

## Nytt flerbostadshus med fjärrvärme, klimatzon III (FbNFjvIII)



Det nya flerbostadshuset som har analyserats med avseende på energiåtgärder och kostnader är ett 4-våningshus med 16 lägenheter. Invändigt mått i bottenplan är 36x10 m och den sammanlagda golvarean för hela byggnaden är 1440 m<sup>2</sup>. Golv av betong på makadam med mellanliggande isolering, yttreväggar av träkonstruktion med isolering, takbjälklag av betong med lösullsisolering, uppstolpat tak av trä och betongtakpannor, mekanisk från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning (FTX). Byggnaden har fjärrvärme. Ritningar för byggnaden finns i bilaga 6.

**Data för byggnaden**

| <b>FbNFjvIII</b>   | Referensbyggnad |
|--|-----------------|
| Byggår   | Nytt            |
| Längd (m)  | 36              |
| Bredd (m)  | 10              |
| Antal våningar   | 4               |
| Våningshöjd (m)  | 2,5             |
| Antal lägenheter (16 st 3:or)                              | 16              |
| Ort  | Stockholm       |
| Klimatzon enligt BBR                                       | III             |
| DVUT (°C)  | -17,1           |
| Tidskonstant (h)   | 24              |
| Uppvärmningssätt   | Fjärrvärme      |
| $A_{temp}$ (m <sup>2</sup> )                               | 1440            |
| $A_{om}$ (m <sup>2</sup> )                                 | 1640            |
| Inomhustemperatur (°C)                                     | 22              |
| Antal personer   | 35              |
| Tappvarmvatten (kWh/m <sup>2</sup> och år)                 | 25              |
| Hushållsel (kWh/m <sup>2</sup> och år)                     | 30              |
| Verksamhetsel (kWh/år)                                     | 0               |
| Energitillskott från solinstrålning genom fönster (kWh/år) | 14400           |
| Energitillskott från kontorsutrustning (kWh/år)            | 0               |
| Reglerförluster (% av uppvärmningsenergin)                 | 5               |
| Vädring (kWh/m <sup>2</sup> och år)                        | 4               |
| Takisolering tjocklek (mm)                                 | 400             |
| Takisolering area (m <sup>2</sup> )                        | 360             |
| Takisolering $U_i$ (W/m <sup>2</sup> K)                    | 0,109           |
| Väggisolering tjocklek (mm)                                | 265             |
| Väggsisolering area (m <sup>2</sup> )                      | 642,4           |
| Väggisolering $U_i$ (W/m <sup>2</sup> K)                   | 0,18            |
| Golvisolering tjocklek (mm)                                | 200             |
| Golvisolering area (m <sup>2</sup> )                       | 360             |
| Golvisolering $U_i$ (W/m <sup>2</sup> K)                   | 0,126           |
| Fönster $U_i$ (W/m <sup>2</sup> K)                         | 1,2             |

|  |                   |
|--|-------------------|
| Fönster g-värde  | 0,57              |
| Fönsterarea (m <sup>2</sup> )  | 268,8             |
| Fönsterriktning S, N, V, Ö   | 112/112/22,4/22,4 |
| Dörr U <sub>i</sub> (W/m <sup>2</sup> K)                             | 1,2               |
| Dörrarea (m <sup>2</sup> )   | 8,8               |
| Dörriktning S, N, V, Ö   | 8,8/0/0/0         |
| Köldbryggor (%)  | 25                |
| U <sub>m</sub> klimatskärm (W/m <sup>2</sup> K)                      | 0,407             |
| Ventilation (l/s) inkl. forcering                                    | 524               |
| Värmeåtervinning FTX<br>(systemverkningsgrad %)                      | 55                |
| Infiltration (l/s m <sup>2</sup> vid 50 Pa)                          | 0,6               |
| Fastighetsenergi (kWh/år)  | 21 600            |
| SFP  | (FTX) 2           |
| Byggnadens specifika<br>energianvändning (kWh/m <sup>2</sup> och år) | 90                |
| Byggnadens energianvändning enl.<br>BBR (kWh/år)                     | 131750            |

## Specifikation av byggnadsdelar

| <b>FbNFjvIII</b>                 |   |               |                 |               |
|----------------------------------|---|---------------|-----------------|---------------|
| <b>Tak</b>                       |   |               |                 |               |
| <i>Material (inifrån - utåt)</i> | <i>Tjocklek (mm)</i>  | <i>Lambda</i> | <i>Material</i> | <i>Lambda</i> |
| Betong                           | 200   | 1,2           |                 |               |
| Plastfolie                       | 0,2   |               |                 |               |
| Lösull                           | 400   | 0,042         | 5%              | 0,140         |
| Yttertak                         | Btg.takpannor, bärläkt 28x45, ströläkt 25x25, underlagspapp, 22 råspont |               |                 | R = 0,30      |
| <b>Beräknat U-värde</b>          |   |               |                 | <b>0,109</b>  |
| <b>Yttervägg</b>                 |   |               |                 |               |
| <i>Material (inifrån - utåt)</i> | <i>Tjocklek (mm)</i>  | <i>Lambda</i> | <i>Material</i> | <i>Lambda</i> |
| Gipsskiva                        | 13  | 0,22          |                 |               |
| Plastfolie                       | 0,2   |               |                 |               |
| Mineralull                       | 170   | 0,037         | Träreglar 15 %  | 0,140         |
| Mineralull                       | 95  | 0,037         | Träreglar 15 %  | 0,140         |
| Board                            | 10  |               |                 |               |
| Ventilerad luftspalt             | 28  | R=0,20        |                 |               |
| Fasadskiva med puts (sto)        |   |               |                 |               |
| <b>Beräknat U-värde</b>          |   |               |                 | <b>0,180</b>  |
| <b>Golv mot mark</b>             |   |               |                 |               |
| <i>Material (inifrån - utåt)</i> | <i>Tjocklek (mm)</i>  | <i>Lambda</i> | <i>Material</i> | <i>Lambda</i> |
| Ytskikt - lamellträ              | 14  |               |                 |               |
| Plastfolie                       | 0,2   |               |                 |               |
| Betong                           | 200   | 1,2           |                 |               |
| Sundolitt XPS 200 SL             | 200   | 0,035         |                 |               |
| Makadam                          | 150   |               |                 |               |
| <b>Beräknat U-värde</b>          |   |               |                 | <b>0,126</b>  |
| <b>Fönster, vägg</b>             |   |               |                 |               |
| <i>Storlek</i>                   | <i>U-värde</i>  | <i>Antal</i>  | <i>Area</i>     |               |
| 1,0x1,4                          | 1,2   | 32            | 44,8            |               |
| 2,0x1,4                          | 1,2   | 80            | 224,0           |               |
|                                  |   | <b>Totalt</b> | <b>268,8</b>    |               |
| <b>Ytterdörr</b>                 |   |               |                 |               |
| <i>Storlek</i>                   | <i>U-värde</i>  | <i>Antal</i>  | <i>Area</i>     |               |
| 1,0x2,1                          | 1,2   | 2             | 8,8             |               |

### Åtgärder, investering, energianvändning, finansiell- och makroekonomisk kalkyl

| HusTyp                | ÅtgärdsID    | Investering<br>(exkl. moms) | Livsångd<br>(år) | Åtgärdsstext  | U-neddel<br>inkl. köld-<br>bryggor | Specifik<br>energi-<br>användning<br>(kWh/m <sup>2</sup> år) | Köpt energi<br>enligt BBR<br>(kWh/år) | Finansiell kalkyl<br>Förändring i<br>kronor<br>(6 procent) | Makroekonomisk kalkyl<br>Förändring i<br>kronor<br>(3 procent) | Förändring i<br>kronor<br>(4 procent) | Utfall         |
|-----------------------|--------------|-----------------------------|------------------|---|------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|----------------|
| <b>FBNFV011</b>       |              |                             |                  | BBR-nivån precis uppfyllt.  | 0,407                              | 90   | 131 750                               | 0 kr   | 0 kr   | 0 kr                                  | referens       |
| <b>TAK</b>            |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | TH.L100      | 15 750 kr                   | 40               | Isolering av vindsbjälklag +100 mm lösull   | 0,401                              | 90   | 130 457                               | -2 603 kr  | 4 778 kr   | 2 015 kr                              | lönsam/olönsam |
| FBNFV011              | TH.L1200     | 31 500 kr                   | 40               | Isolering av vindsbjälklag +200 mm lösull   | 0,394                              | 89   | 128 736                               | 167 kr   | 15 814 kr  | 9 509 kr                              | lönsam         |
| <b>YTTERVÄGG</b>      |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | VY.IM45      | 138 890 kr                  | 40               | yttervägg +45 mm mineralull   | 0,395                              | 90   | 129 022                               | -131 817 kr  | -84 697 kr   | -93 264 kr                            | olönsam        |
| FBNFV011              | VY.IM70      | 178 310 kr                  | 40               | yttervägg +70 mm mineralull   | 0,389                              | 89   | 127 590                               | -160 975 kr  | -99 118 kr   | -111 316 kr                           | olönsam        |
| FBNFV011              | VY.IM95      | 219 535 kr                  | 40               | yttervägg +95 mm mineralull   | 0,384                              | 88   | 126 446                               | -195 905 kr  | -119 369 kr  | -134 719 kr                           | olönsam        |
| <b>SOLVÄRME</b>       |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | G.IC50       | 44 700 kr                   | 40               | golv +50 mm Sundolitt XPS 200 SL  | 0,399                              | 90   | 129 883                               | -30 011 kr   | -12 797 kr   | -17 356 kr                            | olönsam        |
| FBNFV011              | G.IC100      | 74 120 kr                   | 40               | golv +100 mm Sundolitt XPS 200 SL   | 0,395                              | 90   | 129 022                               | -54 379 kr   | -41 859 kr   | -33 487 kr                            | olönsam        |
| <b>FÖNSTER</b>        |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | F.U.1.1      | 74 810 kr                   | 40               | fönster med U=1.1   | 0,386                              | 88   | 126 875                               | 28 257 kr  | 4 177 kr   | -6 641 kr                             | lönsam/olönsam |
| FBNFV011              | F.U.0.8      | 342 830 kr                  | 40               | fönster med U=0.8   | 0,325                              | 78   | 112 750                               | -171 167 kr  | -91 173 kr   | -72 938 kr                            | olönsam        |
| <b>DÖRR*</b>          |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | D.U.1.0      | -                           | 40               | dörr med U=1.0  | 0,405                              | 90   | 131 319                               | -  | -  | -                                     |                |
| FBNFV011              | D.U.0.8      | -                           | 40               | dörr med U=0.8  | 0,404                              | 90   | 131 175                               | -  | -  | -                                     |                |
| <b>SOLVÄRME</b>       |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | SOLV.36.2700 | 350 000 kr                  | 20               | 36 m <sup>2</sup> Solfångare + 2700 liter ackumulatortank (10 kWh/m <sup>2</sup> Åtemp) | -                                  | 81   | 117 350                               | -355 096 kr  | -339 315 kr  | -261 134 kr                           | olönsam        |
| <b>FTX</b>            |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | FTX.70       | 21 200 kr                   | 20               | FTX med 70 % systemverkningsgrad  | -                                  | 82   | 118 363                               | 135 562 kr   | 179 692 kr   | 167 172 kr                            | lönsam         |
| <b>PAKET FBNFV011</b> |              |                             |                  |   |                                    |  |                                       |  |  |                                       |                |
| FBNFV011              | TH.L100      | 229 440 kr                  | 40               | Isolering av vindsbjälklag +100 mm lösull (U=0,090)                                     | 0,369                              | 85   | 122 890                               | -163 116 kr  | -122 928 kr  | -76 259 kr                            | olönsam        |
| FBNFV011              | VY.IM45      | -                           | 40               | yttervägg +45 mm mineralull (U=0,156)   | -                                  | -  | -                                     | -  | -  | -                                     |                |
| FBNFV011              | F.U.1.1      | -                           | 40               | fönster med U=1.1   | -                                  | -  | -                                     | -  | -  | -                                     |                |

\* = dörrar har varit med i analysen men inga prisuppgifter har varit möjligt att få fram

### **Sammanfattande resultat för nytt flerbostadshus med fjärrvärme, klimatzon III**

Utgångspunkten i analysen av alla nya byggnader är att de har konstruerats för att precis uppfylla kraven i BBR. För det nya flerbostadshuset placerat i klimatzon III och som uppvärms med fjärrvärme ligger kravnivån för den specifika energianvändningen på 90 kWh per m<sup>2</sup> och år. Den 1 440 kvadratmeter stora byggnaden förbrukar 131 750 kWh per år, vilket bildar referenspunkten.

Därefter varierar en åtgärd i taget från den ursprungliga kombinationen av åtgärder (paket av åtgärder), vilket leder till en förbättrad energiprestanda. Om taket isoleras ytterligare med 100 mm lösull krävs en ytterligare investering på 15 750 kronor exklusive moms. Detta leder till att den årliga energianvändningen minskar med 1 293 kWh (131 750 – 130 457). Den totala kostnaden (livscykelkostnaden) sett över den 30-åriga kalkylperioden ökar med 2 603 kronor i den finansiella kalkylen med 6 procents kalkylränta. Det innebär att investeringen vid denna kalkylränta är olönsam. Med 4 procent kalkylränta i den finansiella kalkylen blir investeringen däremot lönsam. Livscykelkostnaden blir här 2 518 kronor lägre. Utifrån den makroekonomiska kalkylen leder samma åtgärd till att livscykelkostnaden minskar med 4 778 kronor vid 3 procents kalkylränta och med 2 015 kronor vid 4 procent. Med den makroekonomiska kalkylen framstår åtgärden som lönsam.

Väljer man att isolera taket med ytterligare 100 mm lösull, d.v.s. med 200 mm, förbättras lönsamheten. Den årliga energiförbrukningen minskar med 3 014 kWh (131 750 -128 736) och den ytterligare investeringskostnaden uppgår till 31 500 kronor exklusive moms. I de fyra kalkylalternativen minskar livscykelkostnaden med 167, 11 886, 15 814 respektive 9 509 kronor.

Som framgår av tabellen är det endast två av åtgärderna som framstår som lönsamma och då endast i något/några av kalkylalternativen. Exempelvis blir investeringen i fönster med ett U-värde på 1,1 lönsam i den makroekonomiska kalkylen vid en kalkylränta på 3 procent. Livscykelkostnaden beräknas här bli 4 177 kronor lägre än i referensfallet. För de tre övriga kalkylalternativen blir fönsterinvesteringen olönsam.

För flerbostadshuset har även ett ”PAKET” med tre olika åtgärder skapats. Den årliga energiförbrukningen minskar med 8 860 kWh (131 750 – 122 890). Den ytterligare investeringskostnaden som krävs för detta paket uppgår till 229 440 kronor exklusive moms. Dock leder denna investering till att livscykelkostnaden ökar i samtliga kalkylalternativ, och paketet är därför olönsamt.