



NORRSKENETS FÖRSKOLA

Utvärdering av passivhusförskola

LÅGAN Rapport december 2014

Rolf Andersson

Norrskenet Förskola



Slutrapport:

Utvärdering av Passivhusförskolan Norrskenet

2012-10-10

Reviderad 2014-12-11

Beställare: Fastighetskontoret genom Skol- och kulturkontoret Skellefteå Kommun

Rolf Andersson
Fastighetskontoret
0910-735402
070-2402452
rolf.andersson@skelleftea.se

Innehåll

Innehåll	2
Bakgrund	3
Kommunala processer	4
Organisation	5
Projektering	6
Byggdetaljer	7
Installationssystem	8-9
Mätprogram och utvärdering	10-11
Energianvändning	12-18
Informationsspridning	19
Slutsatser	20
Referenser	21

Bakgrund

Skol- och kultur kontoret i Skellefteå kommun gav Fastighetskontoret i uppdrag att bygga en fler-avdelnings förskola i bostadsområdet Moröbacke.

Fastighetskontoret som förvaltar så gott som samtliga skolfastigheter i kommunen, har en strategi att sätta fokus på energiförbrukning i befintligt bestånd, men framför allt när man bygger nytt. Kommunfullmäktige har antagit ett tydligt mål: Att sänka energiförbrukningen på förvaltningen fastigheter med 20% till 2016.

Förskolan projekterades för att klara kraven för passivhus enligt FEBY kravspecifikation vilket i Skellefteå innebär att energiförbrukningen ej ska överstiga 58 kWh/m² och år samt en effektförbrukning på 15 W/m², vid 20 graders innetemperatur.

Skol- och kultur kontorets krav på bygganden var att det skulle vara en 4-avdelnings förskola dimensionerad för maximalt 20 barn /avdelning, den skulle även utrustas med ett tillagningskök som endast servera förskolans barn. Antalet personal på förskolan inkl kökspersonal är beräknad till ca 17 st.

Förskolan som invigdes den 2 april 2012 och döptes i samma ceremoni till Förskolan Norrskenet, de fyra olika avdelningarna kallas Bärnstenen, Kristallen, Rubinen och Safiren.

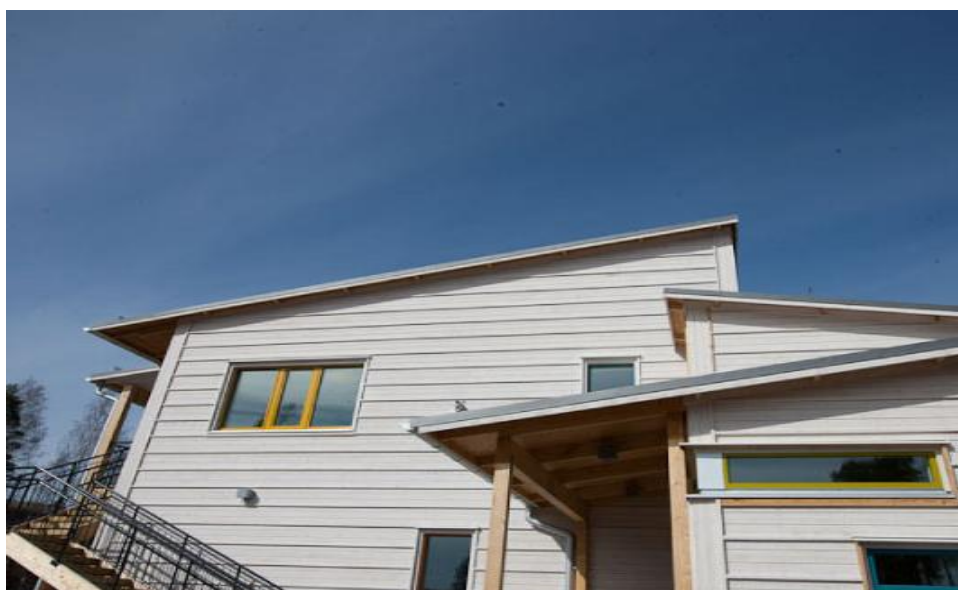
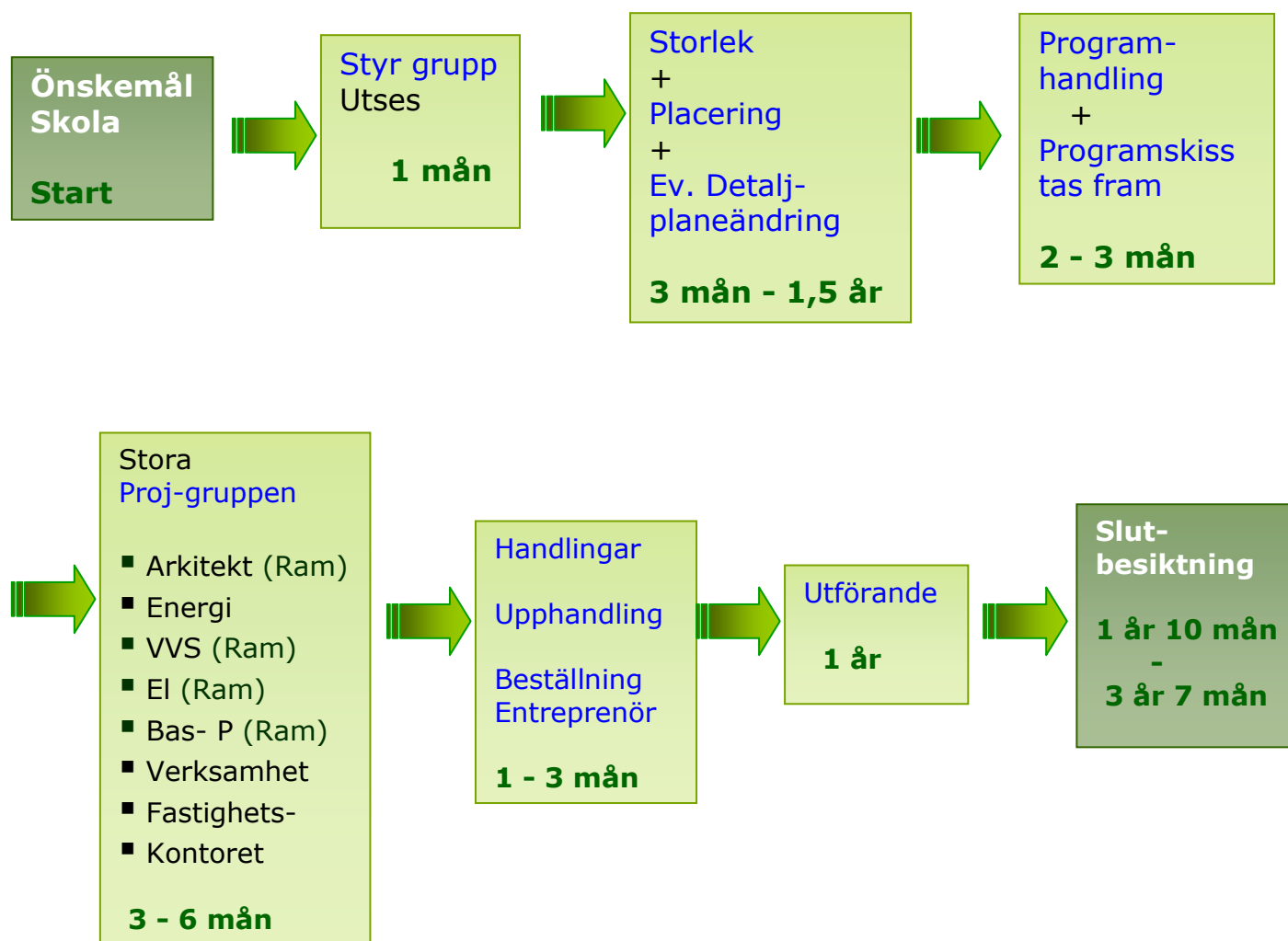


Bild 1: Fasad mot öster, Norrskenet's förskola

Kommunala Processer

En viktig del med ett lyckat byggprojekt är att kunden är medveten om alla processer före spaden sätts i jorden och man börjar bygga. Har försökt förtydliga detta med ett generellt processflöde (nedan) för att tydliggöra den starttid ett byggprojekt utan överklaganden från någon konkurrent eller någon annan berörd part. Om inte alla parter är införstådda med att byggprojekt tar mellan 1 år, 10 månader och till 3 år, 7 månader kommer inte Passivhus-förskolan att fungera som den är tänkt att göra.

Hur ett processflöde kan se ut för ett byggprojekt för en 4-avd förskola.



Organisation

Innan vi sammankallade verksamheter, konsulter, experter och byggledare, bestämde vi att organisationen för förskolan Norrskenet skulle spikas i god tid före första Projekteringsmötet (Startmöte) och att det skulle presenteras för alla inblandade parter. Vi ville se till att det inte skulle finnas några frågor som stannade upp projektet på grund av att inte någon visste hur beslutsvägarna såg ut, och att man inte skulle veta vem som var ansvarig.

Dessutom utför vi alltid på större projekt något som vi kallar skyddsgranskning, det innebär att kommunhälsan som neutral part kallar alla fackliga förtroendemän till möte. Där informerar vi om vad vi tänkt bygga, efter mötet fyller samtliga förbund i ett samverkansprotokoll som sammanställs av kommunhälsan.

Stygrupp:

- Chef projektavdelningen
- Chef lokalförsörjningen
- Områdeschef verksamhet

Projektgrupp:

- Projektledare Rolf Andersson
- Verksamheten Rektor
- Arkitekt Ramavtal
- Expert lågenergihus
- Byggledare Bygg, (FK)
- Installationsledare (FK)

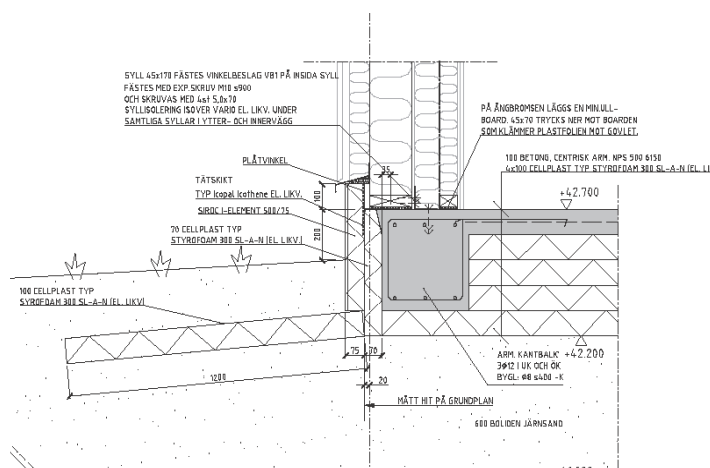
Stora Projekteringsgruppen:

- Projektledare: Rolf Andersson
- Rektor: Tommy Tjärnqvist
- Arkitekt Collage Arkitekter: Rolf Marklund
- Energiexpert Tyrens: Kristian Nilsskog
- Konstruktör WSP: Patrik Rönmark
- VVS VVS-konsulterna: Björn Stegermark
- El Elconsult: Björn Öfjäll
- Installationsledare: Egon Lindgren
- Byggledare: Tommy Westerlund
- Bas P WSP: Fredrik Åman
- Del av tid: Driftpersonal, Städledare, mm

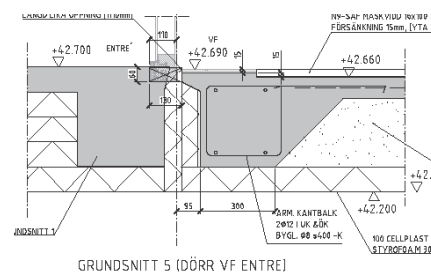
Sida 6 (21)

Byggdetaljer

Före och under hela projekteringen var ett syfte att skapa byggdetaljer som var repeterbara till andra fastigheter vi kommer att bygga i framtiden. Tanken var att dessa detaljer ska kunna appliceras på en förskola lika gärna som på ett gymnasium eller äldreboende.



Figur 2 Grunddetalj



Figur 3 Vindfång

En detalj (figur 2) som vi med stor möda och omsorg vände och vred på var grunddetaljen mellan betong-plattan och yttervägg. Den detaljen skulle lösa behovet av tillgänglighet, att ytterväggspanelen är minst 100 mm från marknivån även vid entréer, ej skapa någon köldbrygga samt se till att bäringen från yttervägg hamnar ovanför kantbalken.

När ej uppvärmd husdel möter uppvärmd är det viktigt med att inte skapa några köldbryggor som leder in kyla till "varma" betong-plattan. Se figur 3



Bild 2 Täthet kring fönster

En väldigt viktig punkt när det gäller att uppföra passivhus är att kunna bygga med stor noggrannhet både i projektering stadiet samt i utförande fasen. Extra stor fokus bör läggas på alla genomföringar, fönster, dörrar och rör genomföringar. Se Bild 2.

Installationssystem

Varmvatten system

Varmvatten och värme produceras via fjärrvärme, som finns lokalt på orten.

Anläggningen är också försedd med en värmepump som tar reda på energin från kyl- och frys maskiner. Detta för att i första hand förvärma inkommande tappvatten och i andra hand förvärma retur på radiatorkretsen

Inkommande fjärrvärme, effekten på fjärrvärme växlare för värmen är 66 kW och för varmvatten 170 kW



Bild 3 Fjärrvärme växlare

Värmepumpen har en effekt av 4 kW



Bild 4 Värmepump

Ventilationssystem

Ventilationen är utförd med två FTX-aggregat, det ena tar kök och det andra tar de fyra avdelningarna och personalutrymmen. Kapaciteten på de installerade aggregaten är 800 l/s på köksaggregatet och 2400 l/s på aggregat som tar avdelningar och personalutrymmen. Återvinning sker med roterande värmeväxlare på aggregat till fsk avd och personalutrymmen, och med korsströmsväxlare på köksaggregatet. Återvinningsgraden på den roterande värmeväxlare ligger på 85 % och på korsströmsväxlaren på 65 %

Ventilationen är gjord med (vav) variabel flödesstyrning, och den styrs mot CO₂ och temperatur i avdelningarna. I första hand styr ventilationen på CO₂-värdet, vilket är satt en övre gräns på 800 ppm och en temperaturgräns på 22 C°



Bild 5 Ventilationsaggregat för allmänventilation avdelningar och personalutrymmen



Bild 6 Ventilationsaggregat för kök och dess biutrymmen

Mätprogram och utvärdeing

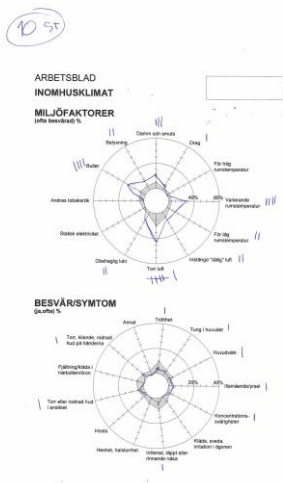
Inomhusklimat enkät

Den normala rutinen i kommunen är att utvärdering och uppföljning av inomhusklimat görs när någon, via verksamhetsansvarig, påtalar att de har besvär, eller synpunkter, som kan relateras till inomhusmiljön i en byggnad. (Se Rutiner vid problem med inomhusklimat) Då kopplas fastighetskontoret och vid behov kommunhälsan in för utvärdering. I Norrskens förskola har ingen påtalat några besvär, vare sig bland personal eller bland föräldrar till barn.

En enkät angående inomhusklimatet har gjorts enligt Örebromodellen, (K. Andersson, 2012). Enkäten delades ut till 15 anställda på förskolan (av ca 17) efter ca 1.5 års drift. Det var 10 stycken som lämnade in svar på enkäten. Det ger en svarsfrekvens på ca 67%, vilket kan betraktas som acceptabelt (Bryman, 2008). Gruppen som ska utvärderas är liten, vilket gör att svaren kan betraktas som signaler om inomhusklimatet.

Svaren har sammanställts i diagrammet i figur 4. När 'rosen' är så liten som möjligt är resultatet bra. De grå fälten visar resultatet från ett referensmaterial. (K. Andersson, 2012). Se även bilaga 5.

Det finns en del synpunkter på inomhusmiljön i form av torr luft och varierande temperaturer, men nästan inga fysiska besvär som med säkerhet kan relateras till inomhusmiljön på förskolan. Besvär och symptom ligger inom det grå referensfältet i figur 4. Slutsatsen är att inomhusklimatet i stort sett uppfattas som gott. Framförallt är nivån på besvär och symptom mycket låg. Synpunkter på varierande temperaturer mm hanteras av kommuns tekniska drift. Torr luft är ett problem som är svårt att förebygga i kalla vinterklimat, där luftfuktigheten utomhus är låg.



Figur 4: Sammanställning av inomhusmiljö enkät. De grå fälten motsvarar ett bra resultat enligt ett referensunderlag framtaget genom Örebromodellen (K. Andersson, 2012)

Utvärdering av värmeväxlare

Temperaturverkningsgraden för värmeväxlarna i luftbehandlingsaggregaten visas momentant i övervakningssystemet, men loggas inte. Några stickprov på värden visas i tabellen. Värdena ligger något under de projekterade värdena.

Tabell 1 Momentanvärden för värmeväxlare i luftbehandlingsaggregat för kök, LA02 och avdelningar, LA01. Projekterat värde för temperaturverkningsgrad för LA02 är 62% oreglerat och 51% med frotskydd. För LA01 är projekterad temperturverkningsgrad 81%

Aggregat	Utomhustemp °C	Återvinningsgrad %	Temperatur- verkningsgrad, %	Öppningsgrad på ventil till värmebatteri, %
LA02	2	100%	59%	23%
	2	100%	53%	23%
	1.8	100%	49%	39%
	-7.6	100%	52%	23%
LA01	5.9	100%	73%	5%
	0.3	89%	76%	0%
	-0.3	100%	80%	50%
	-5.4	100%	80%	26%
	-7.4	100%	70%	19%
	-7.6	100%	68%	19%

Uppmätta och beräknade värden för energianvändning

I Norrskenets förskola har energimätare installerats för att kunna följa upp energianvändningen i byggnaden. Mätarna är kopplade till byggnadens styr- och övervakningssystem, där redovisning av energiförbrukning kan följas. Sammanställningar finns för veckor och år. I tabellen redovisas vilka mätare som installerats.

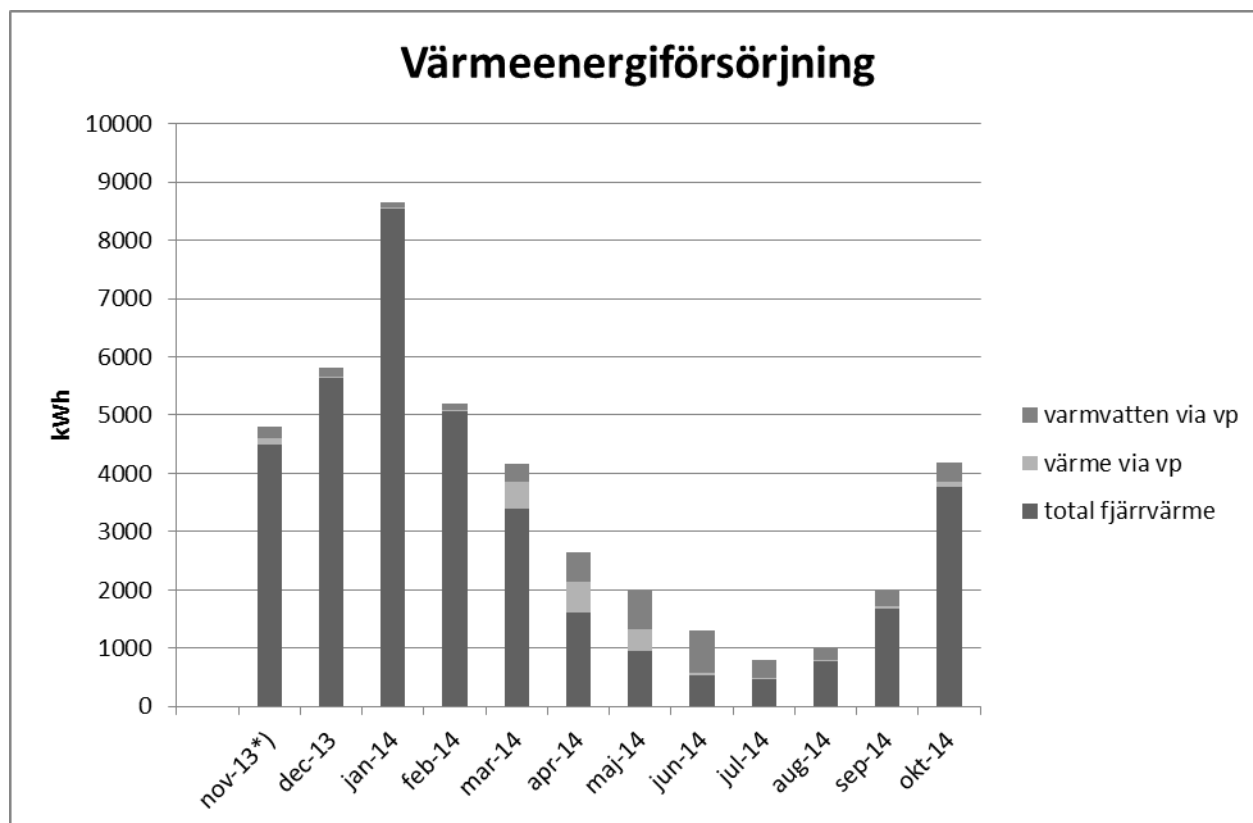
Tabell 2 Installerade flödes- och värmemängdsmätare

Beteckning	Beskrivning	Kommentar
VV-VM3	Flödesmätare varmvatten	m ³
VMM-FJV	Energimätare för fjärrvärme	
VMM1	Varmvatten, återvunnen energi från värmepump	
VMM2	Återvunnen effekt, energi och temperaturer från värmepump till värmesystem	
VMM3	Värmebatteri till luftbehandlingsaggregat LA01, betjänar avdelningar och plan 2	
VMM4	Värmebatteri i luftbehandlingsaggregat LA02, betjänar kök	Inga mätvärden är registrerade
VMM5	Eftervärmningsbatteri till avdelning 1	
VMM6	Eftervärmningsbatteri till avdelning 2	
VMM7	Eftervärmningsbatteri till avdelning 3	
VMM8	Eftervärmningsbatteri till avdelning 4	
VMM9	Eftervärmningsbatteri till 1011 Torg Östra	
VMM10	Eftervärmningsbatteri till 1012 Torg västra	
VMM11	Eftervärmningsbatteri till rum på plan 2	

Tabell 3 Installerade elmätare

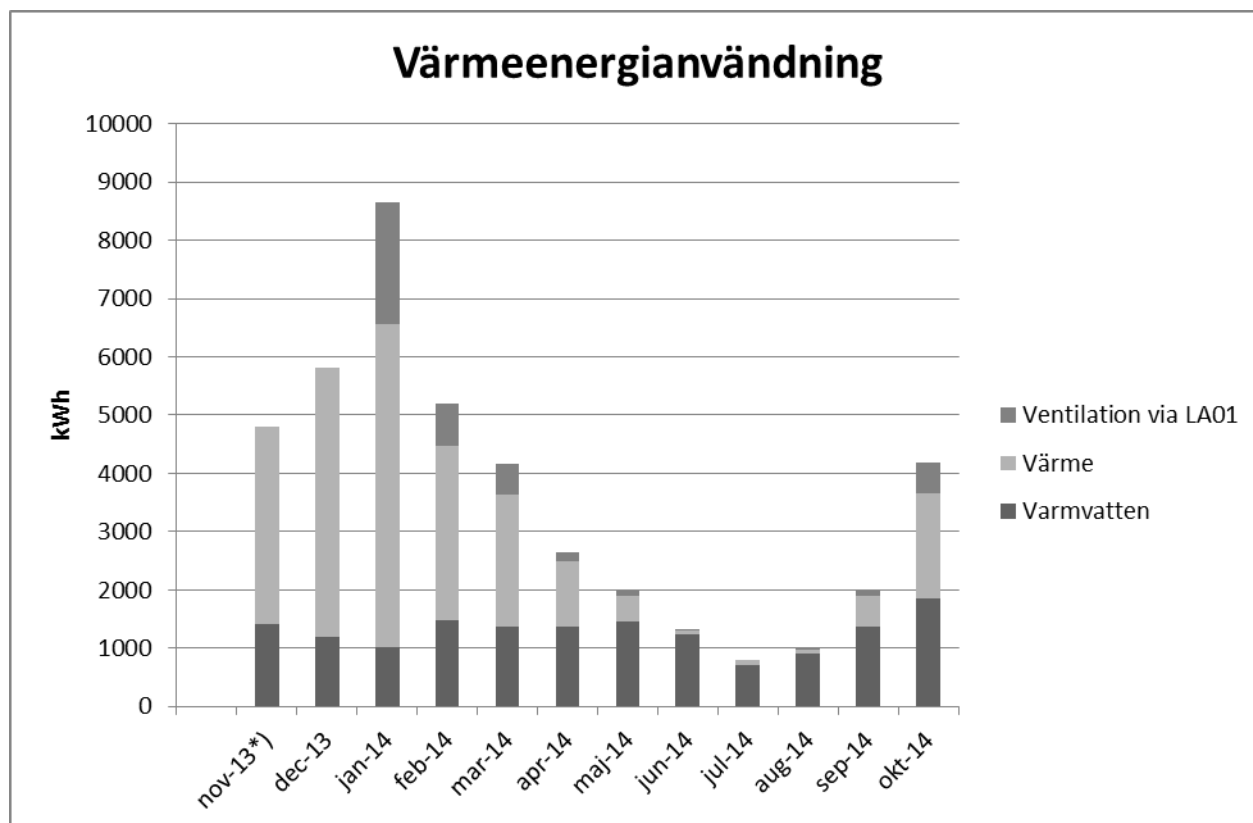
<i>Beteckning</i>	<i>Placering</i>	<i>Mätområde</i>	<i>Typ av el</i>
LA01	Fläktrum	El ventilationsaggregat LA01 inkl VS-pump	Fastighet
LA02	Fläktrum	El till ventilationsaggregat LA02 för kök inkl VS pump	Fastighet
AS01	Fläktrum	Övriga pumpar till värme- och kökskylsystem, kylmedelkylare	Fastighet och verksamhet (kökskyla)
E1_A1B	Entré	Elmatning till värmepump och kökskylaggregat. Stolpbelysning, hiss, motorvärmare, belysning skärmtak ute	Fastighet, verksamhet och utomhus
E2_A1B	Entré	El till köksutrusning och belysning i kök	Verksamhet
E1_A1BA_väst	Entré	El till belysning mm för två avdelningar	Verksamhet
E1_A1BC_öst	Entré	El till belysning mm för två avdelningar	Verksamhet
E1_A1BE_pl1	Entré	El till belysning mm för torg och plan 2	Verksamhet Ej hel mätperiod

Förskolan ligger intill en skola som också ägs av kommunen. Dessa har gemensamt elabonnemang. De mätare som finns för el i fastigheten är enbart egna mätare som installerats. De installerade mätarna överensstämmer inte helt med Boverkets definitioner av fastighets- och verksamhetsel. Byggnaden kommer att kompletteras med ytterligare elmätare så att energianvändningen kan följas upp enligt den definitionen framöver.



Figur 5: Tillförd värmeenergi från fjärrvärme och värmepump

Bygganden försörjs med värme främst via fjärrvärme. Det finns även en värmepump som använder kondensorvärme från kölskylanläggningen som värmekälla. Den fungerade inte under hela mätperioden, vilket syns i mätvärdena. Enligt de projekterade värdena ska den arbeta med ett COP på 2.8 vid ett temperatur lyft från 15°C förångning till 60°C kondensering. Den har relativt konstanta driftförhållanden när det gäller temperatur, vilket gör att man kan uppskatta COP till 2.8 eller troligen lägre. Under de perioder den fungerat har den bidragit till både värme- och varmvattenproduktion och minskat fjärrvärmeanvändningen. En bättre utvärdering av prestanda kommer att kunna göras när separat elmätare installeras för värmepumpen. I ett senare projekt i kommunen har man istället valt att använda kondensorvärmerna direkt utan värmepump, vilket har gett mindre driftproblem.



Figur 6: Fördelning av energianvändning till varmvatten, uppvärmning och uppmätt värmeenergi till ventilationsaggregatet LA01 som försörjer allt utom köket. Mätvärden finns inte registrerade för nov och dec -13 för LA01. I posten Värme ingår radiatorer, golvvärme och värme till övrig ventilation.

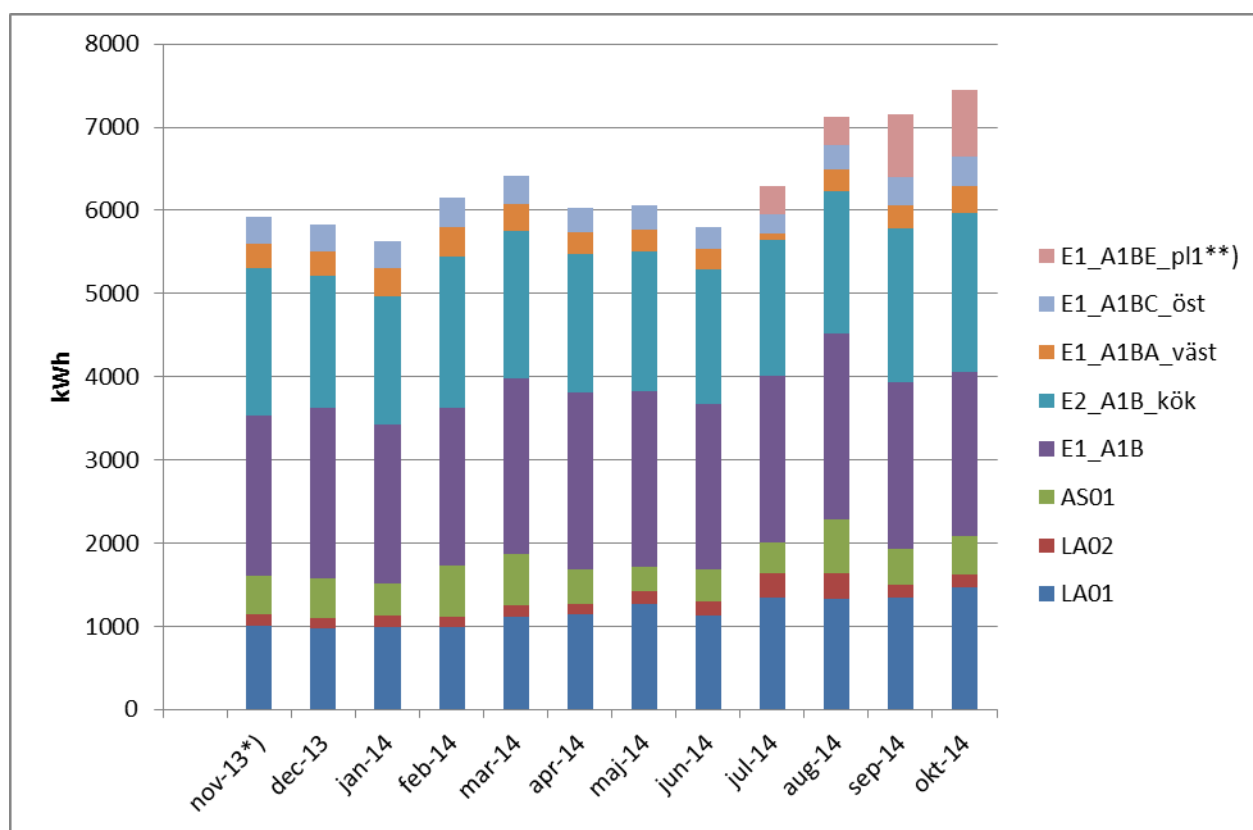
Värmen som levereras från fjärrvärmen och värmepumpen används till uppvärmning via radiatorer, lite golvvärme, ventilation och varmvatten. Det finns separata värmemängdsmätare till de båda ventilationsaggregaten, men även till eftervärmare som är installerade till ett antal zoner i byggnaden. Se Tabell 2. Det är enbart värmemängdsmätarna för total fjärrvärme, återvunnen värme från värmepumpen till varmvatten respektive värme och värme till luftbehandlingsaggregat LA01 som visar några värden i mätsystemet. För dessa mätare finns värden från december 2013 till oktober 2014. En skattning har gjorts för november 2013 för att få ett helt års mätvärden.

För LA02 är troligen mätområdet felinställt för mätarregistreringen i övervakningsprogrammet. Det syns värden för senaste dygnets timmar i Watt, men inte för längre perioder där enheten är MWh.

De övriga mätarna, VMM5-11 har inte heller några värden registrerade. Detta beror troligen också på att mätområdet inte är anpassat i datorn, men också på att de inte varit i drift i någon större utsträckning. Luften har haft tillräcklig temperatur för att hålla rumstemperaturen när den lämnat luftbehandlingsaggregatet vid de flesta tillfällena. Börvärdet för tilluften varierar beroende på bland annat frånluftstemperatur. I tabellen visas exempel på temperaturer för några tillfällen.

Tabell 4 Temperaturer avlästa från luftbehandlingsaggregat LA01 som betjänar torg och avdelningar

Datum	Klockslag	Rumstemperatur, GT1, Torg °C	Tilluftstemperatur °C	Frånluftstemperatur °C	Utetemperatur °C
20141103	16:44	21.7	18.0	20.3	5.9
20141104	10:56	21.7	16.5	20.2	0.3
20141104	11:10	21.7	18.8	20.2	0.3
20141104	13:57	21.9	16.7	20.1	-0.3
20141106	13:15	21.6	16.5	20.2	-7.6
20141106	13:25	21.6	16.5	20.2	-7.4
20141113	15:49	21.4	16.3	19.8	-5.4



Figur 7: Elenergianvändning fördelat på de mätare som finns installerade i byggnaden

I diagrammet i visas fastighetens elanvändning för perioden nov 2013 till okt 2014. Värden för november har uppskattats för LA01, LA02 och AS01. Mätaren E1_A1BE, som mäter främst el till belysning och annaerksamhetsel på plan 2, har enbart mätdata för juli-oktober 2014.

Utvärdering av energiprestanda

Energiprestanda för byggnaden har beräknats med uppmätta värden för perioden nov 2013- okt 2014 relaterat till ytan 849 m² som är A-temp. Värdena har även normalårskorrigerats med hjälp av temperaturer från SMHI:s kartor för månadsmedeltemperatur och relaterats till motsvarande temperaturer hämtade från kartor för normalvärden 1960-1991 (www.smhi.se) vid uppvärmningsbehov till 17°C utomhus. För juli gav detta ett negativt värde, beronde på att det funnits enksila dagar med värmebehov. Den verkliga energianvändningen togs med här.

Mätvärden saknades i november 2013 för fjärrvärme och värme från värmepumpen. En elmätare för verksamhetsel saknade en del värden som skattats. Energi till varmvatten är beräknat baserat på uppmätt användning (m^3) till köket, (där den stora varmvattenanvändningen sker), som innehåller en del skattningar pga mätaren inte fungerat, och antagna temperaturer på inkommande kallvatten och utgående varmvatten. De varma sommarmånaderna, när all värmeenergi gått till varmvatten har använts som referens för att få rätt nivå på energianvändningen, med hänsyn till vvc-förluster och att allt flöde inte ingick i mätningen.

Elmätarna har inte en strikt uppdelning på fastighets- och verksamhetsel, men en ganska god överensstämmelse. El till värmepumpen, som inte mäts separat, har skattats med hjälp av levererad kondensorvärme, som mäts, och ett COP relaterat till projekterade värden. I verksamhetselen ingår även el till belysningsstolpar utomhus, motorvärmare och lite eluttag i några ouppvärmda förråd. Dessa ska enligt Boverkets definition av verksamhetsel inte räknas in.

Under projekteringen gjordes en energiberäkningen enligt PHPP (Passiv House Planning Package), vilket inte ska jämföras med FEBY:s beräkningssätt. Se bilaga 1,2 och 3. Utvalda värden från beräkningen finns i kolumnen beräknat i Tabell 5

De beräknade värdena var baserade på A-temp 803 m^2 , men har korrigerats så de är relaterade till det verkliga värdet för A-temp, 849 m^2 , precis som de uppmätta värdena.

Tabell 5 Beräknade och uppmätta energiprestanda för byggnaden

<i>Energiprestanda, $\text{kWh/m}^2, \text{år}$</i>	<i>Beräknat</i>	<i>Uppmätt nov 2013-okt 2014</i>	<i>Normalårs- Korrigerat värde</i>
Uppvärmning, byggnadens netto värmebehov	34	32	33
Varmvatten	28	18	18
Fastighetsel	25	28	28
Varav ventilation och pumpar		14	18
Varav el till värmepump		10	2
Övrigt, inkl pumpar			8*)
Verksamhetsel	71	69	69
Summa	148	147	148
Varav köpt energi, fjärrvärme	27	38	39
Värme från värmepump	35	12	12
Energiprestanda enl boverkets definition, köpt energi	51	67	68
Total köpt energi inkl verksamhetsenergi	122	135	136

*) Uppdelningen av pumpenergi skiljer mellan mätning och beräkning. I övrigtposten ingår bla huvudpumpar för värmesystem och VVC-pump.

Värdena ligger i nivå med de projekterade värdena, förutom för fastighetselen som är högre. Det är framförallt ventilationen som dragit mer el än beräknat. Varmvattnet ligger lägre och det totala värdet ligger i nivå med de projekterade värdena. Mätvärdena har normalårskorrigerats i en separat kolumn. I mätvärdena finns det en del el som inte ska räknas till byggnaden.

Vid projekteringen har det funnits ett mål att byggnaden ska uppfylla passivhuskraven enligt FEBY. Det innebär bl a att energianvändningen enligt BBR:s definition ska vara max 58 kWh/m²,år. Detta uppfylls inte för den aktuella mätperioden. Om värmepumpen hade fungerat och levererat som planerat skulle den köpta fjärrvärmeenergin ha minskat med 23 kWh/m²,år, men samtidigt skulle elanvändningen till värmepumpen ha ökat, vilket totalt sett ger energiprestanda enligt Boverkets definition på 53 kWh/m²,år. Detta ligger i nivå med det beräknade värdet på 51 kWh/m²,år

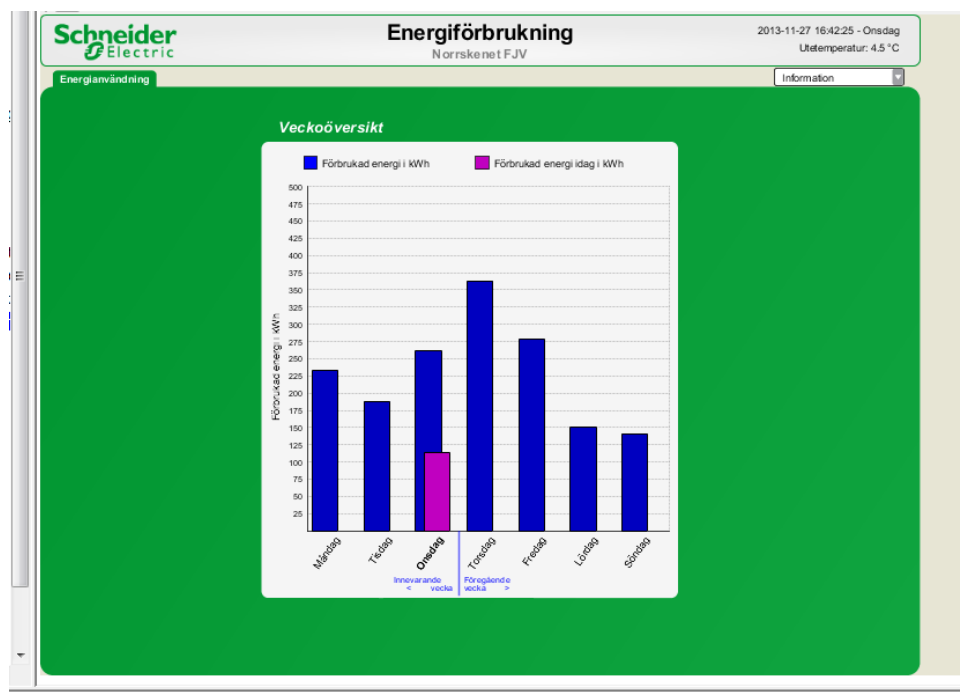
Den totala energianvändningen för byggnaden ligger högre än det som var tänkt vid projekteringen. En del förklaras av att värmepumpen inte fungerat tillfredställande.

Byggnaden har eleffekt installerat för uppvärmning motsvarande 1,6 kW, vilket är mindre än 2 W/m². Byggnaden är därför inte eluppvärmd enligt Boverkets definition, där gränsvärdet för installerad eleffekt för en byggnad är 10 W/m².

Byggnadens krav på energiprestanda enligt BBR 2009 beräknas i klimatzon 3 enligt formeln.

Energiprestanda = $140 + 110 \cdot (q_{medel} - 0,35) \cdot \text{kWh/m}^2, \text{år}$

Där q_{medel} är medelluftflödet för ventilationen. Vid drift är luftflödet ca 2600 l/s för byggnaden, vilket motsvarar ca 3 l/s, m². Det ger med korrektion för drifttider ett medelluftflöde på ca 0,9 l/s, m². Detta resulterar i ett krav enligt BBR på 201 kWh/m²,år. Detta värde är högt, men byggnaden ligger långt under detta värde.



Figur 8. Veckoförbrukning angående fjärrvärme på Norrskenet förskola

Informationsspridning

Information inför att projektet skulle börja byggas presenterats det i lokala medier SVT , TV4 samt tidningar och lokalradio stationer i Skellefteå. Vi på fastighetskontoret bjöd in alla lokala medier till en presskonferens och berättade att vi skulle bygga en förskola som passivhus.

Vi anordnade samma typ av presskonferens på förskolan samma dag som den invigdes.

Samtliga entreprenörer som fick tilldelningsbeslut i upphandlingen skulle ställa upp med totalt 8 timmar utbildning för alla anställda, utfört av FK.

I AMA-delen till förskolan skrev vi in att alla personer (UE) som någon gång under byggtiden skulle vistas i lokalerna, var tvungna att genomgå en kortare utbild/information om lågenergi teknik.

Förskolan ingick som ett visningsprojekt i den nationella satsningen Trästad 2012 där 17 kommuner samverkar om att bygga i trä.

Vi har kvällstid samlat personal från förskolan och föräldrar till barn om informerat om passivhuset samt utfört grupparbeten i ämnet.

Har utfört ett 15 tal guideade studiebesök på plats med allt från små intressegrupper från orten till ett 30 tal Japaner.

Presenterat förskolan på ett stort seminarium om framtidens skolor i Göteborg.

Tryck upp informationsblad angående lågenergi teknik som finns hos oss och på förskolan.

På Nordiska Trähus (vilken är en organisation där hela norden finns representerade) har vi marknadsfört förskola som ett passivhus.



Bild 1 Studiebesök från Japan

Slutsatser

Vi satte högt fokus på information/utbildning innan projekteringen skulle starta, vi krävde att alla inblandade projektörer skulle vara med på 8 tim utbildning utförd av vår energikonsult. I förfrågningsunderlaget skriv vi in att alla huvud-entreprenörer (bygg-el-vvs) skulle gå en utbildning på 4 + 4 timmar, övriga måste genomgå en kortare information i lågenergiteknik.

När det gäller projektering så hade vi tagit höjd för att det var vårt samt projektörernas första passivhus som vi projekterade och sedan byggde, vi anlände en energikonsult som skulle hjälpa oss på rätt spår. Utan energikonsultens kompetens är jag tveksam om vi lyckas bygga huset med de teoretiska och testvärden som vi nu fått fram. Kravet för täthet är 0.3 l/sm^2 vilket vi var mycket oroliga för att kunna uppnå, nu lyckades vi komma ned till smått otroliga 0.05 l/sm^2 .

Energiförbrukning har delvis uppfyllt de mål vi hade utifrån de beräkningar som har gjorts. Beräkningen för det specifika värmebehovet låg på $34 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, och den verkliga normalårskorrigerade förbrukningen för värme ligger på $33 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Det betyder att själva byggnaden och effektiviteten med värmeåtervinning i ventilation uppfyller de ställda kraven. Energianvändningen för varmvatten med $18 \text{ kWh/m}^2\text{,år}$ ligger lägre än det beräknade värdet, $28 \text{ kWh/m}^2\text{,år}$. Fastighetselen har varit högre än beräknat med $28 \text{ kWh/m}^2\text{,år}$ jämfört med det beräknade värdet $25 \text{ kWh/m}^2\text{,år}$. Värmepumpen har haft en del driftproblem och därmed inte heller använt så mycket el. Istället har el till fläktar och pumpar varit större än beräknat. Det kan både bero på mindre effektiva fläktar och pumpar, men också på hur mycket ventilation mm har behövt gå. Eftersom det är behovsstyrning ger detta snabbt utslag på elenergianvändningen. Det finns även en del osäkerhet i fördelningen mellan fastighetsel och verksamhetsel på grund av mätaruppdelningen. Den totala elenergianvändningen, $98 \text{ kWh/m}^2\text{,år}$ ligger högre än beräknat, $86 \text{ kWh/m}^2\text{,år}$, men då ingår en del utomhusel i mätningen.

En annan viktig del om ett projekt ska lyckas eller ej är att ta med verksamheten på ett aktivt sätt. Vi ordnade informationsmöten under kvällstid för föräldrar som undrade vilket typ av hus vi byggde. Förskolepersonalen och fastighetsskötare utbildades och vi arrangerade grupparbeten i ämnet lågenergi, vi tror att det är en mycket viktig del, att de som bedriver daglig verksamhet i lokalerna är välinformerade.

Det vi som beställare upplevt är den svårighet att få konsulter och entreprenörer att tänka passivhusbyggande, att tänka på klimatskal och täthet i detaljer som köldbryggor och vid genomföringar i av både rör och fönster, dörrar klimatskal.

Det har också visat sig att det på grund av ovanan att injustera ventilationen vid så täta hus så påträffar man fenomen som man normalt inte påträffar i "normala" hus. En effekt som vi redan kan notera är att CO_2 halterna håller sig på en mycket låg nivå, vilket vi tolkar som att ventilationens VAV-styrning fungerar som det är projekterat.

Under själva byggskedet hade vi en i det närmaste fast stationerad trainee från Universitet på plats ute på bygget som bevakade våra intressen, vilken är en trygghet för oss och en hjälp för entreprenörerna.

En enkät angående inomhusmiljön är utförd på förskolan ca 1.5 år efter att den invigdes. Det var ca 25 frågeställningar allt från olika miljöfaktorer till ev. besvär/symtom. Generellt sett ett mycket bra utfall i enkäten, det ända som "stack ut" var att de upplevde torr luft, vilket är svårt att åtgärda i ett kallt klimat vintertid.

Rolf Andersson
Projektledare

Egon Lindgren
Installationsledare

Anna-Lena Lane
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Referenser

Bryman, A. (2008). *Samhällsvetenskapliga metoder upl 2*. Stockholm: Liber.
K. Andersson, G. S. (2012). *MM-enkäterna, manual skolor och förskolor*. Örebro.

(Rutiner vid problem med inomhusklimatet)



LÅGAN (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Sveriges Byggindustrier, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter med syfte att öka byggtakten av lågenergibygnader.

www.laganbygg.se

