



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



## RAPPORT

### Energianalys, NNE-byggnad AB Landskronahem, Pilängen

2013-09-17

Slutgiltig, reviderad efter kommentarer från BeBo

Upprättad av: Jens Åkesson & Jenny Wahl

## RAPPORT

### Energianalys, NNE-byggnad AB Landskronahem, Pilängen

#### Kund

AB Landskronahem  
Thomas Sjöholm  
Box 4026  
261 04 Landskrona  
Telefon 0418-569 00

#### Konsult

WSP Environmental  
Box 574  
20125 Malmö  
Besök: Jungmansgatan 10  
Tel: +46 10 722 50 00  
WSP Environment & Energy Sweden  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)

#### Kontaktpersoner

WSP  
Jenny Wahl  
Telefon 010-722 62 74  
[jenny.wahl@wspgroup.se](mailto:jenny.wahl@wspgroup.se)  
Jens Åkesson  
Telefon 010-722 62 77  
[jens.akesson@wspgroup.se](mailto:jens.akesson@wspgroup.se)

## Innehåll

1	Sammanfattning	4
2	Bakgrund	5
3	Syfte	5
4	Aktuell status i byggnaden	6
4.1	Byggnadsutformning	6
4.2	Konstruktion	7
	Fuktbedömning av källarvägg	9
4.3	Ventilation och drift	11
4.4	Energianvändning i aktuellt hus	13
	Värme och varmvatten	13
	Elanvändning	14
5	Energiberäkningar	15
5.1	Sammanställning av indata till energiberäkningar, nuläge	15
6	Förslag till nivå nollenergihus	17
6.1	Beräknad energianvändning efter bygg- och installationsåtgärder, utan energiproduktion	21
6.2	Beräknad energianvändning efter bygg-, installationsåtgärder samt medräknat energiproduktion	23
7	Lönsamhetskalkyl	25
7.1	Åtgärdsförslag för NNE-byggnaden	25
7.2	Geoenergi	26
7.3	Solceller	26
7.4	LCC	27
8	Slutsats	28
	Bilaga 3 – Mer om solel	32
	Geoenergi	34

## Sammanfattning

WSP har i uppdrag av Landskronahem låtit utföra en studie om en befintlig byggnad kan byggas om till en nära-noll-energibyggnad (NNE) och i så fall hur och till vilken kostnad med hjälp av bidrag från BeBo

Arbetena i studien visar att detta går att genomföra om klimatskalet förbättras samt om energiåtervinning och energiproducerande apparatur installeras. Åtgärderna som är aktuella för byggnaden har tagits fram i samråd med Landskronahem. Åtgärderna består utav tilläggsisolering av ytterväggar och källarväggar, ombyggnad av tak som tilläggsisoleras, solcellsinstallation på tak, fönsterbyte, fördelningsmätning av varmvatten, installation av FTX-aggregat, utnyttjande av grundvattenvärme mha värmepump. Byggnaden har besiktigats avseende skick och energiberäkningar har genomförts för objektet.

Om totalkostnaden, som kalkylerats till ca 14 Mkr, delas upp i två delar, som normalt underhåll 4,4 Mkr och som energieffektiviserande investering 9,4 Mkr, blir rak payback med hänsyn tagen till aktuella prisnivåer (för resp fjärrvärme och el) ca 29 år på själva investeringsdelen. Utförs LCC-beräkningar (med hänsyn tagen till ökning av energipris och indexökning) visas att inom 41 år blir investeringsdelen av totalkostnaden lönsam.

Det sparas varje år energi till ett värde av ca 310 kkr med föreslagna insatser i dagens penningvärde och med hänsyn tagen till differentierad taxa på fjärrvärme och aktuella prisnivåer för Landskrona energi. Fjärrvärme kostar okt-apr 0,5 kr/kWh och maj-sept 0,36 kr/kWh exkl skatt. El kostar 0,84 kr/kWh på helårsbasis. Alla priser är angivna exkl moms.

## 2 Bakgrund

WSP har i uppdrag av Landskronhem att utreda om befintliga byggnader i området Pilängen kan byggas om till nära-noll-energibyggnad (NNE) och till vilken peng. Området består av totalt 17 byggnader, som exempel har hus nr 7 valts ut som representerar området som helhet.

Det finns flera olika tolkningar av begreppet nära-noll-energibyggnad. Enligt regeringens tolkning motsvarar nära-noll-energibyggnad rådande byggregler, d.v.s. en årlig energianvändning av högst 90 kWh/m<sup>2</sup> år för bostäder i södra Sverige.

I denna utredning används istället tolkningen som ges i kravspecifikationen för passivhus och nollenergihus av FEBY 12, där kravet för energianvändning för nollenergihus anges som *”summan av levererad viktad energi,  $E_{viktad}$ , till byggnaden skall vara mindre än eller lika med summan levererad viktad energi från byggnaden under ett år”*. Övriga krav som gäller, för att huset skall klassificeras som nollenergihus enligt FEBY 12, undersöks ej. För beräkning av viktad energi används energiformfaktorer som tillämpas på både använd och producerad energi. Energiformfaktorer tar hänsyn till typen av energikälla. Den energin som skall medräknas utgår från samma definition som Boverket ger.

## 3 Syfte

Landskronhem har fått bidrag från BeBo<sup>1</sup> för att utreda hur det skulle kunna gå till att bygga om befintliga byggnader till NNE och till vilken kostnad. Tillvägagångssättet har Landskronhem beskrivit i ansökan till BeBo. Målet är att renoveringen skall utföras på ett sådant sätt att ytterligare ombyggnader ej behöver göras på 50 år.

Tanken är att rapporten ska spridas på nationell nivå, för att ge vägledning till andra som funderar på liknande arbeten kring renovering och samtidig energieffektivisering.

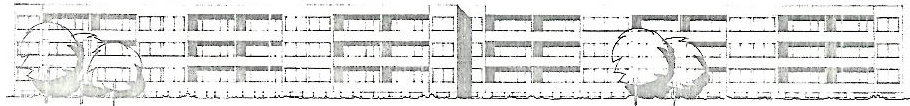
---

<sup>1</sup> Beställargruppen Bostäder, [www.bebostad.se](http://www.bebostad.se)

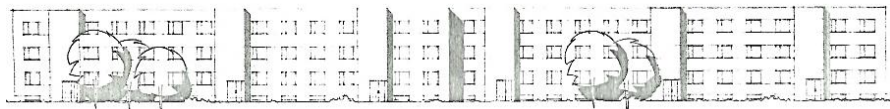
## 4 Aktuell status i byggnaden

### 4.1 Byggnadsutformning

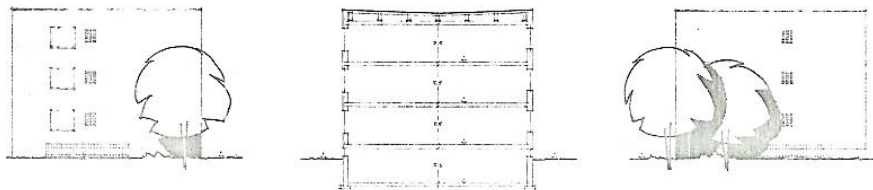
Byggnaderna på området är uppförda 1967-68, som en del av miljonprogrammet. Huset har tre våningsplan inrymmande lägenheter. Källare finns under byggnaden.



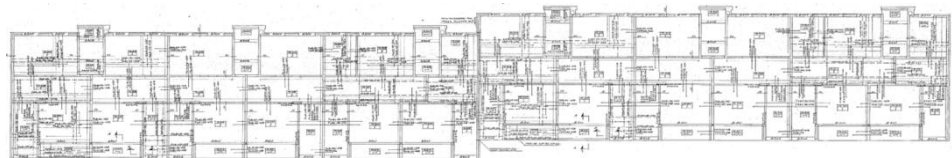
Figur 1. Fasad mot söder



Figur 2. Fasad mot norr



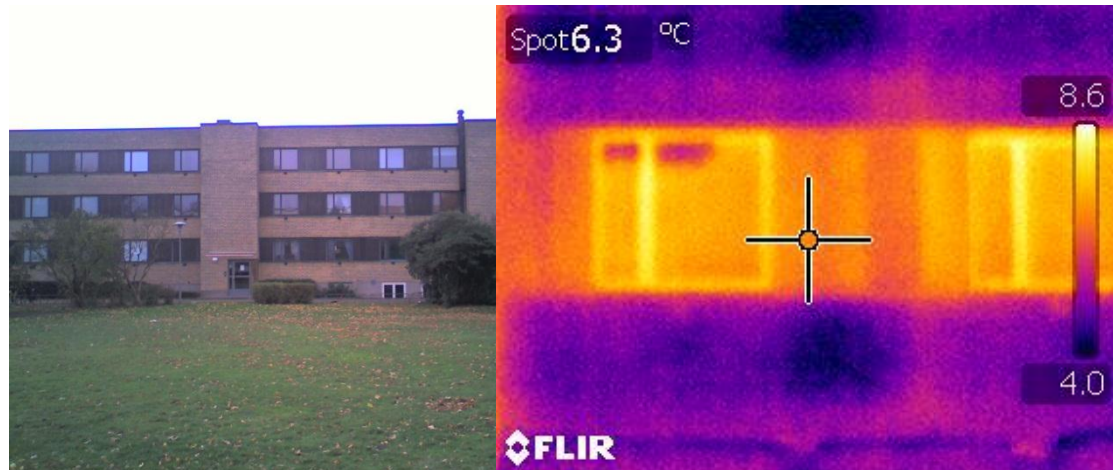
Figur 3. Fasad mot väst (till vänster) och öst (till höger)



Figur 4. Planritning

## 4.2 Konstruktion

Konstruktionen är en bärande lättbetongstomme. Isoleringsgraden i klimatskärmen är låg i förhållande till dagens standard.




Konstruktionerna har granskats på originalritningar och har följande uppbyggnad, U-värde och area:

Hus 7	Uppbyggnad	U-värde W/m <sup>2</sup> ,K	Area m <sup>2</sup>
Källargolv	400 mm dräneringsgrus 300 mm betong	0,26 <sup>2</sup>	1125
Källarvägg	300 mm betong 30 mm träull	1,36 <sup>3</sup> 0,77 <sup>4</sup>	510
<i>Enligt uppgift har källarväggarna inte dränerats om, teknisk livslängd för systemet passerad</i>			
Yttervägg 1: Långsida, norr (ej mellan fönster) Gavlar, öst och väst Partier mellan balkongpartier Sidoväggar vid balkonger <i>Ytterväggar börjar spricka, bruket behöver kompletteras och bytas ut. Renovering av samtliga tegelbalkar ovan fönster genomfördes under hösten 2012.</i>	120 mm utvändig tegel 200 mm lättbetong	0,51	1137
Yttervägg 2: Mellan fönsterpartier, norr	250 mm lättbetong	0,44	80

<sup>2</sup> U-värde avser yttre randzon 0-6 m, med hänsyn till markens egenskaper

<sup>3</sup> U-värde avser källarvägg utan hänsyn till markens egenskaper

<sup>4</sup> U-värde avser yttre randzon 0-1 m, med hänsyn till markens egenskaper

Yttervägg 3: Balkongvägg, mot söder	100 mm reglar/ mineralull	0,42	182
Port	Glasdörrar vid entréer Källardörr	2,00	36
Fönster	2-glas	2,70	419
<p><i>Fönstren bedöms vara originalfönster, av 2-glastyp, 1+1. De är i dåligt skick, utbyte planeras relativt omgående. Fönster till en tvättstuga är nyligen utbytta. Majoriteten av fönsterglas till källaren är täckta med utvändig skiva.</i></p>			
			
Tak	30 mm mineralull 120 mm mineralull 140 mm betong	0,27	1044
<p><i>Takutformningen är av motfallstyp, vilket medför risk för fuktneuträngning i takkonstruktionen då takbrunnar sätts igen och regnvatten blir kvar på taket.</i></p>			
Mellanbjälklag	170 mm betong	-	3130

**Balkongerna** är i ett fåtal fall inglasade, men generellt sett inte inglasade.

**Källare** finns under hela huset och är uppvärmd till mer än 20 grader. I källaren inryms förråd, tvättstugor, lokaler, och driftsutrymmen.

**Lufttäteten** är inte uppmätt i byggnaden. Hyresgästerna har framfört klagomål på upplevt drag i lägenheterna, vilket kan vara en indikation på otätheter i klimatskalet. Det fanns inte något täthetskrav när denna byggnad uppfördes. Lufttäteten runt fönster är bristfällig, detta har indikerats mha värmekamera. Det täthetsvärde som använts i beräkningar är 0,8 l/s,m<sup>2</sup>.



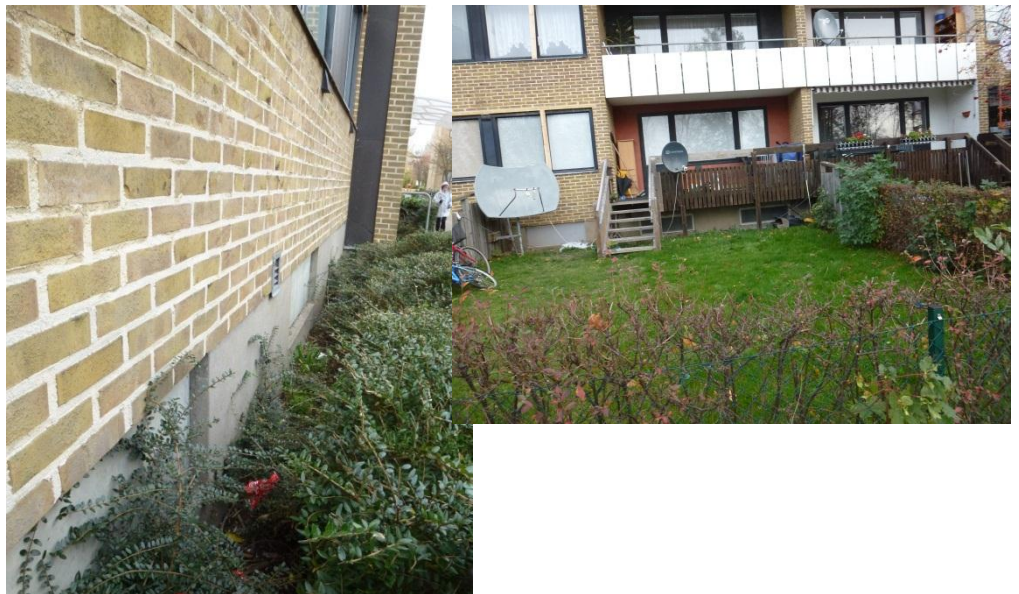
## Fuktbedömning av källarvägg

Syftet med renoveringen är att byggnaden inte skall behöva renoveras på ytterligare 50 år. Dräneringens livslängd bedöms med stor sannolikhet vara uppnådd, och bedöms vara i behov av renovering.

Vid platsbesök genomfördes undersökning av utvändigt dräneringsskikt och inspektion av eventuell fuktspärr på källarväggen utsida. Även indikationsmätning av fukt på insida källarvägg genomfördes. Källarväggen består av 300 mm betong och en 30 mm invändig träullsskiva.

Problem med förhöjda fukthalter i källarvägg kan ha flera orsaker, bl.a. bristfällig lutning från byggnaden, icke dränerande material kring källarvägg, obefintligt utvändigt tätskikt av källarvägg, icke fungerande dräneringsledningar m.m.

Intill källarväggar finns bl.a. planteringar och platsättning, se nedan:



Jordlagerföljd intill källarväggen vid plantering, se bild ovan, undersöktes genom grävning. Matjordslagret intill källarväggen är ca 50 cm djupt. Underliggande jord bedöms vara sandig silt. Det är dock oklart hur djupt detta lager är. Vid undersökning av utsida källarvägg hittades inget tätskikt och tätskikt är ej uttritad på ritningsunderlaget. Vid ombyggnad av en av tvättstugorna i källaren har en platon-matta använts som tätskikt. Denna lösning hittas endast på detta ställe.



Okulär undersökning av insida av källarvägg uppvisade ej påtagliga fuktskador. I tvättstugor fanns indikationer på fuktskador, men då i närhet av vask vilket anses vara orsaken till skada.

Mätning av fukt i källarväggen genomfördes med Gann-mätare. Mätning har skett stickprovsmässigt och mätpunkter finns angivna på planritning i bilaga 2. Mätningar gjordes i 10 rum i källaren på olika höjder för att identifiera var konstruktionen hade en hög fuktbelastning, för att kunna bedöma om konstruktionen är i behov av omdränering. Mätmetoden ger inga exakta värden som kan jämföras med kritiska gränsvärden. Uppmätta värden på källarväggen jämförs med värden för innerväggar. Analysprotokoll finns i bilaga 1.

Mätningarna indikerar på att ytan av källarväggen inte är påtagligt fuktig, förutom i ett enstaka fall. Mätningar bör kompletteras med fuktmätning bakom träullskivan för att se om fuktbelastningen är hög. Risken med konstruktionen är att mögelpåväxt sker i träullsskivan vid dess kontaktyta mot betongen.

Bedömning av status på dräneringsledningar genomfördes ej vid platsbesök. Vid eventuell fortsatt utredning föreslås att dräneringsledningar filmas invändigt för att bedömning av skick och lutning av dräneringsrör.

Ompåtagliga energisparåtgärder och upprustning av områdets utemiljö skall genomföras kan det vara lämpligt ur fukthänsyn att tilläggsisolera källarväggen utvändigt. Då källarväggen isoleras utvändigt kan samtidigt ett dränerande skikt installeras. Som följd kommer ytemperaturen på källarväggens insida bli högre än tidigare, vilket är fördelaktigt m.h.t. fukt. Om detta sker i samband med upprustning av utemiljön blir det bättre ekonomi för åtgärden.

### 4.3 Ventilation och drift

*Ventilation* av lägenheterna sker med frånluftssystem. Tilluftsventiler finns under fönster och luften tillförs bakom radiatorer.



Figur 5. Tilluftsventil under fönster.

Frånluftsdon finns i badrum. Köksfläkt finns i kök. Det är oklart om denna kanal kopplas ihop med övriga frånluftskanaler.

OVK har genomförts för byggnaden 2011-07-29, se bilaga 1. Totalt frånluftsflyde är 1 850 l/s vilket motsvarar 0,43 l/s och  $m^2 A_{temp}$  inkl. källare (0,63 oms/h), se nedanstående tabell.

Genomsnittligt SFP-tal för hela byggnaden är 2 kW/( $m^3/s$ ).

Fläktbenämning	Effekt, kW	Ventilationsflyde, l/s	SFP, kW/( $m^3/s$ )
<b>FF7:1</b>	1,25	595	2,1
<b>FF7:2</b>	1,25	585	2,1
<b>FF7:3</b>	0,16	165	0,9
<b>FF7:4</b>	0,16	150	1,0
<b>FF7:5</b>	0,20	50-149	2,0
<b>FF7:6</b>	0,20	50-150	2,0
<b>TA/FF7:1</b>	0,14/0,14	79/72	1,8
<b>TA/FF7:2</b>	0,14/0,14	80/80	1,7

Moderna termostatventiler finns på radiatorerna i lägenheterna. I trapphus finns termostatventiler av äldre modell. Innetemperaturen ska enligt Landskronahem hålla 22°C.

**Värmecentraler** var tidigare gemensam för hela området och förlagd i hus 1. Under 2012 har ombyggnad av försörjningssystemet skett och numera har en fjärrvärmeväxlare installerats i aktuellt hus, hus 7. (Totalt i området finns 8 undercentraler som försörjer 17 byggnader med fjärrvärme).

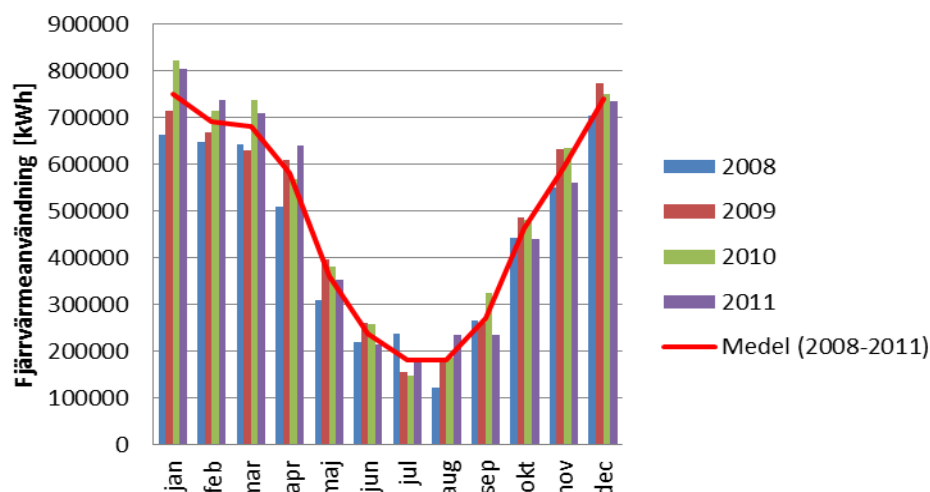
**Belysning** i tvättstugan utgörs av lysrör. Övriga gemensamma utrymmen som trapphus och korridorsstråk i källare belyses med traditionella glödlampor (60W) och är timerstyrd.

## 4.4 Energianvändning i aktuellt hus

### Värme och varmvatten

Uppvärmningen av byggnaden sker med fjärrvärme levererad från Landskrona energi. Tidigare mättes användningen av fjärrvärme endast i hus 1, där värmecentralen fanns, och då för samtliga 17 byggnader i området. Kulvertförluster bedöms öka fjärrvärmeanvändningen för området. WSP har inhämtat mätdata från 2008 tom 2011. Under 2012 har en ny fjärrvärmeväxlare med enskild mätare för uppvärmning installerats i hus 7. Kommande år kommer därmed energianvändningen separat för hus 7 kunna mätas, vilket förbättrar noggrannheten för denna typ av studie.

Fjärrvärme för hela området (kWh)



**Kulvertförlusterna** i området uppskattas utifrån förväntad storlek på kulvertledningarna samt anläggningsår. Enligt schablonvärden är förlusterna för fyrarörskulvertar ca 900 kWh/m och år om kulvertarna är anlagda innan 1975<sup>5</sup>. Totalt finns ca 540 m kulvert vilket resulterar i en årlig transmissionsförlust på 40 500 kWh/månad. Kulvertsystemet har bytts ut under 2012, och denna åtgärd tas därför inte upp i denna rapport. Kulvertförlusternas variation över året har uppskattats med beräkningar i HEAT 2.

**Tappvarmvatten** mäts inte separat per byggnad och beräknas därför utifrån fjärrvärmeanvändningen under sommaren m.h.t. kulvertförluster. Medelvärdet för fjärrvärmeanvändningen under juni-augusti är 200 000 kWh/månad för hela området, varav tappvarmvattnet utgör 159 500 kWh/månad efter avdrag för kulvertförluster.

<sup>5</sup> Metoder för besiktning och beräkning, energideklarationer, vers 2 januari 2007, Aton konsult

Då tappvarmvattnet fördelas på totalt uppmätt  $A_{temp}$  för hela området (47 100 m<sup>2</sup>) blir varmvattenförbrukningen 41 kWh/m<sup>2</sup> och år.

Snålspolande armaturer installerades i samtliga hus under hösten 2011. Vattenanvändningen har sjunkit med 25 % sedan denna åtgärd genomfördes, och varmvattenanvändningen antas sjunka med motsvande andel. Den förväntade årliga energianvändningen för varmvattenanvändning blir då 31 kWh/m<sup>2</sup> och år.

**Vattenanvändningen** är ca 1,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> efter installation av snålspolande armaturer. Med antagande att 40 % utgörs av varmvatten blir motsvarande siffra för energi till uppvärmning av varmvatten 28 kWh/m<sup>2</sup> och år.

Fortsättningsvis i denna rapport används siffran för varmvatten 31 kWh/m<sup>2</sup> och år.

## Elanvändning

**Fastighetselen** för hus 7 har mätts månadsvis under 2009-2012:

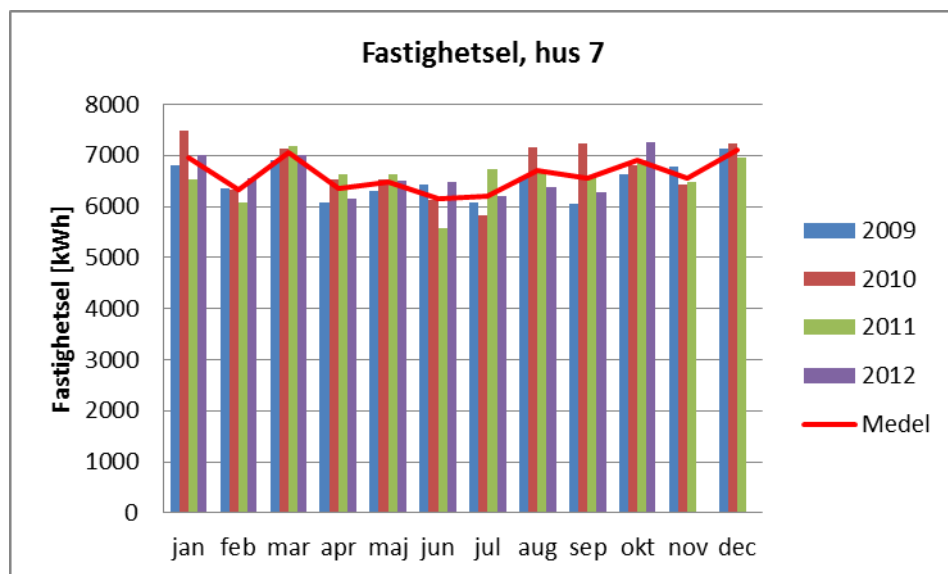


Diagram 1. Uppmätt fastighetsel för hus 7.

Den årliga fastighetselanvändningen är ca 79 300 kWh/år. De uppmätta värdena är för belysning av allmänna utrymmen, el till fläktar och pumpar samt el till apparater i tvättstugan. Tvättmaskinerna är av modell Electrolux W365H och torkskåp av TS3121. Normal årlig energianvändning för tvättstugor är ca 12 000 kWh/år vid normalt brukande. Den totala fastighetselen blir då således 67 300 kWh/år vilket motsvarar 15,8 kWh/m<sup>2</sup> och år.

**Hushållselen** är ej uppmätt och antas till 30 kWh/m<sup>2</sup> och år enligt SVEBYs värden.

## 5 Energiberäkningar

Energiberäkningarna har utförts i energiberäkningsprogrammet VIP Energy 2.0.8<sup>6</sup>.

### 5.1 Sammanställning av indata till energiberäkningar, nuläge

#### Följande indata för nulägesanalysen

$A_{temp}$ , totalt	4255 m <sup>2</sup>	Källa
varav plan 1-3	3130 m <sup>2</sup>	
varav källarplan	1125 m <sup>2</sup>	
Luftläckage vid 50Pa	0,8 l/s,m <sup>2</sup>	Antagande
Inomhustemp	21 °C	SVEBY
Personvärme	1 W/m <sup>2</sup> , fördelat på 24h.	SVEBY
Hushållsel	30 kWh/m <sup>2</sup> år <sup>7</sup>	SVEBY
Fastighetsenergi		Uppmätta och beräknade värden.
- Belysning	3,3 kWh/m <sup>2</sup> år <sup>8</sup>	
- Pumpar och fläktar	10,6 kWh/m <sup>2</sup> år	
- Övrigt	1,9 kWh/m <sup>2</sup> år	
Ventilation	Frånluft. Totalt luftflöde 1854 l/s (0,43 l/s m <sup>2</sup> )	OVK-protokoll
Tappvarmvatten	31 kWh/m <sup>2</sup> år	fördelat värde exkl kulvertförluster
Vädring	4 kWh/m <sup>2</sup> år.	SVEBY

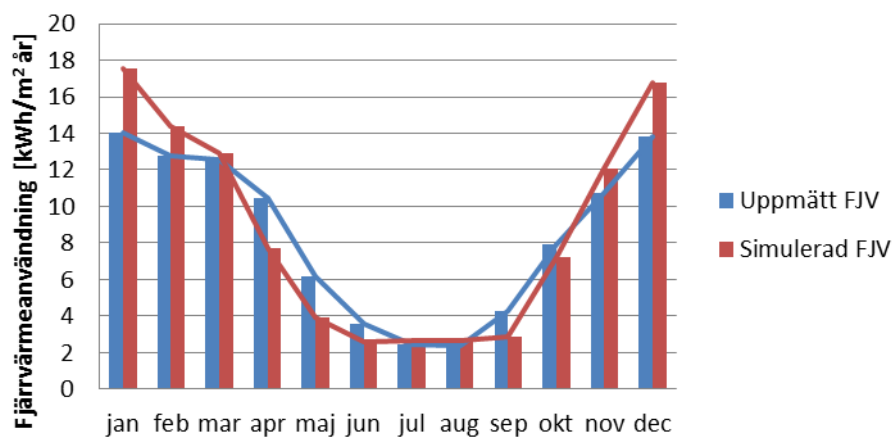
Med dessa indata blir specifik energianvändning i nuläget (innan genomförda åtgärder) **123 kWh/ m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>,år**. Då är källarplanet medräknat som A<sub>temp</sub> eftersom det är uppvärmt till samma nivå som resten av byggnaden.

<sup>6</sup> Vip.strusoft.com

<sup>7</sup> Beräknas utifrån total elanvändning minus fastighetsel. 70 % tillgodogörs byggnaden som värme.

<sup>8</sup> Belysning trapphus, 7 W/m<sup>2</sup>, drifttid 5300h/år. Belysning tvättstuga, 15 W/m<sup>2</sup>, drifttid 1000 h/år. Belysning källare, 7W/m<sup>2</sup>, drifttid 1000h/år.

För rimlighetsbedömning av energiberäkningen jämförs simulerad uppvärmning med uppmätt uppvärmning (exkl. kulvertförluster, inkl. vädring). Ingen separat mätare har tidigare varit installerad i hus 7 och värdena som presenteras är för hela området med hänsyn till total area:



Den årliga simulerade fjärrvärmeanvändningen blir 6 % högre än uppmätt fjärrvärmeanvändning.



## 6 Förslag till nivå nollenergihus

För att byggnaden skall uppfylla kraven för nollenergihus måste byggnadens energiprestanda förbättras. Aktuella åtgärder har tagits fram i samarbete med Landskronahem. Om byggnaden under ett år skall producera lika mycket energi som den använder, måste energi produceras i byggnaden. Åtgärderna skall även förbättra luftkvalitet, termisk komfort, funktion, säkerhet, och tillgänglighet.

Följande åtgärder har simulerats för att förbättra byggnadens energiprestanda:

- Samtliga ytterväggar och källarväggar tilläggsisoleras med 100 mm utvändig isolering. Enkelt fasadmaterial t ex fasadskiva utanför en luftspalt kan vara lämplig teknik.
- Dagens takuppbyggnad rivs, översta bjälklaget (betong) tilläggsisoleras med 300 mm mineralull och ny takform byggs upp (optimerat för solceller, nya takkonstruktionen blir ett kallutrymme.)
- Samtliga fönster byts till fönster med U-värde 0,8 W/m K.
- Individuell mätning av varmvatten installeras, vilket antas ge en minskning av varmvattenanvändningen med 20 % enligt SVEBY.
- Utbyte av glödlampor till lågenergilampor i allmänna utrymmen.
- Nytt ventilationssystem med återvinning (FTX-system). Aggregat med årsmedelverkningsgrad på 85 % och lågt SFP-tal. Nya kanaler dras i utvändig tilläggsisolering i ytterväggarna.
- Införa lågtempererat värmesystem (40°C/30°C).
- Installera grundvattenvärmepump, ca 40 kW
- Installera solceller, ca 700 m<sup>2</sup>

**Konstruktionerna** efter åtgärderna anges sammanställs med U-värde och mängder nedan:

Hus 7 – Efter åtgärdsförslag	Uppbyggnad	U-värde	Area, m <sup>2</sup>
Källargolv <sup>9</sup>	400 mm dräneringsgrus 300 mm betong	0,26 <sup>10</sup>	1 125
Källarvägg <sup>11</sup>	<b>100 mm isodrän</b> 300 mm betong 30 mm träull	0,46 <sup>11</sup> 0,37 <sup>12</sup>	510
Port	Glasdörrar vid entréer	2,0	36

<sup>9</sup> Energiberäkningar tar hänsyn till markens isolerande egenskaper

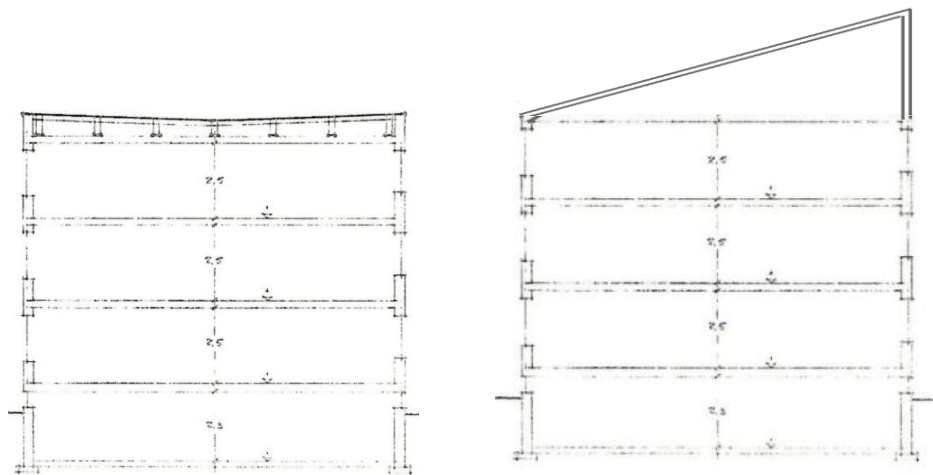
<sup>10</sup> U-värde avser yttre randzon 0-6 m, med hänsyn till markens egenskaper

<sup>11</sup> U-värde avser källarvägg utan hänsyn till markens egenskaper

<sup>12</sup> U-värde avser yttre randzon 0-1 m, med hänsyn till markens egenskaper

	Källardörr		
Yttervägg 1:		0,23	929
Långsida, norr (ej mellan fönster)	<b>100 mm mineralull</b>		
Gavlar, öst och väst	120 mm utvändigt tegel		
Partier mellan balkongpartier	200 mm lättbetong		
Sidoväggar vid balkonger			
Yttervägg 2:		0,20	115
Mellan fönsterpartier, norr	<b>100 mm mineralull</b>		
	250 mm lättbetong		
Yttervägg 3:		0,19	296
Balkongvägg, mot söder	<b>100 mm mineralull</b>		
	100 mm reglar/mineralull		
Fönster	<b>3-glas</b>	0,8	419
Tak	<b>300 mm mineralull</b>	0,09	1 044
	30 mm mineralull		
	120 mm mineralull		
	140 mm betong		
Bärande innerväggar	120 mm tegel	-	4 410
Mellanbjälklag	170 mm betong	-	3 130

Förslag på ny uppbyggnad av tak, för att få plats med fläktrum samt ge solcellerna en lämplig lutning.



Figur 6. Typskiss på takutformning, innan och efter åtgärd.

**Lufttäteten** antas att förbättras från 0,8 l/s m<sup>2</sup> till 0,3 l/s m<sup>2</sup> då fönsterbyte och tilläggsisolering genomförs. Bättre lufttätet bidrar till att ventilationens värmeåtervinning inte störs lika mycket av tryckskillnader i byggnaden då den utsätts för t ex vindbelastning.

**Termisk komfort** har upplevts som bristfällig av de boende i området, och klagomål på framförallt drag har framförts. Med en utvändigt tilläggsisolering och

fönsterbyte ökar lufttätheten betydligt vilket är fördelaktigt för den termiska komforten. Den ökade isoleringen av ytterväggarna och fönsterbytet ger även högre invändiga ytemperaturer vilket resulterar i minskad risk för bl.a. strålningssymmetri.

**Ventilation** Med en förbättrad lufttäthet i klimatskärmen förändras tryckförhållandena i byggnaden om det befintliga ventilationssystemet behålls i nuvarande utförande. Om enbart byggnaderna skulle förbättras i lufttäthetshänseende bör även ventilationen justeras. Täthet i frånluftskanalerna är ej undersökt, ovisst om dessa kan behållas vid ev inkoppling till FTX.

En nackdel med det befintliga systemet är att det vid blåsig väderlek kan ge övertryck på lovartsidan och undertryck på läsidan. Vid högt luftläckage i klimatskärmen förvärras detta ytterligare. Tryckskillnaden inomhus blir också än större om dörrar och fönster öppnas av boende. Om FTX ska installeras och för att få en så hög värmeåtervinning som möjligt, bör tryckskillnaderna vara så små som möjligt inomhus, så att ventilationen kan arbeta under balanserade förhållanden.

Ett nytt utrymme för placering av FTX-aggregat inryms i ovanstående förslag till ny takform. Det nya driftutrymmet för FTX-aggregatet antas att utformas på ett sådant sätt att det ger en förbättrad tillgänglighet och säkerhet för driftpersonalen vid underhållsarbeten som filterbyten, översyn osv.

Tilluftskanaler finns ej idag i byggnaden och de behöver således installeras då FTX ska in. Kanalisationen kan ske på olika sätt. En möjlighet är att placera dem i den utvändiga tilläggsisoleringen, men denna teknik är relativt ovanlig och få praktiska erfarenheter finns. Där tilluftskanaler ska dras kan det behövas mer utrymme än vad tilläggsisoleringens tjocklek ger i sig. Det finns ett utvecklingssystem inom BeBo för detta. Det finns även möjlighet att förlägga tilluftskanalerna i trapphuset, i sopschaktet. Genomföringar för tilluftskanaler kan göras i varje lägenhet och tilluftskanalerna kan dras i undertak i lägenheterna<sup>13</sup>.

Det finns idag 8 stycken mindre frånluftsfläktar som i åtgärds paketet skulle ersättas med ett större FTX-aggregat. Elanvändningen hamnar efter åtgärd på samma nivå som tidigare. Nya kanaler i tilluften förutsätter låga tryckfall och ett lågt SFP-tal. I förslaget antas att de befintliga frånluftskanalerna kan behållas och kopplas samman i en samlingskanal som dras i det nya takutrymmet, också med låga tryckfall och SFP som förutsättning.

**Styrsystem** Moderna ventilationsaggregat och värmesystem kan oftast styras och övervakas via t ex datorer vilket ger en ökad funktion och driftsäkerhet, och eventuella driftproblem med fläktar, pumpar, ventilers funktion som inte fungerar upptäcks tidigare än i dagsläget. För effektiv drift krävs att ett styr- och övervakningssystem installeras där ventilation, värme kan justeras i förhållande till rådande inne- och utetemperaturer eller stängas av vid ev brand.

---

<sup>13</sup> Bebo, ombyggnad av ventilation från F till FTX i Bagartorp, 2010

**Luftkvaliteten** i lägenheterna har inte dokumenterats vara bristfällig med nuvarande ventilationssystem, men med ett byte till FTX-aggregat bedöms luftkvaliteten kunna förbättras. Luften tas idag in via tilluftsventiler i fasaden, och även om området inte är hårt trafikerat, förs en del föroreningar in i lägenheterna. Med FTX-systemet kan all uteluft tas in från tak och filtreras i aggregatet innan luften når lägenheterna vilket ger att mindre mängder föroreningar från omgivningen förs in.

**Fuktsäkerhet** förbättras om ett svagt undertryck skapas i byggnaden. Därmed undviks att varm, fuktig luft inifrån lägenheterna tränger in i ytterväggarna, med risk för kondensation till följd.

**Varmvattenanvändningen** är hög. Installation av spillvärmväxlare skulle kunna ge en minskning av energianvändningen. I detta hus bedöms detta vara alltför kostsamt att installera p.g.a. att befintliga spillvattenledningar dras ner genom källargolv och passerar under byggnaden ut på samlingsstammen. Fördelningsmätning av varmvatten föreslås och förväntas sänka varmvattenanvändningen med 20% enligt SVEBY.

**Lågtempererat system** införs i byggnaden och de befintliga radiatorerna behålls. Sänkningen ger lägre avgiven effekt, lägre transmissionsförluster från värmerören samt ökad värmefaktor för värmepumpar.

**Lågenergibelysning** erhålls genom utbyte av glödlampor (60W) till lågenergi (15W).

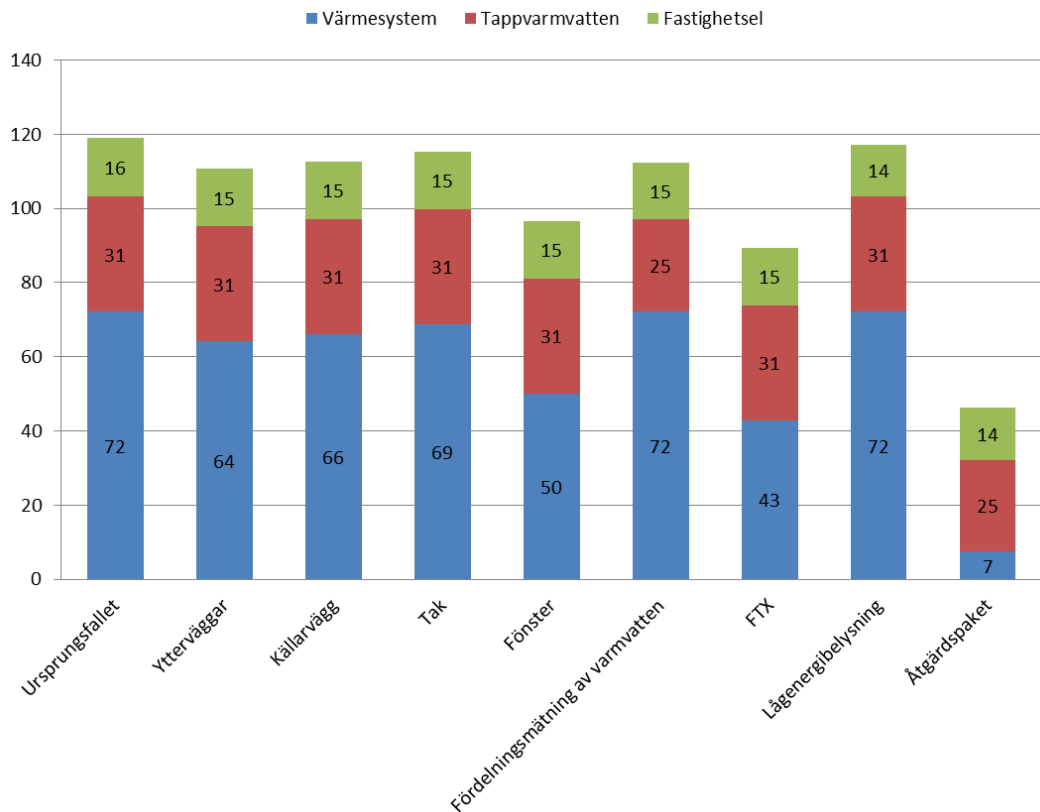
## 6.1 Beräknad energianvändning efter bygg- och installationsåtgärder, utan energiproduktion

Med beskrivna nämnda åtgärder är energianvändningen enligt nedan (minskning jämfört med nuläge anges i parenteser):

	Specifik energianvändning kWh/m <sup>2</sup> och år	U-medel W/m <sup>2</sup> K
Dagens nybyggnadskrav, BBR	90	0,400
Utgångsläge, 2012	123	0,700
<i>varav</i>		
<i>uppvärmning</i>	72	
<i>tappvarmvatten</i>	31	
<i>fastighetsel</i>	16	
<i>vädning</i>	4	
Beräknad specifik energianvändning, då <b>åtgärds</b> genomförs, utan energiproduktionens inverkan (geoenergi och solceller)	50	(-73)
<i>varav</i>		
<i>uppvärmning</i>	7	(-65)
<i>tappvarmvatten</i>	25	(-6)
<i>fastighetsel</i>	14	(-2)
<i>vädning</i>	4	(-)

Den totala minskningen av specifik energianvändning är ca 63 %. (kvarvarande behövd energimängd kan ersättas med egenproducerad energi, se nästa kapitel, 6.2 där ovanstående tabell kompletteras med energiproduktion från geoenergi och solceller).

Varje energisparåtgärd presenteras nedan separat, samt totalt sett som ett föreslaget åtgärds paket.



Siffrorna kan ej jämföras direkt mot åtgärds paketet då flera energisparåtgärder påverkar varandra.

## 6.2 Beräknad energianvändning efter bygg-, installationsåtgärder samt medräknat energiproduktion

För att kraven för nollenergihus skall uppfyllas måste köpt energi kompenseras med producerad energi i byggnaden. De mest kostnadseffektiva sätten att producera energi till byggnaden i detta projekt bedöms vara kombination av geoenergi (bergvärme, akvifärlager m.m.) i kombination med solceller.

Då fjärrvärme har mycket mindre ekonomiskt värde än el per kWh, bedöms solceller mer ekonomiskt riktig i jämförelse med solfångare som producerar värme.

Som beskrivs i bilaga 4 är grundvattensystem den i särklass bästa naturvärmekällan till en värmepumpsdrift beroende på grundvattnets stabila temperatur året runt. Kalkberget i området bedöms lämpa sig bra för denna typ av geoenergisystem. Eftersom vattnet återförs behövs inte heller ett tillstånd för vattenverksamhet.

### *Grundvattenvärmepump*

Storlek på grundvattenvärmepump har beräknats i VIP Energy till storleken ca 40 kW för hus 7 för att täcka 100% av både uppvärmnings- och varmvattenbehovet som kvarstår då bygg och installationsåtgärder i kap 6.1 genomförts.

Elbehovet ökar med 8 kWh/m<sup>2</sup>,år med denna värmepump (eller totalt sett ca 34 000 kWh för hus 7).

Totalt behov av elanvändning då grundvattenvärmepump installerats blir 93 600 kWh (motsvarande 22 kWh/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>,år)

Se mer om geoenergi i bilaga 4.

### *Solceller*

Mängden solceller anpassas för att huset skall uppfylla nollenergihuskravet, d.v.s. producera mer än 102 000 kWh/år. Verkningsgraden för solcellernas sätts till 15 %. Övriga förluster är 10 % och växelriktarens verkningsgrad sätts till 95 %. Med en total area av 520 m<sup>2</sup> produceras årligen 70 200 kWh/år, vilket motsvarar 16,5 kWh/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> för hus 7.

Enligt FEBY 12:

$$E_{\text{viktad}} = 2,5 \cdot \Sigma (E_{\text{el till}} - E_{\text{el från}}) + \Sigma (E_{\text{ö till}} - E_{\text{ö från}}) + 0,8 \cdot \Sigma (E_{\text{fjv till}} - E_{\text{fjv från}}) + 0,4 \cdot \Sigma (E_{\text{kyla till}} -$$
$$E_{\text{kyla från}}) \leq 0$$

Se mer om solceller i bilaga 2 och 3.

	Specifik energianvändning kWh/m <sup>2</sup> och år		U-medel W/m <sup>2</sup> K
Dagens nybyggnadskrav, BBR	90		0,400
Utgångsläge, 2012	123		0,700
<i>varav</i>			
<i>uppvärmning</i>	72		
<i>tappvarmvatten</i>	31		
<i>fastighetsel</i>	16		
<i>vädning</i>	4		
Beräknad specifik energianvändning, då <b>åtgärds</b> paket genomförs, <b>utan energiproduktionens</b> inverkan	50	Minskning från utgångsläget (-73)	0,300
<i>varav</i>			
<i>uppvärmning</i>	7	(-65)	
<i>tappvarmvatten</i>	25	(-6)	
<i>fastighetsel</i>	14	(-2)	
<i>vädning</i>	4	(-)	
Beräknad specifik energianvändning, då <b>åtgärds</b> paket genomförs, <b>med energiproduktionens</b> inverkan	0	Minskning från utgångsläget (-123)	0,300
<i>varav</i>			
<i>uppvärmning</i>	7		
<i>tappvarmvatten</i>	25		
<i>fastighetsel + el till värmepump</i>	22		
<b>Produktion uppvärmning och varmvatten mha grundvattenvärmepump 40kW</b>	-32		
<b>Produktion solet 700m<sup>2</sup> solceller</b>	-22		



## 7 Lönsamhetskalkyl

Uppskattning av kostnader görs utifrån prisuppgifter från ett tidigare energieffektiviseringsprojekt i Landskronahems regi (Fröjdenborg) samt med komplettering Repab.

Kostnadsbedömningen är grov. Samtliga priser som anges är exklusive moms.

Priset på el är 84 öre/kWh exkl moms och priset på fjärrvärme är 36 öre/kWh under maj-september och 50 öre under oktober – april exkl moms.

### 7.1 Åtgärdsförslag för NNE-byggnaden

I tabellen nedan presenteras även återbetalningstiden som rak payoff utan hänsyn till indexreglering eller ökande energipriser.

Åtgärd	Totalkostnad [kr]	Kostnad , Investering [kr]	Kostnad, Underhåll [kr]	Årlig kostnadsbesparing [kr]	Rak payoff, återbetalningstid år av investeringsdelen [år]
Tilläggsisolering av fasader	2 300 000	1 600 000	700 000	20 000	80
Tilläggsisolering av källarväggar	200 000	60 000	140 000	17 000	4
Ombyggnad av tak (för inrymmande av FTX samt god lutning för solceller) samt samtidig tilläggsisolering av översta bjälklaget	3 800 000	3 000 000	800 000	8 000	375
Fönsterbyte	3 000 000	300 000	2 700 000	50 000	6
Fördelningsmätare av varmvatten	200 000	200 000		17 000	12
FTX-aggregat med nya tilluftskanaler	2 200 000	2 200 000		60 000	37
Lågtemperatursystem	-				
Injustering av värmesystem, lågtempererat system och installationer av termostatsventiler, innegivare för styrning	100 000	50 000	50 000		
Grundvattenvärmepump (total kostnad för stor gemensam anläggning för området på 10 byggnader har fördelats här på en byggnad)	200 000	200 000		45 000	4
Solceller exkl solcellstöd från Länsstyrelsen	1 750 000	1 750 000		96 000	18
<b>Samtliga åtgärder, paket med samtliga ovan</b>	<b>13 750 000</b>	<b>9 360 000</b>	<b>4 390 000</b>	<b>313 000</b>	<b>29</b>

Landskronahem skiljer på investerings- och normala underhållskostnader då de utvärderar sina projekt. Därför har också en sådan visualisering valts för NNE-byggnaden. Totalkostnaden per åtgärd har delats upp i två olika summor, investering och underhåll, där investeringsdelen är den de jämför energibesparingen emot. Normalt underhåll menar de ska alltid genomföras oavsett energibesparing, därav denna uppdelning.

## 7.2 Geoenergi

Erfarenhetsvärden från WSPs geoenergiprojekt har använts för bedömning av kostnaden av geoenergianläggningen, mycket grov bedömning. Som nämns i bilaga 4 är det svårt att uppskatta brunnkapaciteten utan att genomföra provborrningar, vilket gör kostnadsbedömningen osäker.

Åtgärden ger en minskning av användning av uppvärmning och varmvatten motsvarande 32 kWh/m<sup>2</sup> år och en ökning av elanvändningen med 8 kWh/m<sup>2</sup> år. Den årliga besparingen blir ca 45 000 kr per byggnad och med en rak payoff utan hänsyn till indexreglering blir återbetalningstiden drygt 4 år.

## 7.3 Solceller

Vid installation av solceller kan ett statligt bidrag sökas via Länsstyrelsen. Bidraget har förnyats under 2013, men bidragsandelen har sjunkit från 45% till 35% av investeringskostnaden, dock maximalt 1,5 miljon kronor.

Priset på solceller är ca 2500 kr/m<sup>2</sup><sup>23</sup> och med totalt 700 m<sup>2</sup> solceller blir investeringskostanden med bidrag 1 138 000kr. Utan investeringsstödet blir investeringskostnaden 1 750 000 kr.

Med rak payoff utan hänsyn till indexreglering eller ökande elpris blir återbetalningstiden med bidrag ca 18 år. Detta förutsätter att elen från solcellerna används inom byggnaden.

Det är i dagsläget inte lönsamt att överproducera el från solceller då försäljning generellt sett inte är möjlig, och därför blir lönsamheten bäst då solcellerna dimensioneras för att endast täcka byggnadens el-last.

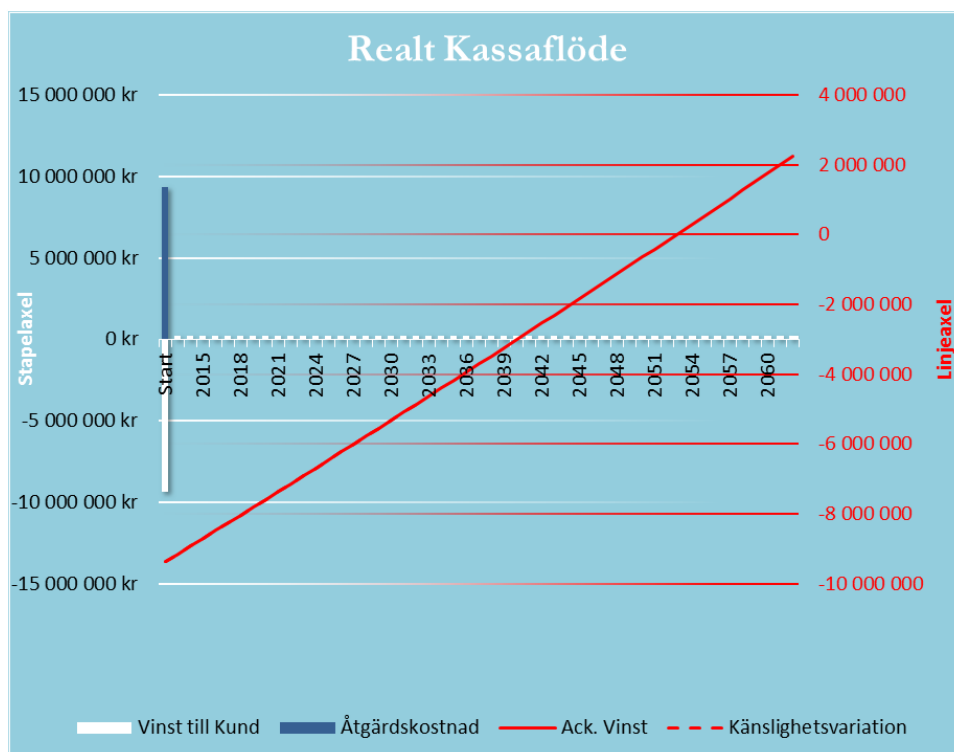
Se mer om solceller i bilaga 2 och 3.

---

<sup>23</sup> Inkl. montage, moduler, växelriktare, kabel, arbete. Prisuppgifter från Mars Andersson på Energibanken och Tobias Persson på Glacell i Ängelholm.

## 7.4 LCC

Landskronahem har angivit en nominell kalkylränta av 8,25% (mht inflation på 2%). Framtida energiprisutveckling är svår att förutspå, men 2,2% i årlig prisökning har använts för beräkningarna. Med ovanstående investeringsdel om 9,36 Mkr blir investeringen lönsam på 41 år enligt en real payback. Se figur nedan. Landskronahem vill att underhållsåtgärderna ska hålla i 50 år.



## 8 Slutsats

Den undersökta byggnaden är möjlig att rusta upp till en nollenergibyggnad (NNE) enligt FEBY12-premiss. Åtgärder som gjorts på byggnaden för att uppnå nollenergihus är:

- Samtliga ytterväggar tilläggsisolerar utvändigt med 100 mm mineralull.
- Källarväggarna tilläggsisolerar med 100mm isodrän.
- Ombyggnad av tak samt tilläggsisolering 300 mm
- Samtliga fönster byts till fönster med U-värde 0,8 W/m K.
- Individuell mätning av varmvatten installeras
- Nytt ventilationssystem med återvinning (FTX-system). Aggregat med årsmedelverkningsgrad på 85 % och SFP-tal på 1,0 kW/m<sup>3</sup> s.
- Införa lågtempererat värmesystem (40°C/30°C)
- Installation av innegivare för styrning av värmesystemet
- Installation av grundvattenvärmepump för uppvärmning och varmvatten
- Installation av 700 m<sup>2</sup> solceller på optimerat tak.

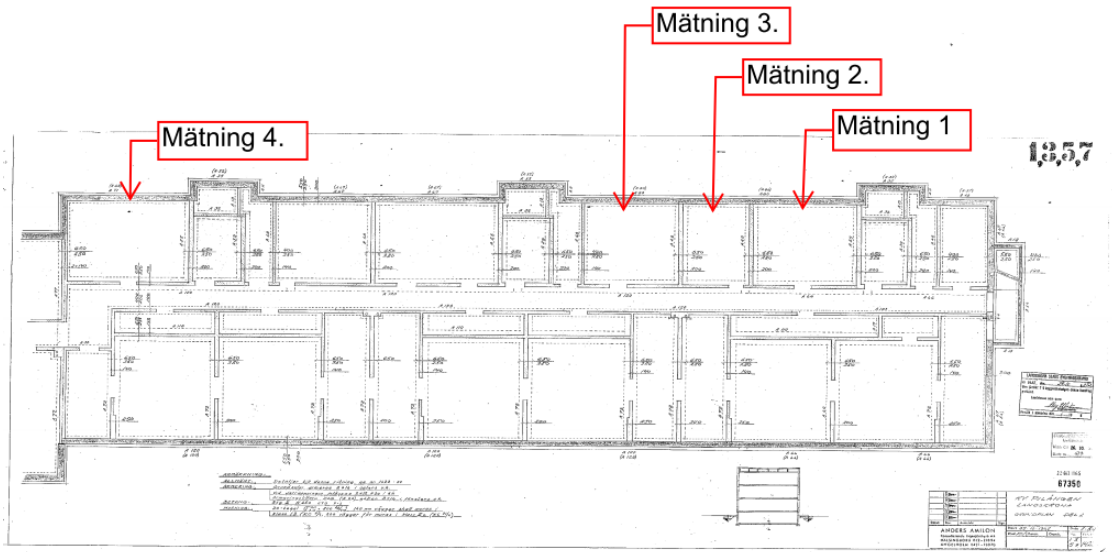
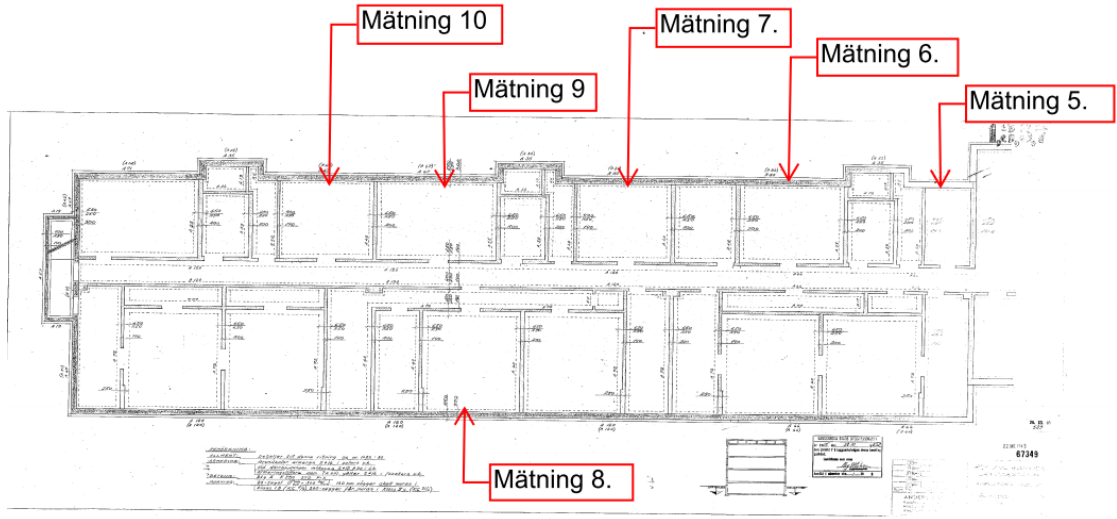
Störst sänkning av energianvändningen erhålls genom fönsterbytet och installation av FTX-system.

Genom att installera grundvattenvärme sänks energianvändningen ytterligare. Grundvattenvärmepumpen ca 40 kW ger en ökad elanvändning. Denna ökade elanvändning täcks till av solceller som placeras på husets ombyggda tak, ca 700 m<sup>2</sup> solceller behövs.

Återbetalningstiderna sett utifrån payoff-tid är för energisparåtgärderna generellt sett lång ca 29 år, även med hänsyn tagen till LCC då real payback blir 41 år. Som Landskronahem menar ska byggnaden stå i 50 år efter en ev NNE-ombyggnad. Med detta som synsätt kan å andra sidan upprustningen ses som lönsam.

## Bilaga 1 - Analysprotokoll för fuktindikering av källarvägg

Rum/objekt	Ytskikt / status (matt, glansig)	Värde från Gann-mätning				
		10 cm	50 cm	100 cm	Markyta	Innervägg
Mätning 1	Puts på träfiber-skiva	67	43	62	-	37
Mätning 2	Puts på träfiber-skiva	69	47	48	43	42
Mätning 3	Puts på träfiber-skiva	69	52	50	46	39
Mätning 4	Puts på träfiber-skiva	80	50	55	-	42
Mätning 5	Puts på träfiber-skiva	95	46	44	-	-
Mätning 6	Puts på träfiber-skiva	69	45	47	-	-
Mätning 7	Puts på träfiber-skiva	64	54	45	-	-
Mätning 8	Puts på träfiber-skiva	61	50	48	-	47
Mätning 9	Puts på träfiber-skiva	63	44	50	-	-
Mätning 10	Puts på träfiber-skiva	68	48	50	-	-



## Bilaga 2 – Detaljerad indata och resultat för solcellsanalys

### Byggnad

Plats	Lund
Lutningsvinkel	30 grader
Orientering (azimutvinkel)	17 grader (mot sydväst)
Tillgänglig takarea (om 30 grader lutning)	1000 m <sup>2</sup>

### Solcellsmodul

Verkningsgrad	15 %
Övriga cellförluster	10 %
Växelriktarens verkningsgrad	95 %

### Total

Systemets topp effekt	105 000 Wp
Total area	700 m <sup>2</sup>
Elproduktion från växelriktare	93 600 kWh/år
Årlig elanvändning (fastighetsel hus 7 samt el till värmepump)	93 600 kWh
Till elnätet (överproduktion)	0 kWh (0 % av elproduktionen)

### Ekonomi

Livslängd	25 år
Kostnad <sup>24</sup>	2500 kr/m <sup>2</sup>
Investeringsstöd	35 % (maximalt 1,5 miljoner)
Elpris exkl moms	84 öre/kWh
Total investeringskostnad (med investeringsstöd)	960 000 kr med investeringsstöd
	(1 750 000 kr utan investeringsstöd)

<sup>24</sup> Ex moms (inkl. montage, moduler, växelriktare, kabel, arbete). Prisuppgifter från Mars Andersson på Energibanken och Tobias Persson på Glacell i Ängelholm.

## Bilaga 3 – Mer om solel

### Olika solcellstekniker

En solcell omvandlar solenergi till elektrisk energi som kan användas direkt, lagras i batterier eller transporteras via elnätet till förbrukare. Dock uppkommer den elektriska energin i form av likström. Därför behövs alltid en växelriktare till nätanslutna system. Växelriktaren omvandlar likström (DC) till växelström (AC) och anpassar även strömmen till rätt spänning för nätet. I denna omvandling uppkommer förluster.

Solceller har en systemverkningsgrad på ca 10-15 %. Det finns olika typer av solcellstekniker. Vanligaste typen som används idag är monokristallina solceller. Det finns även amorft kisel som brukar kallas för tunnfilmsteknologi och dessa solceller kan appliceras på exempelvis glas.

En kiselcell ger ungefär 0,5 volt, vilket är för låg spänning för att kunna användas rent praktiskt. Därför seriekopplas 20 till 40 stycken celler för att få upp spänningen i systemet till vanligen 12 eller 24 volt. Storlek på en solcellsmodul är normalt 1x2m.

Pris för monokristallina solceller är ca 2500 kr/m<sup>2</sup> exkl moms. Priserna sjunker stadigt pga många kinesiska tillverkare på marknaden. Placering vertikalt t ex på fasader ökar priset, liksom om celler ska installeras på befintliga glas. Livslängden för solcells-moduller är ca 25-30 år. Energimyndigheten rekommenderar att solcellerna är CE-märkta och att de uppfyller den internationella standarden IEC 61215.

Det statliga solcellsstödet för installation av solceller är förlängt till och med 2016. Investeringsstödet innebär att staten bidrar med 35 % av investeringskostnaden, dock högst 1,5 miljoner kronor per projekt.

### Försäljning av överproducerad el och nettodebitering

Försäljning av el och så kallad nettodebitering diskuteras mycket i dagsläget, och en statlig utredning gällande möjlighet till nettodebitering genomförs. Nettodebitering innebär att man under en given tidsperiod, exempelvis månadsvis, kan kvitta producerad el mot inköpt el.

Elen köps idag in från Landskrona energi och de erbjuder i dagsläget inte nettodebitering p.g.a. oklarheter gällande lagstiftning. De köper dock överproducerad el för 5,6 öre per kWh. Detta innebär att det är ekonomiskt ofördelaktigt att överproducera el, och bäst ekonomi fås genom att endast täcka baslasten av elbehovet.



### Förutsättningar

Solcellerna placeras på takets yta, då detta ger störst elproduktion och är mest kostnadseffektivt. Solceller kan ibland ersätta takmaterial och därmed kan investeringen reduceras. I aktuell byggnad är takmaterialet takpapp vilket troligen behövs ändå. Takets nuvarande motfallstyp kan rivas och ersättas med en pulpetform med ca 30 graders lutningsvinkel vilket är effektivare för solesproduktion. Byggnaden är riktad mot sydväst vilket också är lämpligt. Total takarea (om 30 graders lutning) är 1200 m<sup>2</sup>, varav ca 1000 m<sup>2</sup> uppskattas kunna användas för solceller.

För att uppnå kraven för nollenergibyggnad krävs att byggnaden producerar mer el än vad den själv behöver, sk överproduktion. Ersättningen i dags dato är mycket lågt för överproducerad el.

I detta fall kan solcellerna dimensioneras för att täcka fastighetselen i hela området samt elanvändningen för värmepumpen. Solcellerna placeras på taket på hus 7. Därmed undviks överproduktion samtidigt som nollenergikraven kan uppnås med god ekonomi för den specifika byggnaden.

Då utredningen gällande nettodebitering är avslutad (förhoppningsvis i juni 2013) som eventuellt visar på att nettodebitering är möjlig och ekonomisk fördelaktig, kan solceller även installeras på övriga tak och hela området kan uppfylla kraven för nollenergihus om så önskas. Om solceller skall placeras på olika byggnadstak kan orientering av solcellerna anpassas för att täcka elanvändningen.

För bedömning av ekonomi och produktion av solcellerna jämförs producerad energi med energianvändningen för byggnaden. Indata för analys utgörs av beräknade timvärden av fastighetsel för hela området och elanvändning för värmepumpen. Fastighetselen för belysning har ansatts som jämt fördelad över dygnet då energiberäkningen har genomförts, mycket förenklat. I fortsatta studier av solceller bör dygnsprofilen för fastighetselen studeras i detalj för att kunna anpassa orientering och lutning av taktytor för att på bästa sätt täcka elanvändningen.

Produktion från solcellerna och jämförelse med byggnadernas elanvändning görs med det webbaserade programmet Solelekonomi 1.0, som är utvecklat av Dr Joakim Widén vid Uppsala Universitet. Programmet beräknar timvärden för elproduktion från solceller och gör en jämförelse med elanvändning i byggnaderna. Fyra geografiska platser kan väljas, varav Lund är den närmst Landskrona. Indata för elanvändningen görs på timbasis. Eventuell överproduktion beräknas och ekonomiska förutsättning med hänsyn till olika typer av nettodebiteringar kan undersökas.

## Bilaga 4 – Mer om geoenergi

### Potential för geoenergi

Ur geologisk synvinkel kan det finnas potential för jordvärme eftersom marken huvudsakligen bedöms bestå av finkorniga, vattenhållande jordarter (lermorän). Nackdelen med denna metod är att stora markytor behöver tas i anspråk och det är osäkert om tillgängliga ytor räcker.

Bergvärme däremot kräver en mindre areal än jordvärme. Dock brukar kalkberg ha en mindre gynnsam värmeledning än t.ex. gnejs eller granit. Detta kan dock ofta kompenseras med djupet på borrhålet. Det som kan göra det kostsamt är den erforderliga rörboringen genom jordlagren ner till berget (ca 3 ggr dyrare än för det öppna hålet i berget).

Borrhålslager kan i stort sett anläggas överallt även om de lämpar sig bäst i områden med kvartsrikt urberg och mindre för sedimentärt berg. Tillståndsprocessen är enkel och anläggningarna har visat sig vara långlivade och driftsäkra vid rätt dimensionering.

Det finns potential för flera olika geoenergisystem. Därför föreslås en mera långtgående förstudie som avväger de olika systemen mer ingående. Dessutom bör flera punkter närmare utredas som exempelvis vattenföringen, brunnskapacitet, vattenkemi, ev. miljörisker, analys av effekt- och energibehov samt vid vilka temperaturer distribution av värme kommer att ske. Därutöver bör tas kontakt med kommunens miljönämnd i frågan om eventuella områdesbestämmer som kan kräva tillstånd eller anmälan.

I fortsatta beräkningar antas att grundvattensystemet används med en värmepump med en energifaktor på 4,0. För att vara helt självförsörjande på värme dimensioneras värmepumpen för att täcka hela effektbehovet.

### Geoenergi

I marken och i grundvattnet lagras stora mängder energi som sen kan tas till vara under vintern med hjälp av värmepumpar. Beroende på yttre förutsättningar, geologiska förhållanden och typ av byggnader som skall värmas finns det olika systemvarianter att välja emellan.

**Bergvärme** är det vanligaste systemet. Det används företrädesvis till villor men även fastigheter med många hundra lägenheter. Oftast borrar en brunn med en diameter av ca Ø 150 mm i vilken det monteras en värmeväxlare – en normal vattenledningsslang. Brunnsdjupet varierar mellan 100 - 300 m beroende på hur stort energiuttag som skall göras. Effektagivningen varierar med bergart, men hamnar oftast mellan 25-35 W/m borrhål. Ett 200 m djupt borrhål i gnejs ger vanligen 6-8 kW effekt.

**Yjordvärme** eller **jordvärme** kan användas istället för bergvärme då man har en större tomt. Detta anses ej vara aktuellt för Pilängen då tillgängliga ytor anses vara för litet för att täcka uppvärmningsbehovet.

**Grundvattensystem** är det effektivaste sättet att utnyttja geoenergi. Där används det i marken naturligt förekommande grundvattnet som energibärare i stället för bergvärmens köldbärare. Eftersom grundvattnet finns i markens porer eller sprickor – ett grundvattenmagasin eller akvifär - är den energiväxlande ytan vida överstigande den yta som man kan uppnå hos ett slangförsett borrhål.

Grundvattnet som energibärare pumpas ur en eller flera brunnar och återförs via likvärdiga brunnar till grundvattenmagasinet igen efter energiuttaget. Systemet förutsätter att det finns uttagbart grundvatten inom eller i närheten av fastighetens gränser.

### Systemens prestanda och ekonomi

Systemen med uttag av geoenergi, där temperaturen förädlas med hjälp av värmepump, har vanligen en energifaktor som ligger i intervallet 3-5. Med energifaktorn 3-5 åtgår 1 kWh el för att producera 3-5 kWh energi (värme och kyla) varav då 2-4 kWh är förnybar.

Det som påverkar energifaktorn mest är typen av system, vid vilken temperatur geoenergin genereras samt vilken temperatur fastigheten förses med. Erfarenhetsvärden på systemens prestanda visas i tabell 1.

**Tabell 1. Typiska temperaturer, energifaktorer och bästa geologin vid användande av geoenergi.**

Typ av geoenergisystem		Arbetstemperatur (°C)	Energifaktor	Bästa geologiska förutsättningar
Passivt	Jordvärme	-5/+5	2,5- 3,5	Blöt finkornig jord
Passivt	Bergvärme	-3/+7	3,5 - 4,0	Kvartsrikt berg
Passivt	Grundvattensystem	+3/+10	4,0 - 5,0	Åsar, deltan, sandstenar

Siffervärdena i tabellen är ungefärliga värden för geografisk placering i mellersta Sverige. Grundvatten är det effektivaste systemet, mycket beroende på en hög och jämn arbetstemperatur. Tillkommande underhållskostnader för problem med brunnar kan minska lönsamheten.

### Lagen

I miljöbalken regleras de krav som ställs på en verksamhetsutövare som önskar anlägga en geoenergianläggning. Omfattningen av de krav som ställs skiljer sig åt beroende på om det rör sig om en anläggning som innebär bortledning och i vissa fall återföring av grundvatten (t ex akvifäranläggning) eller om det rör sig om en anläggning där man inte avser bortleda något grundvatten (t ex borrhållager).

### Geologiska och hydrogeologiska förutsättningar

Berggrunden i området utgörs överst av kalkberg som avsattes under Tertiär tid. Kalkstenen benämns som Danienkalksten som här är ca 100 m mäktig och kännetecknas dels av lager med flinta och dels av mellanlagrade sandiga enheter.

Berggrunden överlagras av ett ca 25 m mäktigt jordlager, som huvudsakligen utgörs av lermorän. Figur 4 visar en schematisk geologisk jordartsprofil inom aktuellt område.<sup>25</sup>

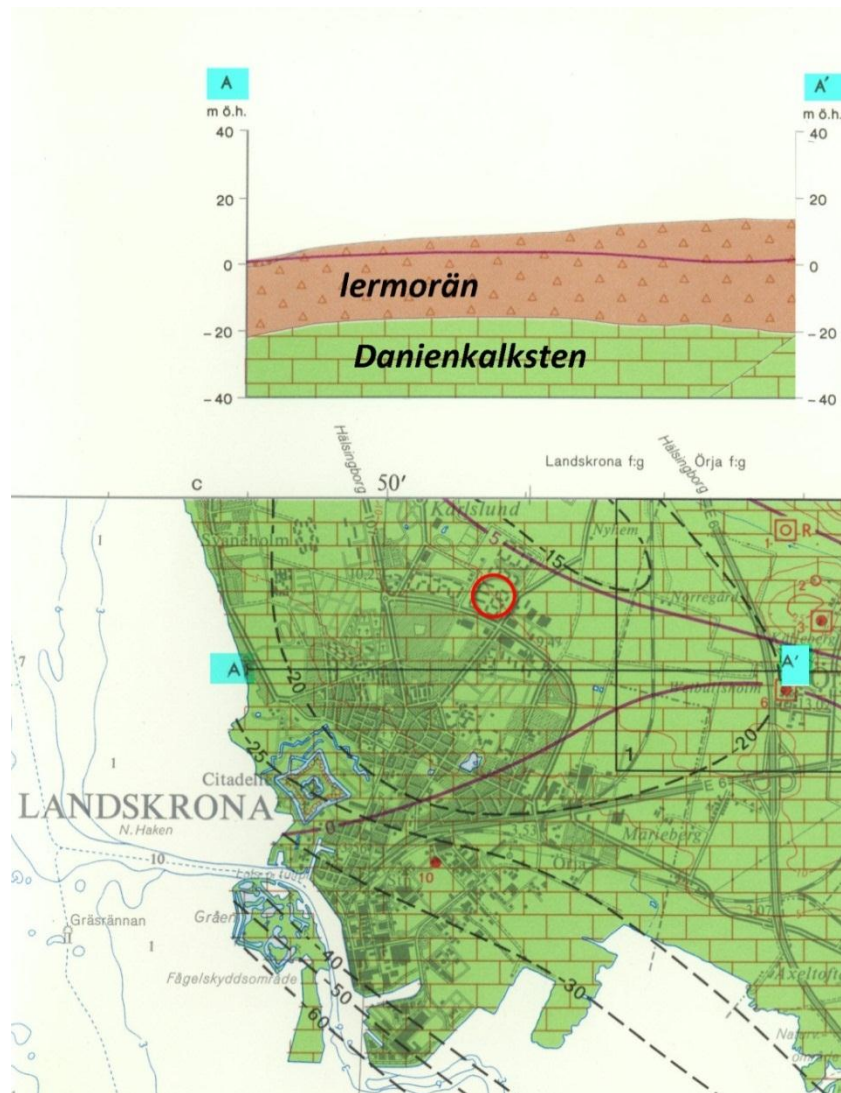
Kalkberggrunden kan ge upphov till en s.k. por- och sprickakvifär och som enligt SGU ger mycket goda uttagsmöjligheter (2-6 l/s)<sup>26</sup>.

Av kartan i figur 4 framgår även att grundvattennivån i kalkberget i närområdet bedöms ligga mellan 0-5 m ö h.

---

<sup>25</sup> SGU, Hydrogeologiska karta Malmö NV, Serie Ag nr 13

<sup>26</sup> SGU, Karta över grundvattnet i Skåne län, Serie Ah nr 15



**Figur 7.** Schematisk geologisk jordartsprofil inom aktuellt område (Källa: SGU Ser. Ag nr 13) Aktuellt område är markerat med röd ring.

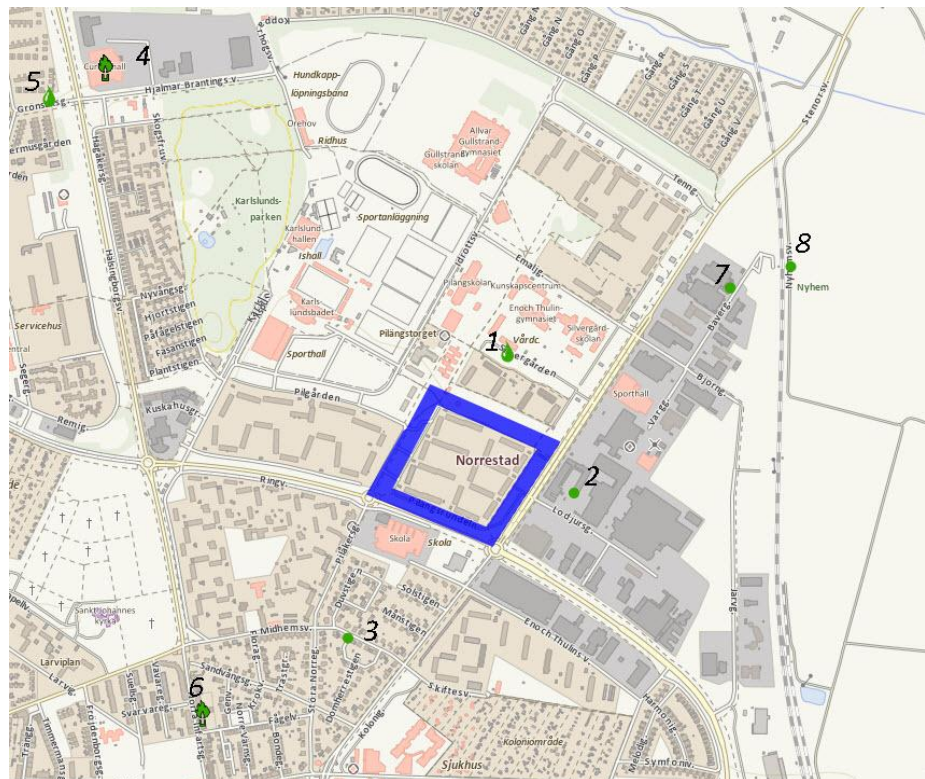
### Eventuella motstående intressen

En aktuell sökning i VISS (VattenInformationsSystemSverige) visade inget vattenskyddsområde i närheten av bostadsområdet<sup>27</sup>

En sökning i SGU:s brunnsarkiv visade att några dricksvattenbrunnar samt ett antal geoenergi-brunnar fanns registrerade i närområdet<sup>28</sup>. Karta samt översikt över brunnsarkiv finns redovisade i figur 5 och tabell 2.

<sup>27</sup> VISS - digitala databas; [www.viss.se](http://www.viss.se), 2012-10-02

<sup>28</sup> SGU digitala brunnsarkiv; [www.sgu.se](http://www.sgu.se), 2012-01-02



**Figur 8. Utdrag ur SGU:s brunnarkiv för aktuellt område som visar registrerade brunnar (Källa: www.sgu.se). Aktuellt område är markerat med blå rektangel.**

**Tabell 2. Sammanställning av data rörande brunnar i närheten aktuell fastighet (källa: www.sgu.se)**

Nr enl Bild 5	Brunns ID enl. SGU	Typ av brunn	Borrdatum	Djup (m)	Djup till berg	Vattenmängd uppmätt vid borrhningen
1	22300049	Dricksvatten	1939	113	24	3,0
2	22300744	*	1989	178	33	4,7
3	22300051	*	1939	280	24	3,75
4	906235627	Energibrunn**	2004	102	26	*
4	906235635	Energibrunn**	2004	102	25	*
4	906235643	Energibrunn**	2004	102	26	1,7
4	906235650	Energibrunn**	2004	102	26	1,3
4	906235668	Energibrunn**	2004	120	26	2,8
4	906235676	Energibrunn**	2004	105	25	2,5
5	32100803	Bevattning av	1987	50	25	0,03***
6	22300708	Energibrunn**	1982	86	27	1,2
6	22300709	Energibrunn**	1982	57	23	1,2
7	22300739	*	1988	109	27	5,8
7	22300740	*	1988	827	28	5,8
8	22300050	*	1940	188	27	4,7

\*uppgift saknas; \*\*för värme och/eller kyla; \*\*\*anger troligen uttaget