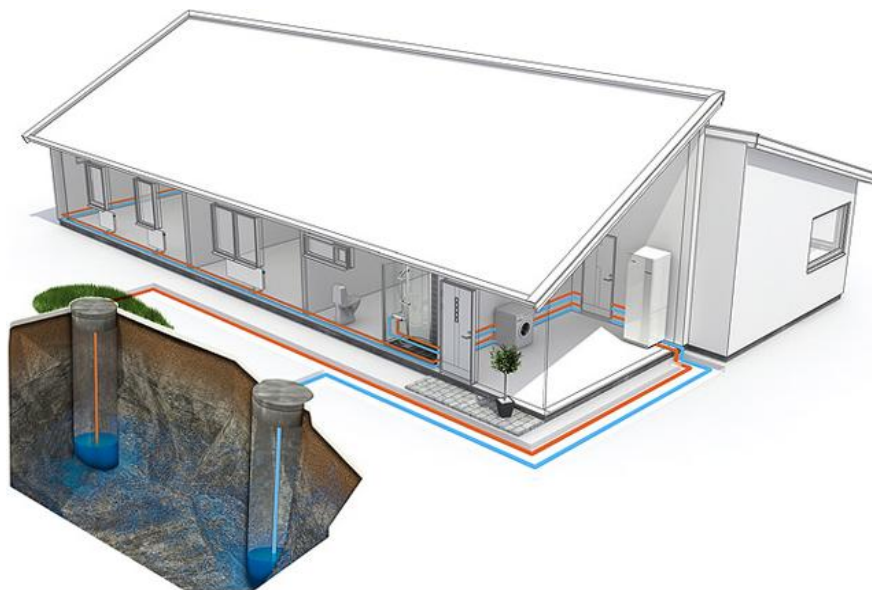
Utbytet av värme blir då högre än med slangarna i vattnet. Vattentemperaturen är varierande under året, men på större djup är temperaturen ganska stabil. Värmeutbytet per meter slang är cirka lika stort som vid ytjordsförlagda slangar. För att använda sjövattnen som värmekälla måste ägaren ha tillstånd för att lägga ut en värmeupptagande slang i vattnet, samt anslag måste sättas upp, som då förbjuder ankring inom området. Även vid denna sortens värmekälla skall ägaren beakta risken för bullerstörning från kompressorn (Konsumentverket, 1998).

#### 5.4.10 Grundvattenvärmepump

I detta fall hämtas energi från djupare marklager genom djupborrade brunnar. Såsom ytjorden är varm är det också varmt nere i berg eller i jorden på större djup mellan 50-100 meter. Grundvattnet på dessa djup håller också en hög temperatur för värmepump användning. Med hänsyn till temperaturnivåerna är en grundvattenvärmepump bättre än värmepumpar för uteluft, ytjordvärme bland annat.

Vanligt pumpas vattnet upp till värmepumpen och återförs sedan i en annan brunn som är belägen på tillräckligt långt avstånd så att återströmning inte sker. Nackdelen med att använda grundvatten som värmekälla är att det kan vara svårt att hitta brunnar med tillräcklig kapacitet.

Berg, grundvatten och jord håller en oföränderlig temperatur under året, i alla fall på ett djup större än 20 meter. I södra och mellersta Sverige stämmer temperaturen överens med ortens medeltemperatur för året. För norra Sverige är jordvärmens 2-3 celsiusgrader varmare än luftens medeltemperatur, på grund av att marken där isoleras med ett snöskikt (Konsumentverket, 1998).



(Nibe)

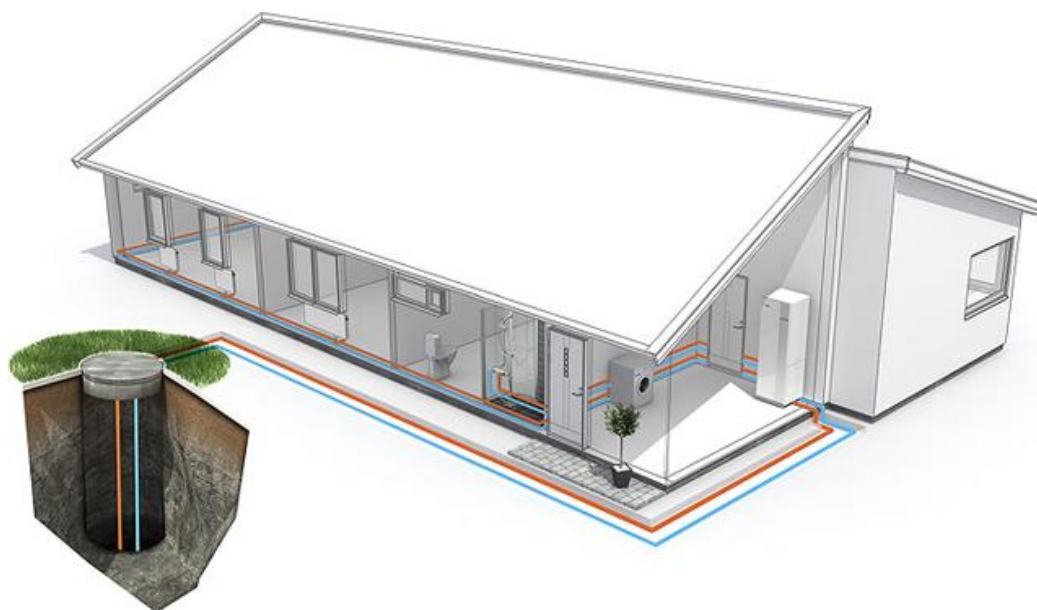
### 5.4.11 Uppbyggnad av bergvärme

Bergvärmepumpar utnyttjar värmekällan som har bästa förutsättningar för att ge tillräkligt med värme under hela året. Värmekällan har alltid hög temperatur. Desto djupare håll man borrar, desto mer värme kan erhållas.

Men till skillnad från grundvattenvärmepumpar så sänks slangen ner i borrhålet och en köldbärare cirkulerar.

Fördelen med bergvärmepumpen är att den kan tillökas med solfångare som laddar borrhålet med värme sommartid, men om det är lönsamt är tveksamt. En bergvärmepump hämtar värme på ett djup av cirka 50-200 meter (Konsumentverket, 1998).

Det som ska beaktas är att man inte borrar för grunt. I dessa system som brukar det finnas en eller flera slängöglor, fyllda med glykol- eller spritblandat vatten, som går ner i borrhål i berget dit grundvattnet rinner till. På denna plats värms vätskeblandningen upp i slangen, dels av grundvattnet men också av själva berget. Även av bergvärmepumpar finns det modeller där rösringsen är fylld med ett köldmedium.



Värmen som utvinns från borrhålet kan användas för såväl vattenburen som luftburen värme och för varmvatten. Det vanligaste idag är för uppvärmning av varmvattnet, där det används för uppvärmning (Konsumentverket, 1998).



#### 5.4.11.1 För- och nackdelar med bergvärme

##### ➤ **Fördelar**

- Vanligaste typen av värmepumpinstallation i Sverige vilket ger ett brett utbud av värmepumpar
- Mycket driftsäkert system med bra livslängd

##### ➤ **Nackdelar**

- Hög kostnad för borrhning.
- Då värmepumpen blir utsliten leder det till extra kostnader.  
(Svepinfo)

### 5.5 Byggnads energibehov

#### 5.5.1 Energiförbrukning för lokalbyggnader

Energiförbrukningen för byggnader kallas för köpt energi, och delas upp i följande poster:

- uppvärmning
- varmvattenberedning
- fastighetsel
- komfortkyla
- verksamhetsdel

#### 5.5.2 Uppvärmning

Den köpta energin ska täcka förlusterna mot uteluften. Behovet av köpt energi för uppvärmning sänks genom gratisvärmestillskottet i form av solinstrålning genom fönster och värme som fås från personer, fastighetsel samt annat (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

#### 5.5.3 Varmvattenberedning

Beroende på hur mycket varmvatten som förbrukas och ju sämre distributionsrören är isolerade dess mer värme går åt för att bereda varmvatten.

Vanligen mäts energin för varmvattenberedningen och uppvärmning med den allmänna mätaren som tillhör energileverantören. Det man egentligen mäter är kallvattenförbrukningen (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

#### 5.5.4 Fastighetsel

Det som räknas in i fastighetsel är då den allmänna driften och inbegriper el för pumpar, fläktar, belysning av gemensamma utrymmen, yttrebelysning med mera (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

#### 5.5.5 Komfortkyla

Vid produktion av komfortkyla med kylmaskin skall elen medräknas till kompressorn. Om byggnaden är ansluten till fjärrkyla är det en egen post eller om man tar in kyla som frikyla, till exempel från en närliggande sjö, används el endast till cirkulationspumparna (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

#### 5.5.6 Verksamhetsel

Det är elen som används i lokalbyggnader till belysning, kontorsapparater, eventuella vitvaror. I byggnader som kontorsbyggnader är det svårt att urskilja mellan fastighetsel och verksamhetsel på grund av att det oftast bara finns en enda elmätare för båda (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

## 5.6 Kostnad

### 5.6.1 Beräkning av energibehov

Energibehovet kan beräknas på tre olika sätt. Den metoden vi ska beakta är:

- handberäkningsmetod med gradtimmar

Denna beräkningsmetod är väldigt simpel och därför den minst noggranna metoden, men den ger en bra uppfattning om vilka faktorer som påverkar energibehovet samt hur det beräknas och deras storlek.

Handberäkningsmetoden är lämpad för bostäder och lokalbyggnader med måttliga värmetillskott från sol och brukare (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

Gradtimmar,  $G_t$ , ( $^{\circ}\text{Ch}/\text{år}$ ) för olika normalårstemperaturer,  $T_{un}$ , och gränstemperaturer,  $T_g$

$T_g$ $^{\circ}\text{C}$	$T_{un}$ $^{\circ}\text{C}$										
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
25	238900	229400	220300	211200	202000	192900	184000	174900	165600	156800	147300
24	230100	220600	211600	202500	192300	184200	175300	166300	157000	148300	138700
23	221400	211900	202900	193800	184600	175600	166700	157700	148500	139800	130300
22	212750	203200	194300	185200	176000	167000	158200	149200	140000	131300	121900
21	204100	194600	185700	176600	167500	158600	149700	140800	131600	123000	113600
20	195500	186100	177200	168100	159000	150100	141300	132400	123300	114800	105500
19	187000	177600	168700	159700	150600	141800	133000	124200	115200	106700	97600
18	178500	169200	160300	151300	142300	133600	124900	116100	107200	98900	90000
17	170100	160800	152000	143100	134100	125400	116800	108200	99500	91400	82700
16	161700	152500	143800	135000	126100	117500	109000	100500	92000	84200	75700
15	153500	144300	135700	127000	118200	109700	101400	93200	84900	77200	69000
14	145400	136300	127700	119200	110500	102300	94100	86100	78000	70600	62700
13	137400	128400	120000	111500	103100	95000	87100	79300	71500	64300	56600
12	129600	120800	112400	104200	96000	88000	80300	72700	65200	58200	50900
11	121900	113300	105100	97000	89000	81400	73900	66500	59300	52500	45400
10	114500	106000	98000	90100	82400	74900	67700	60600	53600	47100	40300
9	107200	99000	91200	83500	76000	68800	61800	54900	48200	42000	35500
8	100200	92200	84600	77200	69900	62900	56200	49600	43200	37100	31100
7	93500	85800	78300	71100	64100	57400	50800	44500	38400	32600	26900
6	87000	79500	72300	65300	58500	52000	45800	39700	33900	28400	23000
5	80750	73500	66500	59700	53200	47000	41000	35200	29700	24500	19500
4	74773	67794	61066	54537	48310	42382	36655	31129	25904	20980	16260
3	69043	62338	55884	49631	43680	38030	32582	27337	22397	17763	13340
2	63560	57131	50955	44981	39310	33942	28780	23824	19178	14847	10740
1	58323	52174	46278	40586	35200	30120	25248	20590	16248	12233	8460
0	53333	47466	41853	36447	31350	26562	21988	17634	13607	9920	6500

(Warfvinge & Dahlblom, 2010). Tabell 1:1.

### 5.6.2 Solvärmertilskott genom fönster, $P_s$

Solinstrålning mot en fönsteryta kan uppgå till 650 W/m<sup>2</sup> och varierar med avseende på tidpunkter under dagen och året. Störst solinstrålning på sommaren är öst- och västorienterade fönster och på våren samt hösten är det södervända fönster. En molnfri dag kan den direkta strålningen vara 90 % av totalstrålningen (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

### 5.6.3 Internt värmertilskott, $P_i$

Med detta avses värmertilskott från människor, maskiner, belysning och så vidare. Tabellen nedanför visar några exempel på olika påverkan från personer, apparater och belysning (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

Lokaltyp	Person- värme (W/m <sup>2</sup> )	Belysning (W/m <sup>2</sup> )	Apparater (W/m <sup>2</sup> )
Bostäder	1,5	4	3
Dagis	6	8	2
Kontor	4	8	10
Skolor	12	10	6

(Warfvinge & Dahlblom, 2010) Tabell 1:2.

### 5.6.4 Effekt och energi

En viktig del som har stor betydelse på energibehovet är utomhustemperaturens nivå och variation på en ort. Den energi som behövs till uppvärmning ska täcka energiförlusterna på grund av transmission, luftläckage och ventilation. Enligt boken Projektering av installationer i byggnader, beräknas värmeenergiebehovet som produkten mellan effekt och den tid som den verkar.

Effektbehovet tecknas som:

$$E = \int P * dt$$

Wh

Figuren nedanför visar samtidigt utetemperaturens variation under ett år.

Den eftertraktade inomhustemperaturen när markerad med linjen  $T_{in}$ .  
Differensen mellan ute- och innetemperaturkurvan är mått på  
värmeeffektbehovet för byggnaden.

### Normalårstemperatur, $T_{un}$ , för några orter.

Ort	Normalårstemperatur (°C)
Arjeplog	-0,5
Karesuando	-1,6
Luleå	1,5
Sundsvall	3,2
Östersund	2,5
Falun	4,2
Gävle	4,4
Karlstad	5,8
Västerås	5,9
Stockholm	6,6
Norrköping	6,3
Göteborg	7,7
Växjö	6,4
Lund	7,9

(Warfvinge & Dahlblom, 2010). Tabell 1:2.

Temperaturen  $T_g$ , kallas gränstemperaturen, och visar när värmesystemet kan slås ifrån. Om utomhustemperaturen är mindre än gränstemperaturen kommer aktiv uppvärmning begäras från värmesystemet (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

#### 5.6.5 Energibehov för uppvärmning med gradtimmar

För att få fram energibehovet måste man beräkna det momentana effektbehovet vid en godtycklig tidpunkt, det betyder vid en godtycklig utetemperatur, där transmissionsförluster, ventilationsförluster och värmetillskott ingår. Då man inte behöver extra värme, kan ekvationen skrivas som:

$$T_g = T_{inne} - \frac{P_g}{Q_{tot}} \quad C$$

Sedan tittar man i tabell 1:1 och får fram gradtimmarna,  $G_t$  (Ch/år) (Warfvinge & Dahlblom, 2010).

## 6 Vip +

### 6.1.1 Allmänt

Vip+ är ett program som beräknar energiförbrukningen i byggnader. De flesta delenergiflödena beräknas utifrån faktorer som är kända eller mätbara. Hur mycket energi en byggnad förbrukar för ett referenshus enligt Boverkets Byggregler BBR2002 kan beräknas utifrån indata för aktuell byggnad.

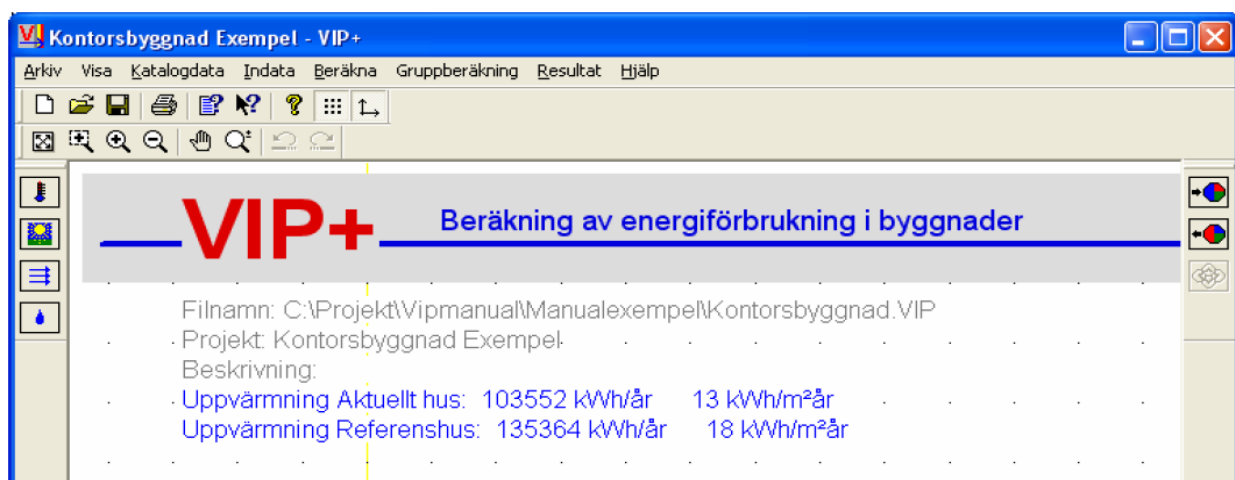
Förutom att den beräknar energiförbrukningen så beräknar den även U-värdet för den aktuella byggnaden samt att den redovisar om värdet överstiger det tillåtna (Strusoft).

### 6.1.2 Uppbyggnad av Vip+

Programmet är avsett för beräkning av en byggnads energiförbrukning under en tidsperiod som vanligen omfattar ett år men också kortare perioder går att beräkna. Vip+ är uppbyggt kring en dynamisk beräkningsmodell, det vill säga att beräkningen upprepas timme för timme. Beräkningen av energiflödet beräknas med hänsyn till påverkan av klimatfaktorer, så som utetemperatur, vind och sol. Varierande krav på rumstemperatur samt luftväxling styr beräkningens (Strusoft).

### 6.1.3 Programuppbyggnad

Då programmet startas upp erhålls programfönstret med en huvudmeny som innehåller ett antal menyval i fönstrets övre del. Titelraden visar programnamn (VIP+), projektnamn som då bestäms i Titel, den aktuella filen samt vilket fönster som är aktivt. Här nedan visas ett exempel:



(Strusoft).

## 7 Diskussion

### 7.1 Miljöprofilen och miljöprogrammet

Helsingborgs kommun har slagit på med saftiga miljökrav som fortfarande är under behandling. Att skapa en vision på flera tusen kvadrat med att enbart rikta in sig på miljövänlighet låter osannolikt. H+ projektet är som i innan sagt ett 25 års projekt från idag, vilket gör att vi tar ett ställningstagande till miljökraven i framtiden. Då miljökraven och profilen fortfarande är under behandling är det svårt att avgöra vilka av dessa som kommer att uppfyllas, samt vilka krav som kommer att utvecklas och avvecklas. Givetvis kommer kraven att begränsa ett byggande, vilket utgör en större risk för att regler och krav bryts i framtiden, då byggnadsföretag och andra bolag lägger större tyngd kring de finansiella aspekterna än de miljövänliga.

För att skapa ett kontorshus under H+ projektets vision krävs en utveckling av följande punkter i deras miljöprofil.

Det har tagits fram 5 föreslagna miljöprofiler för H+ projektet:

- Den resurseffektiva staden
- Hälsosam och attraktiv miljö
- Tillgänglighet och urban mobilitet
- Vatten och grönska
- Hållbar urban livsstil

Utifrån dessa punkter kan en vision om ett kontor förutses. Att skapa en resurseffektiv stad kräver att kontorshuset är resurseffektivt samt att konstruktions plan är effektiv och hållbar. Punkten hälsosam och attraktiv miljö sätter sprint på det arkitektoniska arbetet. Den är nog mer avsedd för vad som finns i omgivningen och kring ett kontorshus, än vad som finns i ett kontorshus. Men det är inte ovanligt att skapa en attraktiv miljö idag från insidan av en bebyggelse.

Tillgänglighet och urban mobilitet leder kontoret till nya möjligheter. Att skapa en plats där både nöje och arbete kan sammanfogas på en och samma plats, skapar en plats med mångsidig krets.

Vatten och grönska verkar vara en stor utgångspunkt för H+ projektet, men hur man kan tillämpa detta till ett kontorshus kan diskuteras. Valet av platsen har mer inverkan på vatten och grönska än vad själva utformningen av byggnaden har.

Helsingborgs kommun och H+ projektet har utöver sin egna H+ miljöprofil valt att följa Miljöprogrammet Syd. Som det nämndes innan anses detta vara en rätt riktning mot en hållbar utveckling. Att flera städer i Skåne ansluter sig till ett projekt, ges det möjlighet till fler åsikter och synpunkter mot en bättre utveckling av miljöplanen. Hur skiljer sig H+ miljömålen mot miljöprogrammets?

Miljöprogrammet syds 4 kärnområden är:

- Energi
- Innemiljö – hälsa och komfort
- Fuktskydd
- Urban biologisk mångfald

Miljöprogrammet känns mer eller mindre anpassat till bebyggelserna än själva omgivningen, men ändå kan miljöprofilen och miljömålen förknippas. En jämförelse kan göras:

- Energi - den resurseffektiva staden.

Dessa både tyder på att det strävas efter ett energieffektivt byggande och samhälle. Samt att man ska sträva efter en energieffektiv plan för utförande och avvecklande av bebyggelser.

- Innemiljö, hälsa och komfort – hälsosam och attraktiv miljö

Här visas det på igen att miljöprogrammet är inriktat mot bebyggelsen, dock är visionen sannolikt lika. Attraktiv miljö kan skapas genom kontorets utformning och inredning vilket skapar då en komfortabel innemiljö.

- Urban biologisk mångfald – urban mobilitet

En kretsande mångfald, där man kan sammanfoga nöjen och affärsliv under samma tak, kommer att skapa i sin tur en tillgänglighet. Detta ökar bland annat bebyggelsens popularitet genom att skapa en bra service och tillgänglighet för både nöjesbutiker, livsbutiker och ett arbetskontor på samma ställe.

Genom att ha granskat H+ miljöprofil och miljöprogrammet, ger detta oss en inblick på vilka krav som ställs för vårt resulterande kontorshus.

## 7.2 Energiplanen

Det räcker inte med att följa en miljöplan, utan det krävs även att ställning till energiplanen har tagits samman. Givetvis behövs det en energiplan för att kunna uppnå målen med att skapa en resurseffektiv stad.

Under kapitel 2.6 omfattas målen kring ett nybygge där krav ställs för:

- Energianvändning
- Planering och byggande
- Fjärrvärme och fjärrkyla

Under energianvändningen framkommer att inga fossila bränslen får förekomma inom kommunens gränser. Detta utesluter då de flesta uppvärmningssystemen då det sker fossila förbränningar.

*”inga fossila bränslen för el-, fjärrvärme- och fjärrkyltillförsel”*



är en av punkterna för målen till år 2035. Då inte alla fjärrvärme bolag använder sig av fossila bränslen kommer vårt planerade kontorshus inte att utesluta detta uppvärmningssystem som alternativ.

Dessa mål sätter sin tyngdpunkt vid utvinningen och energianvändningen av uppvärmningssystem och användningen av energi. Samtliga mål vill kontinuerligt förbättra och minska energianvändningen och utsläppen av koldioxid.

Som komplement till att skapa ett energieffektivt byggande har man internationellt skapat ett miljö program som kallas för Green Building – programmet. Detta är ett sätt för företagen att komma ut på marknaden och klassa sig som miljövänliga genom att uppfylla kraven för programmet.

Vi anser att detta inte är ett bra sätt att försöka göra kontoren miljövänligare. Först och främst kan det ge enorma kostnader för mindre bolag, medans större bolag som NCC och Skanska inte har samma finansiella problem kan utföra bebyggelser

### **7.3 Region Skåne kontoret**

Region Skåne kontoret är ett bra exempel att utgå från i planeringen fört vårt kontorshus. Kontorshuset uppfyller Green Building kraven med marginal och tar ställning till det resurseffektiva och miljövänliga. För att kunna använda detta kontor som en vidare utgångs punkt, måste vi först se hur kontoret ställer sig till H+ projektets krav och profiler.

Designen uppfyller kraven definitivt. Grönska och vatten verkar vara del av byggnadens mål. Kontoret har skapat en terrass med gräs och träd, och en innemiljö med naturliga drag. Sammanfogningen mellan nöje och arbete har skapats, genom butikspanen på nedersta våningen och kontoren på resterande våningsplanen. Det råder inget tvivel om att Region Skåne inte är det enda kontoret med en sådan planlösning. I flera hundra år har vi använda butikspaner i bebyggelser, vilket vi anser har ökat flexibiliteten och konsumtionen av varor. Att locka åt sig människor till butikerna är även ett smart sätt för företag att etablera sig och marknadsföra sig genom skyltat reklam på bebyggelserna.

Region Skånes beräkningar visar på att de klarar av kraven för både BBR och Green Building, vilket känns naturligt då ett nytt kontor idag har goda förutsättningar med dagens teknik av att klara dessa krav.

### **7.4 Energibehov**

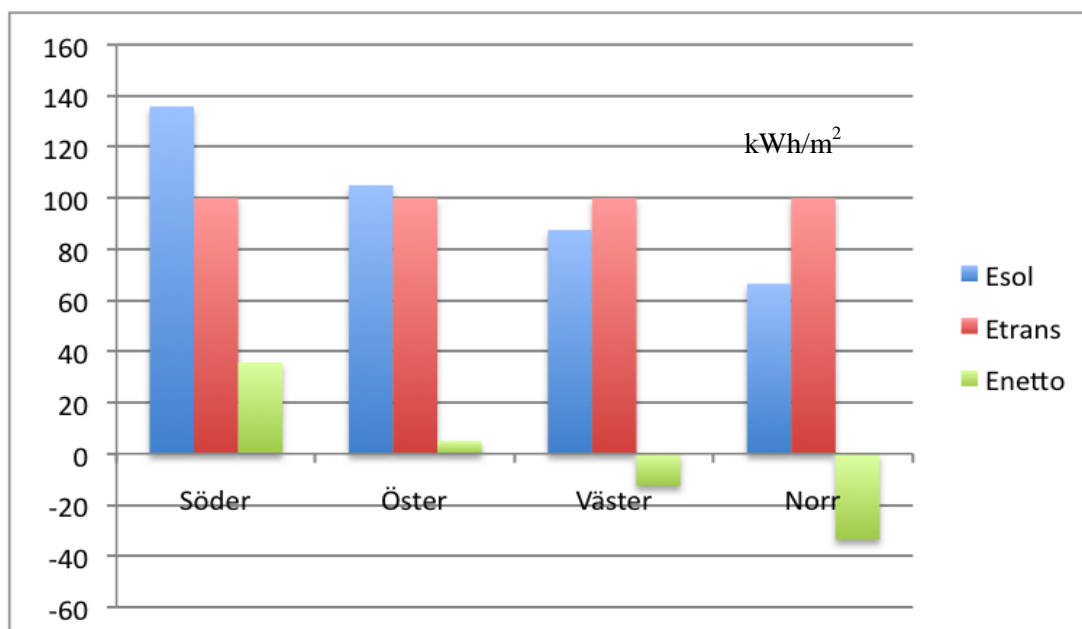
För att kunna uppfylla miljömålen är det väldigt viktigt att beakta valet av uppvärmningssystem, samt hur det påverkar byggnaden. Energibalans ger människor en förståelse var energin kommer in i huset och var den går ut.

Bristande byggnadsdelar leder till stora värmeförluster som går till spillo. Med dagens teknik vill vi ta till vara den frigivna energin samt utnyttja den på bästa möjliga sätt. De största förlusterna fås genom dörrar, fönster, golv och ventilationssystem. På grund av detta är det viktigt att beakta det bästa alternativet att lagra energin. Valet bör göras med hänsyn till kraven som ställs från kommuner och BBR:s byggregler.

De sätt som är bäst ur energisynpunkt är formen av en kub, där det flesta kontorshusen försöker efterlikna den. Regions Skånes kontor har beaktat detta och påvisat att med den senaste tekniken minskas energibehovet drastiskt. Genom att ha formen an kub skapas kanter som lättare kan fästas och värmeläckaget blir på så sätt mindre. På detta sätt har de en större säkerhetsmarginal och leder till att de är klassade till ett miljövänligt kontorshus.

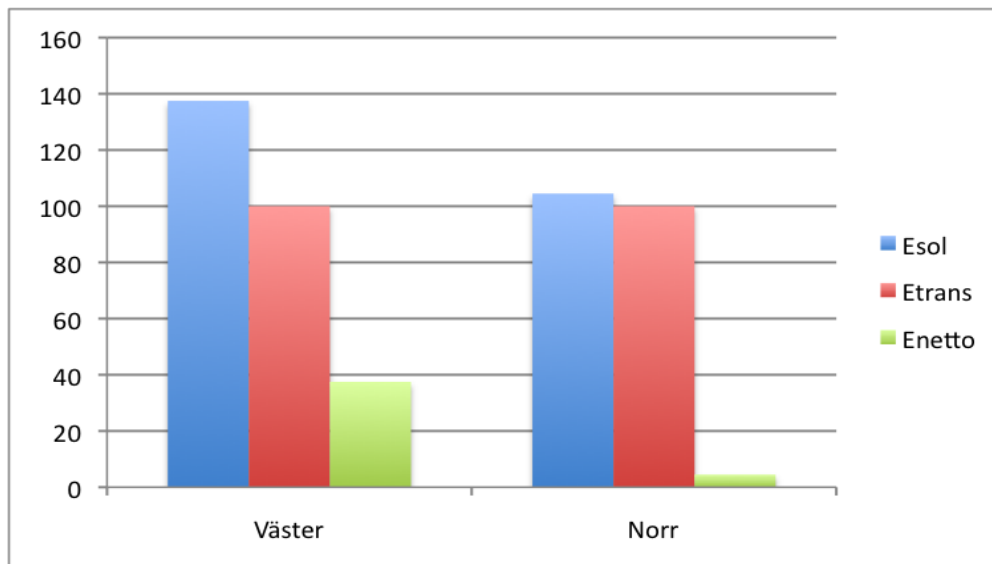
En annan aspekt som minskar energibehovet är stora glaspartierna som är orienterade så att solinstrålningen tillåts under vinterhalvåret. Om vi inte kollar ur energisynpunkt tycker vi att stora fönsterpartier utgör en stor del av en byggnads karaktär och design. Det vi dock undrade var sambandet mellan solinstrålningen och transmissionsförlusten på fönstret, samt hur vi skulle kordinera bebyggelsen för att få bästa möjliga solinstrålning, samt minska transmissionsförlusterna. Genom att tag fram sambanden mellan solinstrålning och transförluster kunde vi räkna fram Energitransporten. Utförliga beräkningen hittas i bilaga ” Beräkningsdel fönster”.

Nedan visar ett diagram på energitransporten med hänsyn till koordinater.



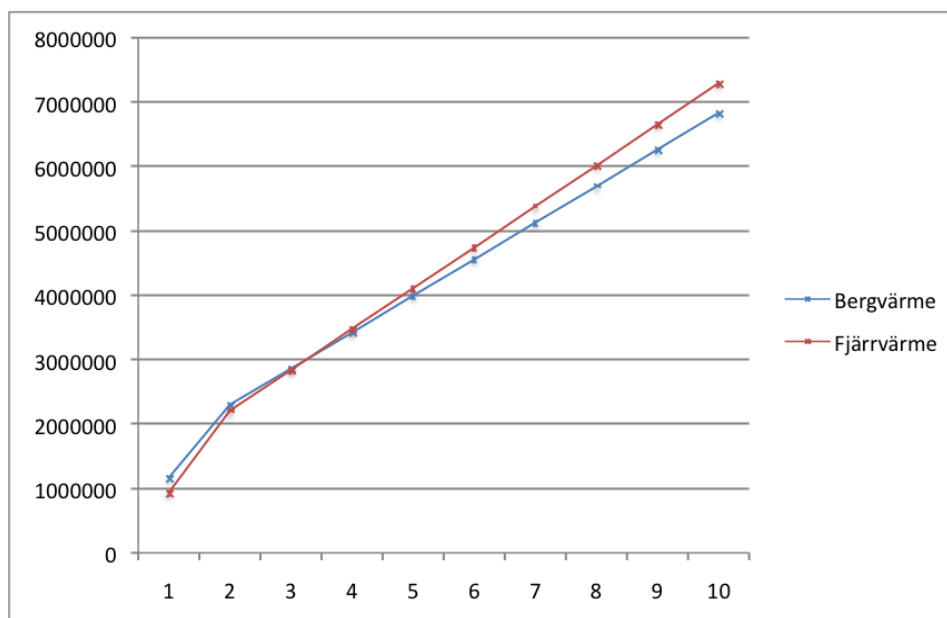
För att vi till vårt kontor skulle få en balans mellan solinskottet och transförlusterna på norr och väster sida, sätter vi planer på att ändra fönstermodell med ett emmittans värde på  $g=0,55$

Då fås nya värden för sida väster och norr. Nedan följer ett diagram med emittansen på 0,55.



Den andra studien vi gör är att jämföra uppvärmningssystemen. Region Skånes kontor använder sig utav ett fjärrvärmesystem för uppvärmning, men vi antyder på att bergsvärme hade varit mer lönsamt att använda för vår projektering av kontorshuset. Region Skåne har givetvis andra förutsättningar, då priser och avtal har skett mellan deras fastighetsägare och energibolagen. Vad vi kommer att beakta i uträkningen är vad som är mer lönsamt att använda utifrån deras energibehov tillsammans med dagens energikostad. En mer utförlig beräkning finns under Bilaga ”beräkningsdel uppvärmningssystem”.

Vi utgår från att energibehovet ligger på  $106 \text{ kWh/m}^2$  som angivet (inkl. säkerhetsmarginalen)



Diagrammet visar på att redan efter 3 år blir bergvärmen lönsammare med tanken på värmepumpens investeringskostnad som var dubbelt så hög. Energialternativet är även inom miljösynpunkter ett bra val både nu och för framtiden. Bergvärmepumpen utnyttjar bergets värmelagring utan att lämna kvar avfall eller andra rest produkter som kan skada miljön samt att uppvärmningen av bergen sker utan förbränning. Vad vi dock har svårt att avgöra är vad som kommer att bli lönsamt om 20-50 år, då energipriserna inte kommer att bli desamma. Redan nu planeras det på att öka energipriserna, samtidigt som vi använder mindre el i hemmen för att värna om miljön. Men om 20-50 år kommer förmodligen nya uppvärmningssystem att synas på marknaden som både kommer att vara energieffektivare och miljövänligare, dock kommer frågan kring priset att ställas.

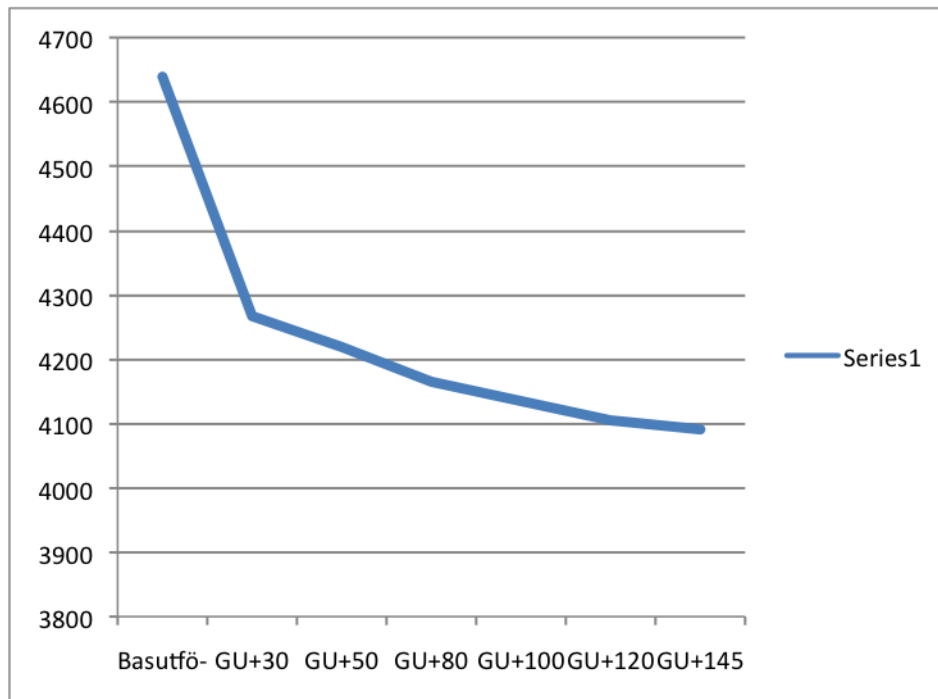
Den tredje studien vi utför är att se om Region Skånes kontorshus ytterväggar går att optimera mer än angivet, för att på så sätt ta fram en optimerad vägg utifrån grundutförandet med hänsyn till energi och kostnad. Beräkningen utförs med hjälp av LCC metoden. LCC – beräkningsmetod är en visar på livscykelkostnad som ger en bild på en bättre prioritering av långsiktigt lönsamma insatser på energi och miljöområdet. Efter beräkningen finner vi följande lösning nedan i tabellen.

Tilläggsisolering Tjocklek	Basutförande GU	GU+30 mm	GU+50 mm	GU+80 mm	GU+100 mm	GU+120 mm	GU+145 mm
Investering [kr/m <sup>2</sup> ]	0	17	32	53	68	82	110
LCC <sub>linera</sub> [kr/m <sup>2</sup> ]	4639	4252	4188	4113	4069	4025	3981
LCC <sub>underbill</sub> [kr/m <sup>2</sup> ]	0	0	0	0	0	0	0
LCC <sub>totalt</sub> [kr/m <sup>2</sup> ]	4639	4269	4220	4166	4137	4107	4091

I kalkylen redovisas investering och livscykelkostnaderna för tillkommande isolering utöver grundutförandet.

Vi tog dock inte hänsyn till gratisvärmen samt solinstrålning i beräkningen, då vi har svårt att tag fram eller beräkna dessa utifrån de angivna data vi fått från Region Skåne. Detta kan givetvis påverka resultatet mycket.

Den totala livscykelkostnaden blir i detta exempel optimerad när man ökar isolertjockleken med 120mm utöver grundutförandet, 170mm, vilket innebär att 270mm är optimalt i detta fall. Ett diagram nedan visar sambandet.



Diagrammet visar att vid GU+120, som innebär 120mm utöver grundutförandet är den optimerad, då den totala LCC inte medför större förändringar med en ökad isoleringstjocklek.

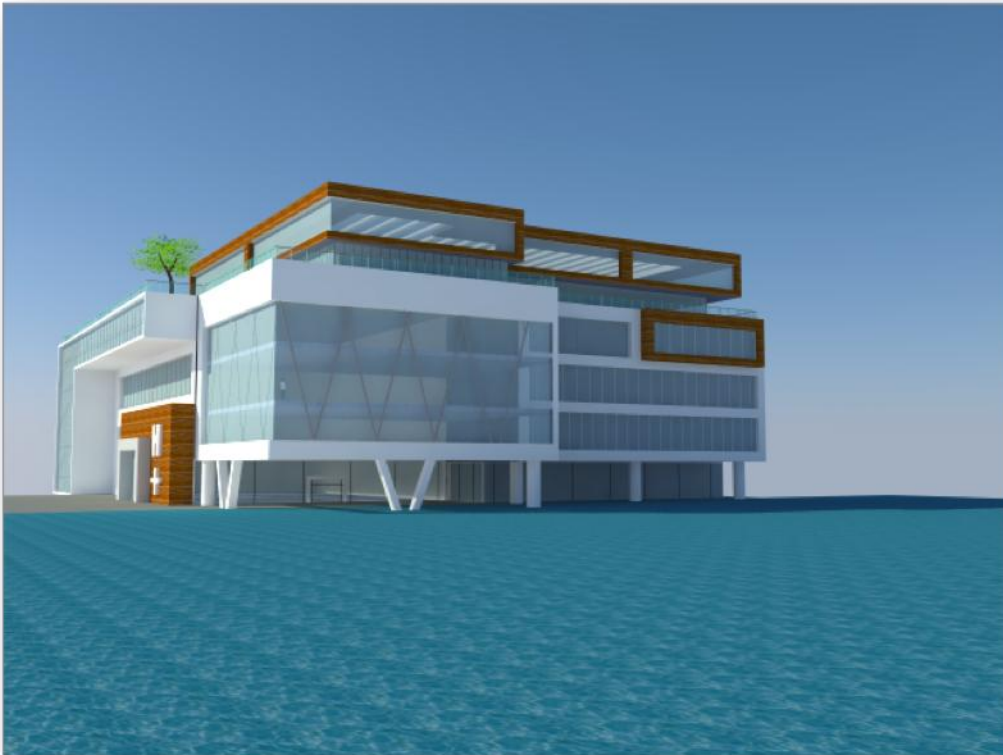
## 7.5 Övrigt

Utifrån denna diskussion har vi kunnat komma fram till olika studier och slutsatser för att kunna utföra vårt kontorshus. Vi har beaktat väggmaterialen och solinstrålning utifrån lägen och perspektiv. Samt har vi kunnat gå in djupare på kostnaderna kring bergvärme och fjärrvärme

## 8 Resultat

Med hjälp av de teoretiska fakta vi har tagit fram och energistudierna i diskussionen har vi kommit fram till en lösning av vår vision till ett kontorshus.

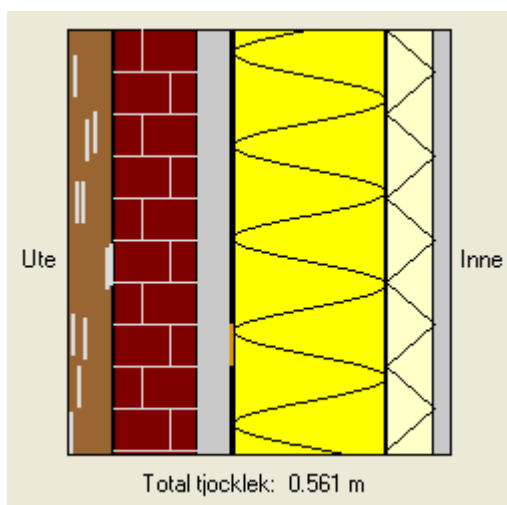
### 8.1 Vision kontorshuset



Kontorshuset består av 6 plan. Nöjesbutikerna samt restaurangen finns på plan 1. Plan 5 har en terrass med en trädgård som ska bidra till en bättre arbetsmiljö. Denna terrass ger en möjlighet för samtliga arbetare att kunna under en kaffe paus eller liknande koppla av och få känslan av natur och miljö.

## 8.2 Material

Fasaden består av putsat tegel, för att få ett estetiskt tilltalande kontorshus. Ytterväggens isolering har vi under diskussionen spekulerat vid vilket som är optimerat i vårt fall, med analys ur Region Skåne kontorets vägg. Och detta har resulterat i följande vägg material:



## 8.3 Uppvärmningssystem

När vi kommer till uppvärmningssystem har vi valt att använda bergvärme, då vi ser detta som ett mer miljövänligt alternativ, samt med vår studie har det visats på att ur ekonomisk synpunkt resulterar till ett bättre val. Värmepumpen vi använt till vår beräkning finns under "Bilaga Indata", men kortfattat har vi en värmefaktor på 3, med en verkningsgrad på 85 %.

Byggnaden kommer att vara belägen med fönsterpartierna riktade mot söder, då södersolen under vinterhalvåret ger bäst soltillskott. De fönsterpartier som är riktade mot norr kommer ha ett lägre soltransmissionstal. Detta kommer i sin tur resultera i att vi får ett större värmetillskott på den norra sidan.

Beräkningsdelen gav oss uppfattningen om hur energieffektiviserad vår byggnad är och hur den ställer sig mot kraven från BBR och Greenbuilding. Tillsammans med värden från Region Skånes kontorshus, samt våra förbättringar har vi fått följande värde på energianvändningen.

BBRs krav med hänsyn till byggnadens area var  $100 \text{ kWh/m}^2$ , vårt designade kontorshus fick ett värde på  $49 \text{ kWh/m}^2$ .

Vårt mål var att följa kraven som H+ satte upp för projektet, vilket enbart var att se till att BBRs krav var uppfyllt. Men eftersom man hade en vision och ett mål att skapa ett så energieffektiviserat kontor, så tog vi detta ett steg längre och satte upp nytt mål med att göra kontoret Greenbuilding märkt.

Resultatet blev positivt. Greenbuildings generella krav var att få en energianvändning som var 25% lägre än vad Boverkets krav, vårt kontor som angivet ovan hade en energianvändning på  $49 \text{ kWh/m}^2$ , BBRs krav var  $100 \text{ kWh/m}^2$ .  $100 * 0,75 = \text{Greenbuildings krav}$ .

För att klara Greenbuildings krav innebar detta alltså en energianvändning på mindre än  $75 \text{ kWh}$ , vilket resulterade i att vårt kontorshus kunde uppfylla kraven, och därför i sin tur kunna märkas som en Greenbuilding.

## 9 Slutsats

Kontorens design känns anpassat till kraven. Genom combinationen av delar med träfasad, grönt gräs, och en känsla av natur, utstrålar kontoret miljövänlighet och energianpassning till det gröna H+.

Genom att ha en butiksplan antog vi att det skulle skapa ett människoflöde, som inte bara skulle gynna butikerna utan även att kontorets namn sticker ut, vilket utgör möjligheter för företagen att synas och växa. De nya restauranger och butikerna skapar en attraktiv mötesplats där människor kan umgås och koppla av, vilket är ett av de syften H+ vill uppnå med sitt projekt, ett människoflöde.

Men kontoret ska även uppfylla andra krav förutom design. Vi behöver en innemiljö som är både hälsosam och ger komfort, detta är ett av de inriktade kärnområden vid miljösyd programmet. Genom att använda stora partier av glasfönster, skapas det ett andrum som ger komfort och en bättre innermiljö. En utsikt över sundet och mycket ljus i bebyggelsen skapar en psykisk känsla som ger människan en känsla av komfort och glädje.

Energikraven är uppnådda med ett värde på  $49 \text{ kWh/m}^2$  vilket gör kontoret till en bild av ett miljövänligt kontor.

Under tiden examensarbetet skrevs, kom ett nytt förslag från EU:s direktiv att skärpa reglerna för energianvändning.

Enligt EU direktivet vill man att alla nybyggda hus ska vara nära noll energibygnader senast år 2021. Johnny Kellner teknik och miljöchef på Veidekke Sverige förklarar mer ingående om kraven under sin rubrik **”Nya tuffa krav från EU – Nära noll-energibyggnader för alla nybyggnader i Sverige 2021!”**.



Johnny Kellner förklarar även att teknikutvecklingen och bygg/regeltekniken måste vara mer robusta och kvalitativa. Men allt tyder på att när direktivet skrivits in i Sveriges lagstiftning blir kraven sannolikt snällare. De två viktigaste myndigheter är överens om att det räcker att halvera energikraven i dagens byggregler (BBR). Thomas Berggren handläggare på energimyndigheten har bedömt att halveringen är tillräckligt tuff nog.

Boverkets vision om energikraven i byggreglerna, är att sikta in sig på att skärpa kraven i steg om högst 20 Wh/kvm/år vid revideringarna vart fjärde år. Eftersom kraven nyligen skärpts för eluppvärmda hus, kommer inte dessa att förändras år 2011.

Tabellen nedan visar en ungefärlig energiplan, dock är åren 2015 och 2019 osäkra, då energikraven kan bli uppdelade på fler klimatzoner samt olika bostadstyper och olika lokaltyper. Enligt Nikolaj Tolstoy, enhetschef på Boverket, berättar han att ju mer reglerna skärps desto viktigare är det att myndigheten gör konsekvensanalyser av förslagen.

Energitak i Boverkets byggregler, BBR		Norra Sverige (kWh/kvm/år)	Mellansverige (kWh/kvm/år)	Sydsverige (kWh/kvm/år)
2008	bostäder	150	130	110
	eluppvärmda bostäder	95	75	55
	kontor och övriga lokaler	140	120	100
2011	bostäder	130	110	90
	eluppvärmda bostäder	95	75	55
	kontor och övriga lokaler	120	100	80
2015	bostäder	100	90	70
	kontor och övriga lokaler	100	80	60
2019	bostäder	90	70	50
	kontor och övriga lokaler	80	60	40

Tabell: Boverkets framtida energiplan

Om vi tittar mer på hur detta arbetets framtida kontor ställer sig till de framtida miljökraven utifrån tabellen, så ser det bra ut. Dock måste vi se över den tekniska utvecklingen, och uppvärmningssystemet. Vi anser att detta system vi använt oss av har varit det bästa för just vårt kontorshus, men kan dock bytas ut i framtiden beroende på alternativ, pris och utveckling. Då man nu siktar på nollenergibyggnader, vilket sin tur kommer leda till en minskad energianvändning, kommer fjärrvärmebolag att se över sina lösningar och teknik för att behålla sin fot i marknaden då energin från bolagen kommer att vara mindre beroende. Detta kan ge följder till en ny utveckling.

Vad som kan kommenteras angående myndigheternas krav på att endast halvera energikraven, är att vi bromsar upp utvecklingen av byggnadsbranschen, då man anser att byggnadsbranschen är redan på god väg och målet är ekonomiskt och tekniskt möjligt. Men återigen spelar fler aspekter i denna roll, men har dock inget med vårt arbete att göra.

## 10 Källförteckning

### Böcker

Warfvinge, C & Dahlblom, M. (2010) *Projektering av installationer i byggnader*. Lund. Studentlitteratur.

Warfvinge, C. (2002) *Installationsteknik AK för V*. Lund. Studentlitteratur.

*Värme i småhus* (1998). (8:e upplagan). KO – Konsumentverket. ISBN: 91-7398-659-3.

Bokalders, V. & Block, M. (1997) *Bygg ekologi 2 - Att sluta kretslopp*. AB Svensk Byggtjänst. Stockholm.

Bokalders, V. & Block, M. (1997) *Bygg ekologi 3 - Att sluta kretslopp*. AB Svensk Byggtjänst. Stockholm.

### Internet

Daikin. *Energi- & miljöbesparande* Tillgänglig:  
<[http://www.daikin.se/varmepumpar/Energi\\_och\\_miljobeparande.jsp](http://www.daikin.se/varmepumpar/Energi_och_miljobeparande.jsp)>  
(30042010).

Daikin. *Vad är ett köldmedium* Tillgänglig:  
<<http://www.daikin.se/varmepumpar/koldmedium.jsp>> (30042010).

Nibe. *Ground\_water* Tillgänglig:  
<[http://www.nibe.se/upload/principle/hus/ground\\_water.jpg](http://www.nibe.se/upload/principle/hus/ground_water.jpg)> (05052010).

Nibe. *Bergvärme* Tillgänglig:  
<<http://www.nibe.se/sv/Produkter/Bergvarmepumpar/Funktion/Bergvarme>>  
(05052010).

Nibe. *Sjövärme* Tillgänglig:  
<<http://www.nibe.se/sv/Produkter/Bergvarmepumpar/Funktion/Sjovarme>>  
(05052010).

Strusoft. *Vip+* Tillgänglig:  
<[http://vip.strusoft.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=15&Itemid=1&lang=sv](http://vip.strusoft.com/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=1&lang=sv)> (06052010)

Smack Bang, *bild* Tillgänglig:

<http://www.helsingborg.se/templates/SubMain.aspx?id=62964&epslanguage=SV> (06052010)

The Tollerant City, *bild* Tillgänglig:

<http://www.arkitekt.se/s49873> (06052010)

Byggnadsindustrin Energi - Miljö

[http://www.byggindustrin.com/energi--miljo/inga-nollenergihus-nar-eu-skarper-kraven\\_8266/](http://www.byggindustrin.com/energi--miljo/inga-nollenergihus-nar-eu-skarper-kraven_8266/) (10112010)

Boverkets framtida energiplan *bild* Tabell: Boverkets framtida energiplan

[http://www.byggindustrin.com/energi--miljo/inga-nollenergihus-nar-eu-skarper-kraven\\_8266/](http://www.byggindustrin.com/energi--miljo/inga-nollenergihus-nar-eu-skarper-kraven_8266/)(10112010)

Open Stage, *bild* Tillgänglig:

[http://tidskriften-arkitektur.blogspot.com/2009\\_03\\_01\\_archive.html](http://tidskriften-arkitektur.blogspot.com/2009_03_01_archive.html)

Strusoft. *Vip+* Tillgänglig:

<<http://download.strusoft.com/VIP+/manual3.0/Manual.pdf>> (30042010).

Effektiv. *Köldmedier* Tillgänglig:

<[http://www.effektiv.org/pdf\\_filer/Rapport%202001-02.pdf](http://www.effektiv.org/pdf_filer/Rapport%202001-02.pdf)> (27042010).

Energimyndigheten. *Hushåll* Tillgänglig:

<<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-ovriga-energianvandning-i-hemmet>> (11052010).

Svepinfo. *Jord* Tillgänglig:

< <http://www.svepinfo.se/varmepumpar/jord>> (11052010)

Svepinfo. *Berg* Tillgänglig:

<<http://www.svepinfo.se/varmepumpar/berg>> (11052010)

Rockwool. *Byggisolering* Tillgänglig:

< <http://guiden.rockwool.se/produkter/byggisolering/rocktaet-tejp>> (14052010)

*Miljöprogrammet syd* Tillgänglig:

<http://www.miljobyggprogramsyd.se/> (11052010)

Energiplan. *Energiplanen* Tillgänglig:

[http://www.helsingborg.se/upload/Luft%20vatten%20och%20miljo/Stadens%20miljoarbete/Energiplan\\_remissversion\\_20100218\\_liten.pdf](http://www.helsingborg.se/upload/Luft%20vatten%20och%20miljo/Stadens%20miljoarbete/Energiplan_remissversion_20100218_liten.pdf) (07052010)

GreenBuilding. *Fakta om GreenBuilding* Tillgänglig:  
[http://www.fastighetsagarna.se/web/Greenbuilding\\_Award\\_2009.aspx](http://www.fastighetsagarna.se/web/Greenbuilding_Award_2009.aspx)

Muntlig

Trumstedt, Christer (06052010). Information.

Jemt, Marie (20042010)

Gille, Jens Miljöinspektör, miljökoordinator H+ (27042010)

## 11 Bilaga

### Beräkningsdel :

### Uppvärmningssystem

#### Energibehov

Förutsättningar: Värdena angivna av Region skåne kontoret.

Energibehov (kWh/m <sup>2</sup> )	U <sub>m</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Luftläckage q <sub>v</sub> (l/s, m <sup>2</sup> )	Luftflöden q <sub>v,medel</sub> l/s, m <sup>2</sup> )	A <sub>temp</sub> (m <sup>2</sup> )	T <sub>inne</sub> (°C)
106	0,43	0,8	2,6	12015	23

Dim. Effektbehovet => P<sub>dim</sub> = Q<sub>tot</sub> (DIT-DVUT)

$$Q_{tot} = Q_{trans} + Q_{ov} + Q_v$$

$$Q_{trans} = U_m + A_{temp} = 0,43 * 12015 = 5166,45 \text{ W}$$

$$Q_{ov} = \rho * c_p * q_v = 1,2 * 1000 * 0,8 = 960 \text{ W}$$

$$Q_v = \rho * c_p * q_{v,medel} = 1,2 * 1000 * 2,6 = 3120 \text{ W}$$

$$Q_{tot} = 9246 \text{ W}$$

$$DIT = 23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

DVUT = -11,6 °C (väljes efter kallaste månaden i året, värdet ur Tabell "DVUT")

$$P_{dim} = 9246(24 - (-11,6)) = 329\,157,6 \text{ W}$$

#### Beräkning av energiuppvärmningssystem

##### Fjärrvärme

Investerings kostnad = 300 000

Effektbehovet ligger på 329,158 kW. På öresundskrafts hemsida finns de senaste prisändringarna, och enligt det uträknade effektbehovet, hamnar vi på ett värde mellan 120 – 999 kW, vilket ger oss följande priser:

Fast pris	Effektpris	Energipris
8040 kr/år	149,6 kr/kW	45,44 öre/kWh

Beräkning per på 1 år ger :

$$\text{Fast.avg} + (149,6 * \text{effektbehovet}) + (0,4544 * \text{Energibehovet})$$

$$8040 + (149,6 * 329,158) + (0,4544 * 106 * 12015) = 636\,001 \text{ kr}$$

## Bergvärme

Investerings kostnad= 600 000

Utgår från att bergvärmens har en värmefaktor på 3. Enligt Boverket ska man följa en värmefaktor på 2,5 (säkerhets marginal).

Energibehovet 106kWh/m<sup>2</sup> , eftersom vi har en värmefaktor på 2.5 innebär det att vi stoppar in 1kWh och får ut 2.5, detta ger ett nytt energibehov => 106/2.5= 42,4 kWh/m<sup>2</sup>.

Priserna kommer från öresundskraft

Fast pris	Effektpris	Energipris
0	0	111,0 öre/kWh

Beräkning per på 1 år ger :

Fast.avg + (1,288 \* Energibehovet)

0 + (1,11 \* 42,4 \* 12015) = 566 807 kr

Investeringskostnaderna för berg respektive fjärrvärme är tagna från

[www.netnet.se](http://www.netnet.se)

## **Fönster**

*Karlssons Fönsterformel*

$$E_{\text{netto}} = E_{\text{sol}} - E_{\text{trans}} = A \cdot (g \cdot S(tb) - U \cdot G(tb))$$

där = soltillskottet

$E$  energitransporten genom fönstret (kWh/år)

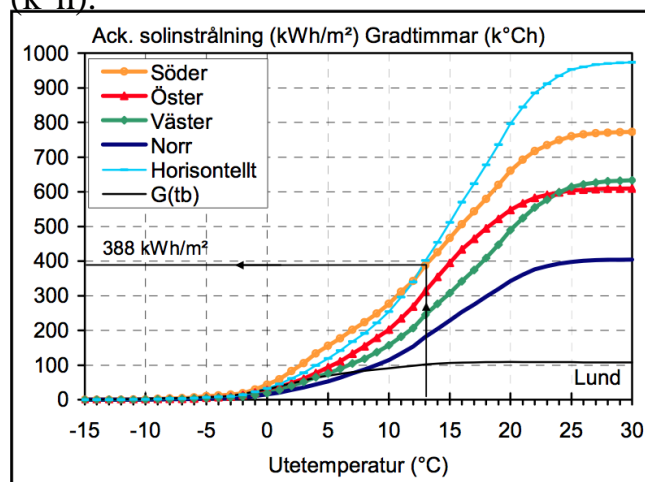
$A$  fönstrets area (m<sup>2</sup>)

$g$  årsmedelvärdet av den totala solenergitransmittansen (-)  $S$  total solstrålning mot fönstret summerad upp till

byggnadens balanstemperatur,  $tb$  (kWh/m<sup>2</sup>,år),

$U$   $U$ -värdet hos fönstret (W/m<sup>2</sup>K)

$G$  gradtimmar summerade upp till byggnadensbalanstemperatur,  $tb$  (k<sup>o</sup>h).



	Söder	Öster	Väster	Norr
S(t <sub>b</sub> )	388	300	250	190
G(t <sub>b</sub> )	100	100	100	100

*Räknar ut per kvadrat meter fönster*

Fönster mot söder:  $E = g \cdot 388 - U \cdot 100$

Fönster mot öster:  $E = g \cdot 300 - U \cdot 100$

Fönster mot väster:  $E = g \cdot 250 - U \cdot 100$

Fönster mot norr:  $E = g \cdot 190 - U \cdot 100$

Vi utgår från Region Skånes fönster med U-värde på 1,0 W/m<sup>2</sup>K och  $g = 0,35$  (ink. Solskydd enligt Region Skåne).

Fönster mot söder:  $E = 0,35 \cdot 388 - 1 \cdot 100 = 35.8 \text{ kWh/år, m}^2$

Fönster mot öster:  $E = 0,35 \cdot 300 - 1 \cdot 100 = 5 \text{ kWh/år, m}^2$

Fönster mot väster:  $E = 0,35 \cdot 250 - 1 \cdot 100 = -12.5 \text{ kWh/år, m}^2$

Fönster mot norr:  $E = 0,35 \cdot 190 - 1 \cdot 100 = -33.5 \text{ kWh/år, m}^2$

**Ändrar fönster på norr och väster med ett högre solemmitansvärde  $g=0,5$**

Fönster mot väster:  $E = 0,5 \cdot 250 - 1 \cdot 100 = 25$

Fönster mot norr:  $E = 0,5 \cdot 190 - 1 \cdot 100 = -5$

Varför vi enbart ändrar norr och väster är för att inte skapa för hög solinstrålning. Eftersom normalt sätt kan bara en del av solinstrålningen utnyttjas, resten ger övertemperaturer.



Dessa värden är antagande vilket gör värdena till uppskattade, då antal soldagar kan variera.

## Indata till VIP+

Indata som vi har använt oss av har vi fått från Stadsbyggnadskontoret i Malmö. Byggnaden som vi har konstruerat är belägget i södra Sverige. Orten vi valt är Malmö. Tiden som är avsedd för beräkningsmodellen är ett år. Här nedan kommer vi nu nämna vilka materialval vi har valt samt vad vi har kommit fram till.

Tak:

- betong med ett lambda värde på 1,7 med en tjocklek av 0,1 meter
- cellglas39 med en tjocklek av 0,3 meter

Takets area har vi beräknat till enligt Region Skånes kontorshus till 1660 m<sup>2</sup>.

Väggar:

- Tegel60 där tjockleken är 0,120 meter
- Gipsskiva 0,013 meter
- Asfalt 0,004 meter
- Minealull50, 0,170 meter
- Plast1 0,0 meter
- Cellplast40 0,070 meter

Väggarnas area har vi beräknat enligt de ritningar vi har fått från Stadsbyggnadskontoret till:

- Nordost, 1660 m<sup>2</sup>
- Sydväst, 1660 m<sup>2</sup>
- Sydost, 2460 m<sup>2</sup>
- Nordväst, 2173 m<sup>2</sup>

Golv:

Vi har valt golv på mark. Beräkningen har gjorts mellan 0-1 meter och mellan 1-2 meter.

- Golv, 99 m<sup>2</sup> (0-1)
- Golv, 196 m<sup>2</sup> (1-2)

Fönster:

Valet av fönster har valts med ett U-värde på 1 W/m<sup>2</sup> C. Varje våning består av fönster partier så att man på ett enkelt sätt kan beräkna arean för dem.

- Fönster Nano, Area 63 m<sup>2</sup>

Dörrar:

Dessa är placerade på olika fasader.

- Norr 13,8 m<sup>2</sup>
- Söder 5,5 m<sup>2</sup>
- Öster 19,3 m<sup>2</sup>
- Väster 13,8 m<sup>2</sup>

Drift:

Byggnad drivs alla dagarna.

- Måndag – Fredag (8-17)
- Lördag – Söndag (10-16)

Ventilationsaggregat:

Detta är valt med tanke på Region Skånes krav samt BBR:s krav.

- Tilluft Fläkttyck: 1000 Pa
- Tilluft Verkn.gr: 98 %
- Frånluft Fläkttyck: 98 %
- Verkningsgrad återv: 78 %
- C
- C

Värmepump:

- Utetemperatur (-20 C – 10 C)
- Värmefaktor: 3

Jämförelse enligt nu gällande BBR:s krav ger oss att det tillåtna värdet är 141 kWh/m<sup>2</sup> år. Med en säkerhetsmarginal på 15 % klaras kravet som då blir 82 kWh/m<sup>2</sup> år.

### Optimerad väggisolering

Utgångsläget  $U_{\text{före}} = ( \quad )$ , detta är U-värdet för väggens basutförande. Basutförandet betecknas i tabellen som GU.

#### Kalkylförutsättningar

Real kalkylränta: 6,0 %

Realenergiprisökning: 1,0%

Kalkylperiod: 50år (nyproduktion)

Energipris: 1,11 kr/kwh

Antal gradtimmar: 8760

#### Resultat

Nusummefaktorn energi: 18,2559(6-1 %, 50år)

$P_0$ -värdet: 20,26 kr/kWh (18,2559 \* 1,11 kr/kWh)

Tilläggsisolering Tjocklek	Basutförande GU	GU+30 mm	GU+50 mm	GU+80 mm	GU+100 mm	GU+120 mm	GU+145 mm
Investering [kr/m <sup>2</sup> ]	0	17	32	53	68	82	110
$LCC_{\text{Energi}}$ [kr/m <sup>2</sup> ]	4639	4252	4188	4113	4069	4025	3981
$LCC_{\text{Underhåll}}$ [kr/m <sup>2</sup> ]	0	0	0	0	0	0	0

$LCC_{\text{Totalt}}$ [kr/m <sup>2</sup> ]	4639	4269	4220	4166	4137	4107	4091
---	------	------	------	------	------	------	------

I kalkylen redovisas investering och livscykelkostnaderna för tillkommande isolering utöver grundutförandet, vilket inte påverkar slutresultatet. Den totala livscykelkostnaden blir i detta exempel lägst när man ökar isolertjockleken med 120mm utöver grundutförandet, 170mm, vilket innebär att 270mm är optimalt i detta fall.

$LCC_{\text{underhåll}}$  har satts till 0, då inget underhållsbehov anses krävas för isoleringen. Fasaden och yttre skiktet är dock behövt underhåll, tillhör inte denna räkning då det inte är samma sak.