

Brf Norrby

Energiutredning

Lågan

Inledning

Förord

Syftet med detta projekt är att få en grundlig genomgång av Brf Norrbys byggnadstyper och arbeta fram konkreta förslag på kostnadsoptimala åtgärder för att kraftigt kunna sänka energiförbrukningen och nå nybyggnadskraven för energihushållning enligt BBR19.

Föreningen får idag förslag från olika aktörer på marknaden hur de kan sänka energianvändningen och energikostnaden. Detta kan handla om tilläggsisolering, energisparande fönster eller att byta uppvärmningskälla där aktörerna alla lovar stora förbättringar på komponentnivå samt korta återbetalningstider och/eller sänkningar av energikostnaderna. Då det energibesparande resultatet självklart skiljer sig åt beroende på vilken hustyp de tillämpas på, är det svårt för föreningen (och andra fastighetsägare) att veta vilken åtgärd som ger vilken effekt på just deras typ av hus.

Brf Norrby

Allmän beskrivning

Bostadsrättsföreningen Norrby äger 13 st flerbostadshus och en panncentral, i panncentralbyggnaden finns även föreningens tvättstuga och en samlingslokal. Bostadshusen i Brf Norrby är av typ lamellhus med 3 våningar. Från 30 talet och fram till början av byggandet av miljonprogrammet är detta den vanligaste flerbostadstypen i Sverige och står för en betydande del av energiförbrukningen i Sveriges bebyggelse¹.

Bostadshusen i Norrby värms med vattenburen värme till radiatorer. Värmen levereras idag från Fortums fjärrvärmenät och distribueras lokalt mellan föreningens fastigheter från en panncentral (där föreningen tidigare producerade värme i egen pelletspanna).

Bostadshusen ventileras med mestadels med självdragventilation men i vissa lägenheter är ventilationen förstärkt med köksfläkt. Inom några år kommer de putsade fasaderna, tak och fönster behöva åtgärdas.

En energideklaration gjordes 2009, som visar på en genomsnittlig förbrukning på 177kWh/kvm i föreningens totala uppvärmda yta av 19 966 kvm. 2009 när energideklarationen utfördes var pelletspannan fortfarande i drift.

Föreningen har en total yta på 23 244 kvm, varav 287 stycken lgh på totalt 15 923 kvm, lokaler på 1 163kvm och övrig yta på 6 158 kvm.

Styrelsens målsättning är att förbättra husens energieffektivitet och successivt övergå till miljövänliga energikällor och därmed bli mindre känslig mot fluktuerande energipriser och uppnå ett hållbart boende.

Projektet förväntas ge ett beslutsunderlag där föreslagna åtgärder kommer att halvera energianvändningen från 2009 års nivå, från cirka 180kWh/kvm till mindre än 90kWh/kvm eller en årlig besparing på cirka 1800MWh.

¹ Utredning av kostnadsoptimal energieffektivisering i befintliga flerbostadshus, Peter Filipsson Catrin Heincke Åsa Wahlström, 2013

Metod

Två olika byggnadstyper finns i Brf Norrbys bestånd, en av varje valdes ut för att representera hela beståndet. De utvalda objekten är Synålsvägen 4-10 och Kvarnbacksvägen 85-87. För dessa byggnader skapas matematiska modeller så att energianvändningen kan simuleras. På så sätt kan olika åtgärders inverkan på energianvändningen utvärderas. För att validera modellen och för att skapa bra värden på indata utförs långtidsmätningar av inomhustemperatur, värmeanvändning på byggnadsnivå, termografering samt elanvändning till fastighetsinstallationer.

När den teoretiska analysen av åtgärderna är utförda görs en översiktlig ekonomisk analys för att utvärdera värdet av åtgärderna.

De olika åtgärder som utvärderas är:

- Tilläggsisolering av vindsbjälklag (500 mm lösull)
- Tilläggsisolering av fasad (90 mm cellplast)
- Byte av fönster (U-värde från 1.8 till 0.8 W/m².K)
- Ändring från naturlig till mekanisk ventilation
- Installation av värmeåtervinning av frånluft med värmepump
- Installation av värmeåtervinning av avloppsvärme med värmepump
- Installation av termostatiska radiatorventiler
- Byte av uppvärmning från fjärrvärme till lokal bergvärmepump
- Byte av uppvärmning från fjärrvärme till central bergvärmepump
- Byte av uppvärmning från fjärrvärme till pelletspanna

Utöver dessa utvärderas kombinationer av dessa åtgärder.

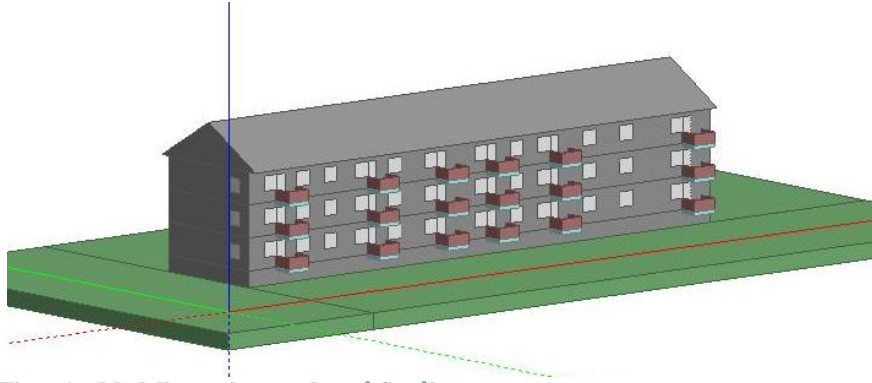
Datorsimuleringar

Simuleringar har gjorts i programmen DesignBuilder och VitoCalc, efterbearbetning är utförd i MS Excel.

DesignBuilder har använts för att göra byggnadssimuleringar. Programmet använder den välkända Energy+ programmet för beräkningar, Energy+ är ett av de mest använda simuleringsverktygen för byggnadssimuleringar. I simuleringsprogrammet beräknas den naturliga ventilationen beroende på densitetsskillnader och vindpåverkan. Infiltrationen är däremot satt till ett konstant värde om 0.4 omsättningar per timme. VitoCalc har använts för att göra värmepumpberäkningar.

Synålsvägen 4-10

Byggnaden byggs upp ifrån ritningar och uppgifter som samlats in vid besiktningar. I Figur 1 visas hur byggnaden på Synålsvägen ser ut i simuleringsprogrammet.



Figur 1 – Modellen av byggnaden på Synålsvägen

I datormodellen definieras byggnaden genom att byggnadens konstruktionsdata och börvärden matas in. I tabell 1 ses byggnadens data för simuleringen.

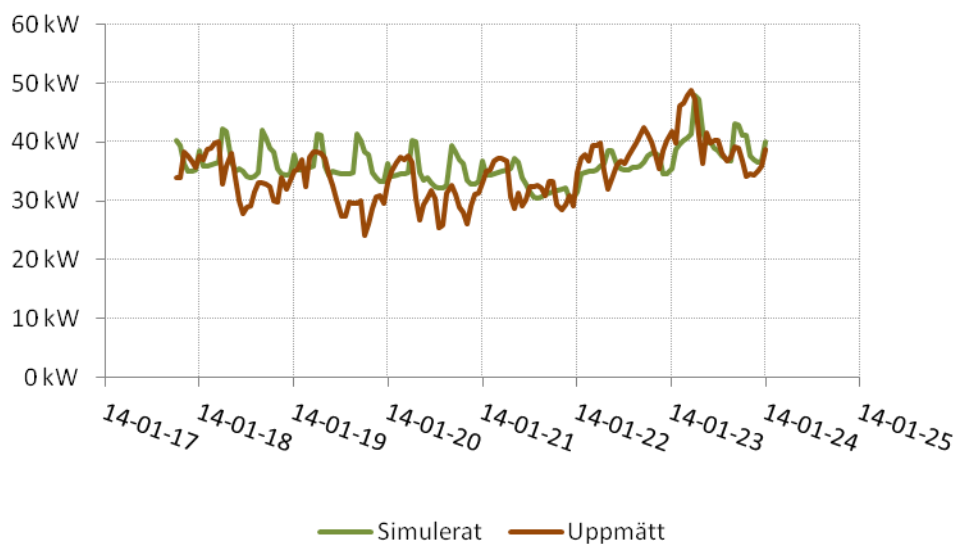
Tabell 1 - Data för simulering Synålsvägen 4-10

Byggnadskonstruktion	U-Värde [W/m2.K]
Väggar	0.767
Tak	0.265
Grund	0.246
Fönster	1.798
Dörrar	2.251
Byggnadsdata	
	Värde
Uppvärmad yta	1572 m2
Börvärde temperatur källare och trapphus	18.0 °C
Börvärde temperatur lägenheter	21.5 °C

För brukarrelaterade uppgifter så används data framtaget inom Energimyndighetens Svebyprojekt.

När Modellen har byggts så valideras modellen genom att jämföra simulerad årlig energianvändning med uppmätt medelanvändning och genom att jämföra en veckas uppmätt värmemätning med simulerad värmeanvändning på timbasis.

För årsbasis var uppmätt medelanvändning 2013 för el och värme (normalårskorrigerat) 156.1 kWh/m² och simulerad energianvändning är 158.6 kWh/m². Avvikelsen på årsbasis är 2 %. I Figur 2 visar skillnaden mellan simulerad värmeanvändning och uppmätt energianvändning under en vecka.

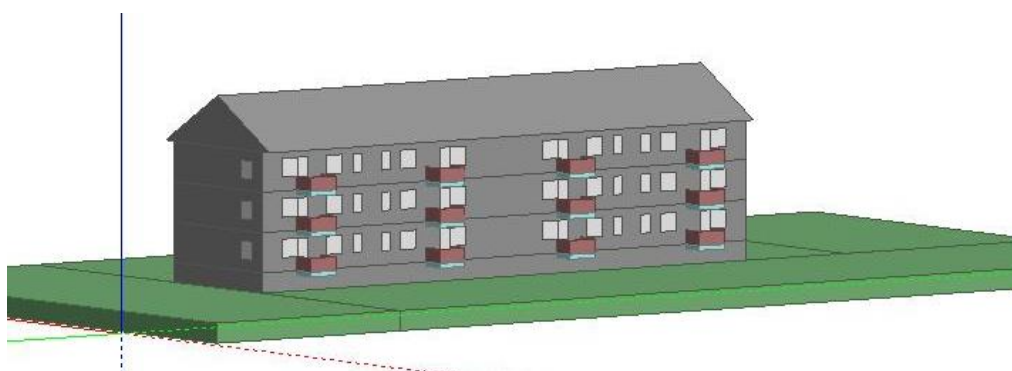


Figur 2 – Simulerad och uppmätt värmeanvändning Synålsvägen 4-10

Akkumulerad avvikelse under veckan är 4 %.

Kvarnbacksvägen 85-87

Även byggnaden på Kvarnbacksvägen har byggts upp i DesignBuilder. Figur 3 visar byggnaden.



Figur 3 – Byggnaden på Kvarnbacksvägen 85-87

I tabell 2 ses simuleringsdata för byggnaden på Kvarnbacksvägen.

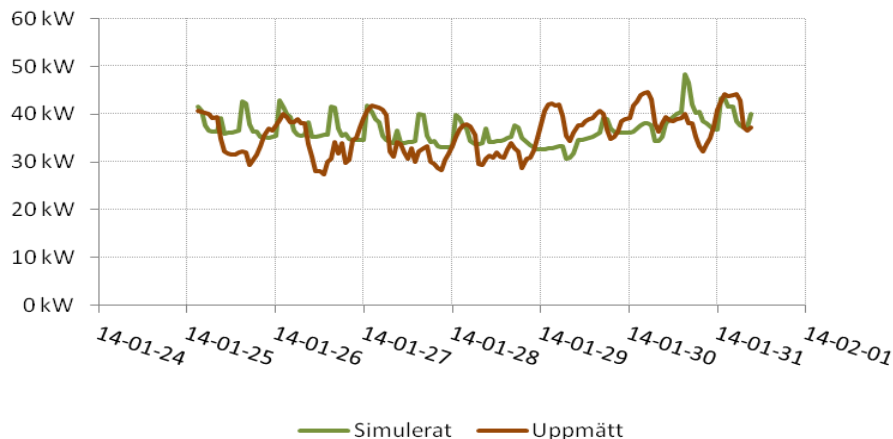
Tabell 2 - Data för simulering Kvarnbacksvägen 85.87

Byggnadskonstruktion	U-Värde [W/m2.K]
Väggar	0.767
Tak	0.265
Grund	0.246
Fönster	1.798
Dörrar	2.251
Byggnadsdata	Värde
Uppvärmad yta	1319 m2
Börvärde temperatur källare och trapphus	18.0 °C
Börvärde temperatur lägenheter	21.5 °C

För brukarrelaterade uppgifter så används även här data framtaget inom Energimyndighetens Svebyprojekt.

Valideringen av modellen genom att jämföra simulerad årlig energianvändning med uppmätt medelanvändning visar att avvikelsen är 1 %. Simulerad energianvändning för el och värme uppgår till 158.0 kWh/m2, detta jämfördes mot 156.1 kWh/m2 vilket är medelanvändningen inom Brf Norrby.

Jämförelsen av en veckas uppmätt värmemätning med simulerad värmeanvändning på timbasis presenteras i Figur 4.

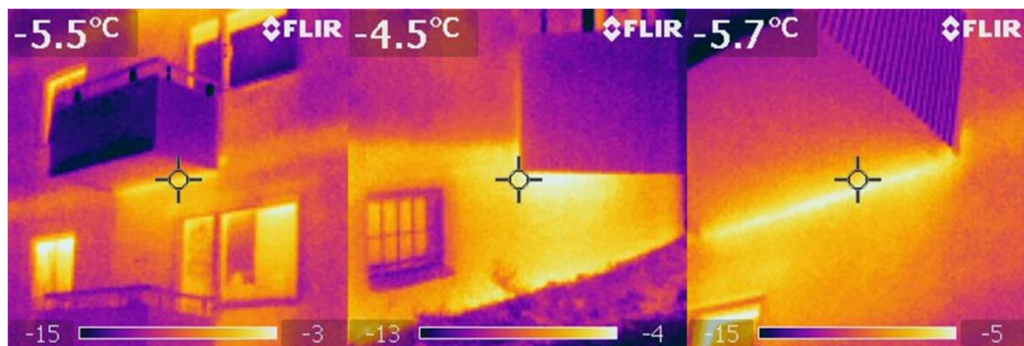


Figur 4 - Simulerad och uppmätt värmeanvändning Kvarnbacksvägen 85-87

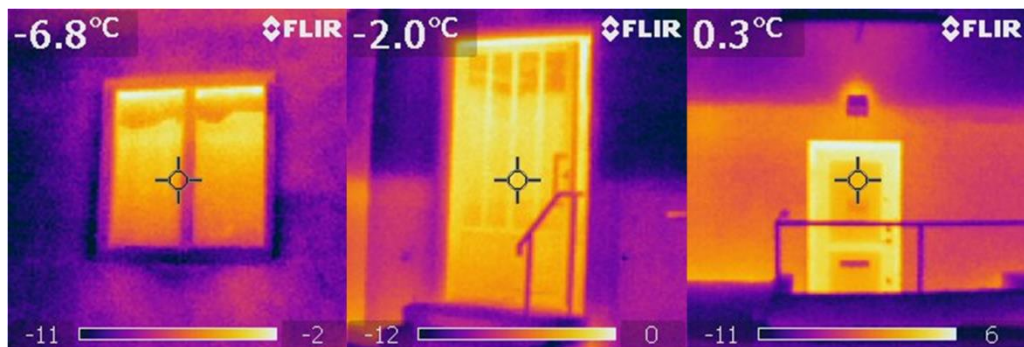
Akkumulerad avvikelse under veckan är 1 %.

Termografering

För att få en känsla för hur byggnadens klimatskals egenskaper ser ut har byggnaderna termograferats. På så sätt kan man undersöka om det finns köldbryggor som är relaterade till modellen av byggnaden och var svagheter i konstruktionen finns. I Figur 5 till 7 nedan kan man se statusen på olika delar av klimatskärmen.



Figur 5 –Köldbryggor under balkonger



Figur 6 –Statusen på fönster och ytterdörrar



Figur 7 – Status på fasad

Vid termografering kan man se att ytterdörrar har sämre isolerförmåga än andra byggnadselement. Man kan även se att köldbryggor finns vid balkonginfästning och vid våningsplanens bjälklag. Källarplanets ytterväggar har sämre isolerförmåga än övriga våningsplan. Alla dessa svagheter i klimatskärmen är relaterade till den teknik och materialval som gjorts för byggnaderna.

Byggnaderna

Byggnaderna är tidstypiska och uppförda med putsad fasad och lättbetong. Vindsbjälklaget är isolerat med 15 cm kocksaska som senare blivit tilläggsisolerat med 10 cm glasullsmatta. Fönster är en blandning mellan tvåglasfönster och renoverade treglasfönster där en extra glasskiva monterats i efterhand på befintliga tvåglasfönster. Entrédörrar är av glas och aluminium. Ventilationen är utförd som naturlig ventilation som i vissa lägenheter förstärkts genom att köksfläkten kopplats till frånluftkanalen.

Uppvärmningen sker via vattenradiatorer utan termostatventiler, radiatorerna får värmen från föreningens fjärrvärmecentral. Varmvattenberedningen sker även den i föreningens fjärrvärmecentral och distribueras via värmekulvert till byggnaderna. Byggnaderna har även varmvattencirkulation så att varmt vatten skall komma till kranen utan fördröjning.

Fastighetselen i byggnader betjänar mestadels belysning inne och ute. Belysningen består nästan uteslutande av moderna LED armaturer, de flesta har inbyggd närvarostyrning. Utöver detta används en liten del elenergi till nätverksswitchar, kabeltv och annan elektronisk utrustning

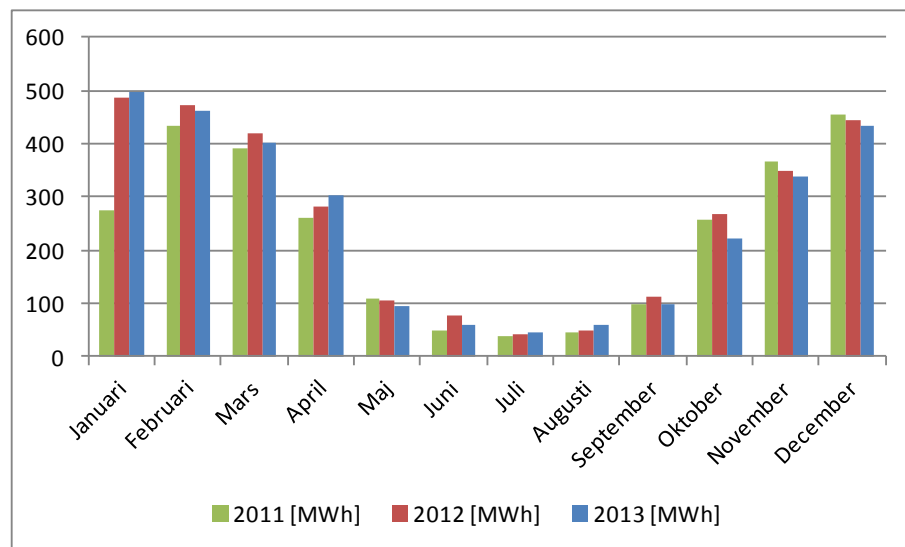
Energianvändning Brf Norrby

Byggnaderna inom Brf Norrby värms med fjärrvärme som levereras ifrån Fortum. Föreningen har en värmecentral varifrån värmen och varmvatten distribueras till byggnaden via föreningens egen värmekulvert. Utifrån de uppgifter som lämnats till utredningen och av det man kan se bedöms kulverten vara i gott skick. Värmeförlusterna från kulverten beräknas till 55.6 MWh per år med ett värde av ca 50kr. Beräkningarna utförda med antagandet att förlusterna uppgår till 300 kWh/m-kulvert.år enligt uppgifter från ATONs rapport "Energideklarering av bostadsbyggnader – Delområde: värmesystem". Detta ger en specifik värmeförlust på 2.8 kWh/m².år för Byggnadsbeståndet.

Elen distribueras även den av Fortum, varje byggnad har ett abonnemang för fastigheten och således har föreningen 14 abonnemang för fastighetsel.

Värmeanvändning

Den årliga energianvändningen för uppvärmning av byggnader och tappvarmvatten presenteras i Figur 8.



Figur 8 – Normalårskorrigerad värmeanvändning Brf Norrby

Den årliga normalårskorrigerade värmeanvändningen har legat omkring 3000 MWh de senaste åren. Detta innebär att den specifika värmeanvändningen utslagen på föreningens 19966 m² uppvärmd yta uppgår till ca 150 kWh/m². Enligt referensvärden som ges vid energideklaration så är ett normal värde 166-206 kWh/m².

Elanvändning

Det finns 14 abonnemang för fastighetsel, 13 st som betjänar bostadsbyggnaderna och 1 som betjänar panncentralen med tvättstuga och samlingslokal. I tabell 2 ses användningen under 2013.

Tabell 2 – Elanvändning fastighetsabonnemang 2013

	Anläggning 735999102107299274 Adress Galonvägen 4	Anläggning 735999102107299014 Adress Galonvägen 16	Anläggning 735999102107298703 Adress Galonvägen 28	Anläggning 735999102107297324 Adress Synålsvägen 6	Anläggning 735999102107297034 Adress Synålsvägen 20	Anläggning 735999102107297027 Adress Synålsvägen 22	Anläggning 735999102107296754 Adress Synålsvägen 23
2013	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh
Januari	169	42	378	481	301	6703	727
Februari	160	33	256	233	228	6574	420
Mars	180	43	228	197	246	5999	517
April	255	35	236	167	226	5282	331
Maj	154	96	165	131	184	4610	252
Juni	127	87	254	111	156	4229	217
Juli	147	66	271	134	191	4293	249
Augusti	148	65	228	127	232	4236	253
September	180	65	272	160	244	4796	328
Oktober	210	68	307	190	285	5449	430
November	214	81	322	216	296	5354	477
December	221	75	340	360	313	5591	525
Summa	2165	756	3257	2507	2902	63117	4726

	Anläggning 735999102107296440 Adress Synålsvägen 7	Anläggning 735999102107292046 Adress Kvambacksvägen 85	Anläggning 735999102107291926 Adress Kvambacksvägen 81	Anläggning 735999102107291780 Adress Kvambacksvägen 75	Anläggning 735999102107291643 Adress Kvambacksvägen 67	Anläggning 735999102107291513 Adress Kvambacksvägen 61	Anläggning 735999102107291384 Adress Kvambacksvägen 55
2013	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh	Användning kWh
Januari	694	148	249	188	316	459	337
Februari	593	118	142	152	159	399	134
Mars	565	126	146	157	196	373	158
April	246	114	132	141	145	204	124
Maj	194	103	106	110	139	149	102
Juni	181	90	94	95	118	145	95
Juli	203	38	111	114	125	136	93
Augusti	228	91	129	109	133	160	135
September	237	118	135	145	140	165	139
Oktober	325	127	160	169	152	237	183
November	435	136	171	179	170	257	161
December	530	143	190	191	209	291	167
Summa	4431	1352	1765	1750	2002	2975	1828

Detta innebär att den specifika elanvändningen utslagen på föreningens 19966 m² uppvärmda yta uppgår till 4.8 kWh/m². Detta är ett lågt värde för denna byggnadstyp, normal värde är mellan 8-12 kWh/m². Därför bedöms inga åtgärder relaterade till fastighetsel nödvändiga i detta skede. Föreningen hade vid tidpunkten för energideklarationen 2009 en specifik användning på 12 kWh/m² men då fanns en stor post för el till panncentralen med. Denna post finns inte kvar eftersom man har gått över till fjärrvärme.

Åtgärdsförslagen

Ett antal åtgärdsförslag har undersökts för att skapa en bild av vad som krävs för att reducera energianvändningen med hälften. Åtgärderna är simulerade enskilt och även tillsammans eftersom när man implementerar flera åtgärder så påverkar de varandra.

Tilläggsisolering av vindsbjälklag (500 mm lösull)

Idag är vindsbjälklaget isolerat med 150 mm kocksaska som senare har förstärks genom att 100 mm glasullsmattor lagts ut ovanpå kocksaskan. Förslaget som utreds innebär att glasullsmattorna tas bort och ersätts av 500 mm lösullsisolering. Vindarna lämpar sig väl för tilläggsisolering med lösull.

Genom att tilläggsisolera vinden så förbättras isolerförmågan (U-Värdet) från 0.265 W/m².K till 0.077 W/m².K.

Tilläggsisolering av fasad (90 mm cellplast)

Det är tydligt vid termograferingen att fasadens isolerförmåga inte motsvarar dagens standard. Tidstypiskt byggdes denna typ av byggnader med följande metoder²:

- 1 stens tegel och träullsplatta med putsad in och utsida
- Betongvägg med invändig eller utvändig isolering
- Lättbetong (Gasbetong) med putsad in och utsida

I detta fall förefaller det som att byggnaden är uppförd enligt den senaste metoden, dvs lättbetong med putsad in och utsida. Detta med tanke på att man kan se skarvarna mellan lättbetongblocken vid termograferingen.

Fasaden är original från 40-talet och torde således stå inför renovering inom överskådlig framtid vilket gör en åtgärd som denna mer intressant. Rent tekniskt så bedöms fasaden vara möjlig att tilläggsisolera utan några större problem. 90 mm är en vanlig tjocklek vid tilläggsisolering, man kan även tänka sig att tilläggsisolera ännu mer.

Genom att tilläggsisolera fasaden så förbättras isolerförmågan (U-Värdet) från 0.767 W/m².K till 0.281 W/m².K.

Byte av fönster (U-värde från 1.8 till 0.8 W/m².K)

Fönstren vid Brf Norrby är från början en blandning av olika modeller av tvåglasfönster. Små, stora, enluft och tvåluft finns inom byggnaderna. I efterhand har delar av dessa fönster kompletterats med en extra innerglas. Detta har tagits hänsyn till genom att fönstertypen som valts i simuleringarna har något bättre isolerförmåga än ett traditionellt tvåglasfönster men sämre isolerförmåga än ett klassiskt treglasfönster. I basfallet har ett tvåglasfönster med LowEnergy-glas valts, U-värdet i detta fall blir då 1.798 W/m².K. Det förbättrade fönstret är ett lågenergifönster med fyra glas och krypton, ett sådant fönster får ett U-värde på 0.781 W/m².K.

Ändring från naturlig till mekanisk ventilation

Denna åtgärd minskar i vissa fall värmeanvändningen för byggnader med naturlig ventilation där luftflöden blir större än nödvändigt. Naturlig ventilation är komplicerad och är svår att anpassa till det behovet som finns. Eftersom den största drivande kraften för ett sådant system är densitetsskillnad mellan luften inomhus och utomhus kommer största luftflödet sannolikt att inträffa när det är kallt ute. Vid denna tidpunkt så är ventilationsbehovet sannolikt lägre än vid många andra tillfällen på året. På sommaren när behovet av ventilation är större p.g.a. fuktlast och höga inomhustemperaturer är flödet

² Trimma, Täta, Isolera, Bygginfo.

sannolikt lågt. Så naturlig ventilation har nackdelen att flödesprofilen är omvänd mot behovet. Detta kan man enkelt hantera med ett mekaniskt ventilationssystem. Nackdelen är dock att det krävs drivenergi till fläktar vid mekanisk ventilation.

Vid simuleringen av den mekaniska ventilationen sätts ett börvärde på ventilation till 0.35 l/s.m².

Installation av värmeåtervinning av frånluft med värmepump

En av de största källorna till värmeförlust från en flerbostadsbyggnad är ventilationsluften. Därför är det önskvärt att man kan återvinna så mycket som möjligt av denna värme och återföra den till byggnaden. Det mest effektiva sätt som man kan göra det på är att värmeväxla frånluften mot inkommande tilluft. För byggnader som är byggda med frånluftsventilation krävs det omfattande ombyggnader för att installera ventilationsaggregat med till och frånluftsventilation vilket gör att det i många fall är svårt att få ekonomi i en sådan åtgärd. En väg som man kan återvinna värme ur frånluften utan att ha mekanisk tilluft är att återvinna värmen från frånluften med en värmepump, på så sätt kan den återvunna värmen användas till radiatorvärme. En sådan installation är ofta enklare att anpassa till dessa typer av byggnader jämfört med att installera till- och frånlufts system med återvinning.

I denna utredning ansätts vid beräkningar av frånluftsåtervinning att den årliga värmeåtervinningsgraden är 45 %, vilket kan anses som ett vanligt värde för denna typ av installation.

Installation av värmeåtervinning av avloppsvärme med värmepump

I beskrivningen för återvinningen av ventilationsvärme angavs att en av de största värmeförlusterna från en flerbostadshusbyggnad var ventilationsluften. En annan av dessa förluster är den energi som försvinner från byggnaden med avloppet. Man kan argumentera för att dessa förluster ligger i samma nivå som den energi som åtgår till tappvarmvatten, vilket borde vara rätt nära den nivå som gäller. För Brf Norrby ligger energin för tappvarmvatten omkring 30 kWh/m² detta motsvarar ca 20 % av totala värmebehovet för föreningen.

Föreningen är i färd med att göra om avloppsstammarna i källarplanet så att de blir åtkomliga, detta underlättar för en åtgärd som denna.

Åtgärden innebär att värmeväxlare installeras i byggnaden och kopplas ihop med en värmepump så att den återvunna värmen från avloppet kan återföras till värmesystemet. Antagandet att 40 % av värmeenergin i avloppet kan återvinnas på detta sätt har gjorts i denna utredning.

Installation av termostatiska radiatorventiler

Radiatorerna i föreningen har mekaniska handrattar på radiatorventilerna vilket innebär att värmesystemet inte har möjlighet att reagera på värmetillskott från sol och interna aktiviteter. Detta leder i teorin till att den tillförda värmen till lägenheter blir högre än vad som är nödvändigt. Genom att installera termostatiska radiatorventiler kan tillskott tillgodogöras på ett bättre sätt och således reduceras värmebehovet. Reduceringen av värmeanvändningen har i detta åtgärdsförslag beräknats utifrån den metod som föreslås i ATON-rapporten "Energideklarering av bostadsbyggnader – Delområde: värmesystem" (korrektionsfaktorn $X_c=0.11$ har används).

Byte av uppvärmning från fjärrvärme till lokal bergvärmepump

Eftersom föreningen har eget kulvertsystem för distribuering av värme till byggnaderna så har man tillhörande värmeförluster, vilket redan nämnts under rubriken Energianvändning Brf Norrby. Ett sätt att komma undan dessa förluster är att installera lokala värmekällor i byggnaderna. Värmepumpen tar tillvara på solvärme som är lagrad i marken och höjer temperaturen på denna så att den blir användbar i byggnaden. För att höja värmen åtgår en del elenergi till värmepumpen. Skillnaden mellan tillförd elenergi till värmepumpen och den värme som kan levereras från systemet benämns värmefaktor. I detta fall dimensioneras anläggningen för att täcka nära 100 % av byggnadens behov av tappvarmvatten och värme. Anläggningen sätts upp så att ett flertal

värmepumpar arbetar parallellt i sekvens, vilket innebär att en god värmefaktor för anläggningen kan erhållas.

I varje byggnad kommer värmekulverten in i källarvåningen vilket innebär att det är tekniskt enkelt att ansluta en värmepump lokalt i byggnaden. Det man bör ha i minne är att byggnadens energibehov är fortfarande den samma som innan, det som ändrats med ett sådant förslag är mängden köpt energi.

Kombinationer av åtgärder

Åtgärderna ovan kan kombineras för att skapa ett paket med åtgärder, på så sätt kan man finna en väg att finansiera åtgärder som inte ensamma har ekonomisk bäring. I detta projekt undersöks två olika paket. Paket 1 innehåller alla åtgärder som tagits upp ovan utom lokal värmepump. Paket 2 innehåller lokal värmepump tillsammans med frånluftsåtervinning.

Byte av uppvärmning från fjärrvärme till central bergvärmepump

I den centrala värmecentralen distribueras fjärrvärmen till byggnaderna. Värmekällan kan bytas ut till värmepumpar för att få en mindre del köpt energi, energianvändningen blir dock såklart den samma som tidigare. Även i

detta fall så dimensioneras anläggningen att täcka nära 100 % av energibehovet. I beräkningen kopplas flera värmepumpar kopplas parallellt för att få en bra årseffektivitet.

Byte av uppvärmning från fjärrvärme till pelletspanna

Ett annat tänkbart sätt är för föreningen att gå tillbaka till att elda pellets så som man gjorde innan fjärrvärmen gjorde intåg. Panncentralen är redan förberedd för denna typ av installation så det är tekniskt möjligt. Dagens anläggningar har blivit mer underhållsfria och säkrare än den äldre typen som föreningen hade innan bytet till fjärrvärme. En pelletspanna kräver dock avsevärt mer underhåll jämfört med fjärrvärme och värmepumpar. Det som är värt att notera är att en panna har en verkningsgrad som varierar med belastningen på pannan vilket innebär att tillförda energin till Brf Norrby kommer att bli högre än dagens behov, detta är således endast en eventuell ekonomisk optimering och reducerar inte energibehovet.

Resultat simuleringar

Simuleringar har utförts för de olika åtgärderna, sammanställning av resultat från simuleringarna på byggnadsnivå presenteras i Tabell 3 till 5. I Tabell 6 presenteras resultatet från analysen av för de två alternativen till central fjärrvärme. Begreppet ”Alla åtgärder” i tabellen innebär alla åtgärder för den lokala byggnaden utom lokal värmepump.

Tabell 3 – Simuleringsresultat Synålvägen 4-10

Synålvägen 4-10	Basfallet		Isolering av vind		Isolering av fasad		Byte fönster		Byte till mek vent	
Post	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet
Tillskott (personer, sol, lägenhetsenergi)	90.4	MWh	90.4	MWh	90.1	MWh	80.1	MWh	90.1	MWh
Ventilation (självdreg och ofrivillig)	-153.2	MWh	-153.3	MWh	-155.7	MWh	-152.8	MWh	-145.0	MWh
Radiatorer	124.7	MWh	117.5	MWh	82.5	MWh	108.4	MWh	118.8	MWh
Uppvärmningsbehov	187.5	MWh	180.4	MWh	148.1	MWh	181.1	MWh	173.7	MWh
Varmvatten	47.2	MWh	47.2	MWh	47.2	MWh	47.2	MWh	47.2	MWh
Yta Atemp	1572.0	m2	1572.0	m2	1572.0	m2	1572.0	m2	1572.0	m2
Specifik användning	149.3	kWh/m2	144.8	kWh/m2	124.2	kWh/m2	145.2	kWh/m2	140.5	kWh/m2
Med Elanvändning	154.3	kWh/m2	149.8	kWh/m2	129.2	kWh/m2	150.2	kWh/m2	156.6	kWh/m2
Kulvertförluster	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2
Specifik simulerad värmeanvändning	152.1	kWh/m2	147.5	kWh/m2	127.0	kWh/m2	148.0	kWh/m2	143.3	kWh/m2
Fortum Spec värmeanvändning	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2
Reducering från basfall värmeanv.			4.5	kWh/m2	25.1	kWh/m2	4.1	kWh/m2	8.8	kWh/m2
Totalt energianvändning inkl. el	157.1	kWh/m2	152.5	kWh/m2	132.0	kWh/m2	153.0	kWh/m2	159.4	kWh/m2
Reducering från basfall totalt			4.5	kWh/m2	25.1	kWh/m2	4.1	kWh/m2	-2.4	kWh/m2
Synålvägen 4-10	Inst frånluft VP		Inst avlopps VP		Inst rad ventiler		Alla åtgärder		Lokal VP	
Post	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet
Tillskott (personer, sol, lägenhetsenergi)	90.1	MWh	90.4	MWh	90.4	MWh	90.0	MWh	90.0	MWh
Ventilation (självdreg och ofrivillig)	-145.0	MWh	-153.2	MWh	-153.2	MWh	-147.9	MWh	-153.2	MWh
Radiatorer	53.6	MWh	124.7	MWh	111.0	MWh	18.4	MWh	124.7	MWh
Uppvärmningsbehov	108.4	MWh	187.5	MWh	173.8	MWh	39.5	MWh	187.5	MWh
Varmvatten	47.2	MWh	47.2	MWh	47.2	MWh	47.2	MWh	47.2	MWh
Yta Atemp	1572.0	m2	1572.0	m2	1572.0	m2	1572.0	m2	1572.0	m2
Specifik användning	99.0	kWh/m2	129.5	kWh/m2	140.5	kWh/m2	55.1	kWh/m2	42.9	kWh/m2
Med Elanvändning	115.1	kWh/m2	134.5	kWh/m2	145.5	kWh/m2	71.3	kWh/m2	47.9	kWh/m2
Kulvertförluster	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	0.0	kWh/m2
Specifik simulerad värmeanvändning	101.8	kWh/m2	132.3	kWh/m2	143.3	kWh/m2	57.9	kWh/m2	42.9	kWh/m2
Fortum Spec värmeanvändning	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2
Reducering från basfall värmeanv.	50.3	kWh/m2	19.8		8.7		94.1			
Totalt energianvändning inkl. el	117.9	kWh/m2	137.3	kWh/m2	148.3	kWh/m2	74.0	kWh/m2	47.9	kWh/m2
Reducering från basfall totalt	39.2	kWh/m2	19.8	kWh/m2	8.7	kWh/m2	83.0	kWh/m2	109.1	kWh/m2

Tabell 4 – Simuleringsresultat Kvarnbacksvägen 85-87

Kvarnbacksvägen 85-87	Basfallet		Isolering av vind		Isolering av fasad		Byte fönster		Byte till mek vent	
Post	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet
Tillskott (personer, sol, lägenhetsenergi)	75.2	MWh	75.2	MWh	74.9	MWh	66.7	MWh	75.1	MWh
Ventilation (självdreg och ofrivillig)	-128.3	MWh	-128.4	MWh	-130.6	MWh	-127.8	MWh	-123.4	MWh
Radiatorer	104.3	MWh	98.4	MWh	68.0	MWh	90.6	MWh	104.8	MWh
Uppvärmningsbehov	157.4	MWh	151.7	MWh	123.6	MWh	151.8	MWh	153.0	MWh
Varmvatten	39.6	MWh	39.6	MWh	39.6	MWh	39.6	MWh	39.6	MWh
Yta Atemp	1318.5	m2	1318.5	m2	1318.5	m2	1318.5	m2	1318.5	m2
Specifik användning	149.4	kWh/m2	145.0	kWh/m2	123.8	kWh/m2	145.1	kWh/m2	146.1	kWh/m2
Med Elanvändning	154.4	kWh/m2	150.0	kWh/m2	128.8	kWh/m2	150.1	kWh/m2	162.0	kWh/m2
Kulvertförluster	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2
Specifik simulerad värmeanvändning	152.2	kWh/m2	147.8	kWh/m2	126.5	kWh/m2	147.9	kWh/m2	148.8	kWh/m2
Fortum Spec värmeanvändning	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2
Reducering från basfall värmeanv.			4.3	kWh/m2	25.6	kWh/m2	4.3	kWh/m2	3.3	kWh/m2
Totalt energianvändning inkl. el	157.2	kWh/m2	152.8	kWh/m2	131.5	kWh/m2	152.9	kWh/m2	164.8	kWh/m2
Reducering från basfall totalt			4.3	kWh/m2	25.6	kWh/m2	4.3	kWh/m2	-7.6	kWh/m2
Kvarnbacksvägen 85-87	Inst frånluft VP		Inst avlopps VP		Inst rad ventiler		Alla åtgärder		Lokal VP	
Post	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet	Energi	Enhet
Tillskott (personer, sol, lägenhetsenergi)	75.1	MWh	75.2	MWh	75.2	MWh	66.3	MWh	66.3	MWh
Ventilation (självdreg och ofrivillig)	-123.4	MWh	-128.3	MWh	-128.3	MWh	-125.2	MWh	-128.3	MWh
Radiatorer	49.3	MWh	104.3	MWh	92.8	MWh	29.3	MWh	104.3	MWh
Uppvärmningsbehov	97.5	MWh	157.4	MWh	145.9	MWh	29.6	MWh	157.4	MWh
Varmvatten	39.6	MWh	39.6	MWh	39.6	MWh	39.6	MWh	39.6	MWh
Yta Atemp	1318.5	m2	1318.5	m2	1318.5	m2	1318.5	m2	1318.5	m2
Specifik användning	104.0	kWh/m2	128.7	kWh/m2	140.7	kWh/m2	52.4	kWh/m2	38.7	kWh/m2
Med Elanvändning	119.9	kWh/m2	133.7	kWh/m2	145.7	kWh/m2	68.4	kWh/m2	43.7	kWh/m2
Kulvertförluster	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2	0.0	kWh/m2
Specifik simulerad värmeanvändning	106.7	kWh/m2	131.5	kWh/m2	143.5	kWh/m2	55.2	kWh/m2	38.7	kWh/m2
Fortum Spec värmeanvändning	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2	151.1	kWh/m2
Reducering från basfall värmeanv.	45.4	kWh/m2	20.7		8.7		96.9			
Totalt energianvändning inkl. el	122.7	kWh/m2	136.5	kWh/m2	148.5	kWh/m2	71.2	kWh/m2	43.7	kWh/m2
Reducering från basfall totalt	34.5	kWh/m2	20.7	kWh/m2	8.7	kWh/m2	85.9	kWh/m2	113.5	kWh/m2

Tabell 5 - Simuleringsresultat värmepump och frånluftåtervinning

Synålsvägen 4-10		
Post	Inst frånluft VP + lokal VP	
	Energi	Enhet
Tillskott (personer, sol, lägenhetsenergi)	90.1	MWh
Ventilation (självdreg och ofrivillig)	-145.0	MWh
Radiatorer	53.6	MWh
Uppvärmningsbehov	108.4	MWh
Varmvatten	47.2	MWh
Yta Atemp	1572.0	m2
Specifik användning	34.2	kWh/m2
Med Elanvändning	39.2	kWh/m2
Kulvertförluster	0.0	kWh/m2
Specifik simulerad värmeanvändning	34.2	kWh/m2
Fortum Spec värmeanvändning	151.1	kWh/m2
Reducering från basfall värmeanv.	117.9	kWh/m2
Totalt energianvändning inkl. el	39.2	kWh/m2
Reducering från basfall totalt	117.9	kWh/m2
Kvarnbacksvägen 85-87		
Post	Inst frånluft VP + lokal VP	
	Energi	Enhet
Tillskott (personer, sol, lägenhetsenergi)	75.1	MWh
Ventilation (självdreg och ofrivillig)	-123.4	MWh
Radiatorer	49.3	MWh
Uppvärmningsbehov	97.5	MWh
Varmvatten	39.6	MWh
Yta Atemp	1318.5	m2
Specifik användning	34.6	kWh/m2
Med Elanvändning	39.6	kWh/m2
Kulvertförluster	0.0	kWh/m2
Specifik simulerad värmeanvändning	34.6	kWh/m2
Fortum Spec värmeanvändning	151.1	kWh/m2
Reducering från basfall värmeanv.	117.6	kWh/m2
Totalt energianvändning inkl. el	39.6	kWh/m2
Reducering från basfall totalt	117.6	kWh/m2

Tabell 6 – Resultat från analys central värmeproduktion

Brf Norrby Post	Central Vp		Pelletspanna	
	Energi	Enhet	Energi	Enhet
Energibehov uppvärmning	2418.4	MWh	2418.4	MWh
Varmvatten	599.0	MWh	599.0	MWh
Yta Atemp	19966.0	m2	19966.0	m2
Köpt energi	943.4	MWh	3549.8	
Specifik användning	47.2	kWh/m2	177.8	kWh/m2
Med Elanvändning	52.2	kWh/m2	182.8	kWh/m2
Kulvertförluster	2.8	kWh/m2	2.8	kWh/m2
Specifik simulerad värmeanvändning	47.2	kWh/m2	177.8	kWh/m2
Fortum Spec värmeanvändning	151.1	kWh/m2	139.1	kWh/m2
Reducering från basfall värmeanv.	103.9	kWh/m2	-38.7	
Totalt energianvändning inkl. el	52.2	kWh/m2	182.8	kWh/m3
Reducering från basfall totalt	103.9	kWh/m2	-38.7	kWh/m2

Resultat från simulering av bergvärmepumpsinstallationer

Dimensioneringsdata från simuleringar för bergvärmepumpsinstallationerna presenteras i Tabell 7.

Tabell 7 - Resultat från bergvärmepumpssimuleringar

	Central VP	Synålsvägen lokal VP	Kvarnbacksvägen lokal VP
Kompressorenergi	931.6 MWh	67.5 MWh	51.0 MWh
Avgiven Värmeenergi	3012.9 MWh	187.5 MWh	157.4 MWh
Tillskott	11.8 MWh	0.0 MWh	0.0 MWh
Antal borrhål	68 st	5 st	4 st
Aktiv borrhålslängd	257 m/st	212 m/st	214 m
Värmepump max värmeeffekt	791.2 kW	51.4 kW	38.8 kW
Värmepump max tillförd effekt	247.3 kW	18.4 kW	12.5 kW

Sammanställning av resultat

Hur de olika resultaten påverkar energianvändningen för de lokala åtgärdsförslagen presenteras i Tabell 8. I Tabell 9 presenteras utfallet för de två alternativen för centralvärme.

Tabell 8 – Sammanställning av utfall från simuleringar på byggnadsnivå

	Energianvändning [kWh/m ²]	Energianvändning [MWh]	Reducering från basfallet [kWh/m ²]	Reducering från basfallet [%]
Åtgärd - Synålsvägen 4-10				
Basfall (Utgångsläge)	157.1	246.9	-	-
Värmeåtervinning ventilation med värmepump	117.9	185.3	-39.2	-24.9
Tilläggsisolering av fasad	132.0	207.5	-25.1	-16.0
Återvinning av avloppsvärme	137.3	215.8	-19.8	-12.6
Installation av termostatventiler Radiatorer	148.3	233.2	-8.7	-5.6
Tilläggsisolering av vind	152.5	239.8	-4.5	-2.9
Byte av fönster	153.0	240.5	-4.1	-2.6
Byte till mekanisk ventilation	159.4	250.6	2.4	1.5
Samtliga samtidigt	74.0	116.4	-83.0	-52.9
Lokal värmepump	47.9	75.4	-109.1	-69.5
Lokal värmepump med frånluftåtervinning	39.2	61.6	-117.9	-75.1
Åtgärd - Kvarnbacksvägen				
Basfall (Utgångsläge)	157.2	207.2	-	-
Värmeåtervinning ventilation med värmepump	122.7	161.7	-34.5	-22.0
Tilläggsisolering av fasad	131.5	173.4	-25.6	-16.3
Återvinning av avloppsvärme	136.5	179.9	-20.7	-13.2
Installation av termostatventiler Radiatorer	148.5	195.7	-8.7	-5.5
Tilläggsisolering av vind	152.8	201.5	-4.3	-2.8
Byte av fönster	152.9	201.6	-4.3	-2.7
Byte till mekanisk ventilation	164.8	217.2	7.6	4.8
Samtliga samtidigt	71.2	93.9	-85.9	-54.7
Lokal värmepump	43.7	57.6	-113.5	-72.2
Lokal värmepump med frånluftåtervinning	39.6	52.2	-117.6	-74.8

Tabell 9 – Sammanställning av resultat för alternativ central värmeproduktion

	Energianvändning [kWh/m ²]	Energianvändning [MWh]	Reducering från basfallet [kWh/m ²]	Reducering från basfallet [%]
Åtgärd - Brf Norrby				
Basfall (Utgångsläge)	156.1	3117.2	-	-
Central värmepump	52.2	1043.2	-103.9	-66.5
Central pelletspanna	182.8	3749.5	26.7	17.1

Ekonomiska analyser

Hur ekonomin för de olika alternativen ser ut har analyserats genom rak Pay-off och genom en enkel LCC analys. Investeringskostnaden har arbetats fram genom att använda Repab Fakta och genom att använda data från offerter i tidigare projekt. För underhållskostnader har uppskattade värden och värden från Fortum alternativprisanalys används. Kalkylräntan är satt till 5 % och kostnadsökningen är satt till 5 %. Årsmedelpriset för värmeenergi är satt till 900 kr/MWh och för elenergi har 1200 kr/MWh valts. Man kan ha synpunkter på nivåerna för räntor och energipriser men föreningen har uttryckt att en

frikostig approach skall väljas i kalkylerna för att gynna åtgärderna. Samtliga priser och kostnader som anges är utan mervärdesskatt (moms).

LCC analysen är utförd så att nuvärdet av kostnader för åtgärden jämförs med nuvärdet av kostnaderna för alternativet att inte göra något. Detta är en enkel och direkt metod att analysera livscykelkostnaden som är enkel att förstå, vilket är anledningen till att valet föll på denna metod.

Ekonomi - Tilläggsisolering av vindsbjälklag (500 mm lösull)

Beräkningen av kostnaden har tagits från Repab Fakta och ytutgifter är uppskattade utifrån ritningar på byggnaden.

Tabell 10 – Ekonomisk kalkyl för tilläggsisolering av vindsbjälklag

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Tilläggsisolering av vindsbjälklag		Tilläggsisolering av vindsbjälklag	
Vindyta		Vindyta	
Vägg långsida	47 m ²	Vägg långsida	38 m ²
Vägg kortsida	10 m ²	Vägg kortsida	10 m ²
Summa	448 m ²	Summa	361 m ²
Tilläggsisolering enligt REPAB med påslag för 500 mm	300 kr/m ²	Tilläggsisolering enligt REPAB med påslag för 500 mm	300 kr/m ²
Kostnad	134 410 kr	Kostnad	108 300 kr
Reducering av energi	-4.5 kWh/m ²	Reducering av energi	-4.3 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Besparing	-7 MWh	Besparing	-6 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	6 385 kr	Besparing per år	5 161 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	21.1 år	Pay off	21.0 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	50 år	Kalkylperiod	50 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	11 110 063 kr	Nuvärde basfall	9 324 580 kr
Nuvärde efter åtgärd	10 925 221 kr	Nuvärde efter åtgärd	9 174 822 kr
LCC-Värde på åtgärd	184 842 kr	LCC-Värde på åtgärd	149 758 kr

Ekonomi - Tilläggsisolering av fasad (90 mm cellplast)

Beräkningen av kostnaden har tagits från Repab Fakta och ytutgifter är uppskattade utifrån ritningar på byggnaden. Två fall har analyserats, dels hur ekonomin ser ut om man gör åtgärden utan att fasaden är i behov av renovering och dels en analys om fasaden är i behov av renovering. Dvs. när fasaden är i behov av renovering tas endast merkostnaden för tilläggsisolering upp i analysen.

Tabell 11 - Ekonomisk kalkyl för tilläggsisolering av fasad utan renoveringsbehov

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Tilläggsisolering av fasad		Tilläggsisolering av fasad	
Fasadyta		Fasadyta	
Vägg långsida	905 m ²	Vägg långsida	737 m ²
Vägg kortsida	186 m ²	Vägg kortsida	186 m ²
Summa	1092 m ²	Summa	923 m ²
Totalkostnad för fasadrenovering + tilläggsisolering enligt REPAB		Totalkostnad för fasadrenovering + tilläggsisolering enligt REPAB	
Kostnad	1 299 049 kr	Kostnad	1 098 894 kr
Besparing	-25.1 kWh/m ²	Besparing	-25.6 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Reducering av energi	-39 MWh	Reducering av energi	-34 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	35 446 kr	Besparing per år	30 393 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	36.6 år	Pay off	36.2 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	50 år	Kalkylperiod	50 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	11 110 063 kr	Nuvärde basfall	9 324 580 kr
Nuvärde efter åtgärd	10 636 799 kr	Nuvärde efter åtgärd	8 903 840 kr
LCC-Värde på åtgärd	473 264 kr	LCC-Värde på åtgärd	420 741 kr

Tabell 12 - Ekonomisk kalkyl för tilläggsisolering av fasad med renoveringsbehov

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Tilläggsisolering av fasad		Tilläggsisolering av fasad	
Fasadyta		Fasadyta	
Vägg långsida	905 m ²	Vägg långsida	737 m ²
Vägg kortsida	186 m ²	Vägg kortsida	186 m ²
Summa	1092 m ²	Summa	923 m ²
Tilläggskostnad för tilläggsisolering enligt REPAB mot fasadrenovering		Tilläggskostnad för tilläggsisolering enligt REPAB mot fasadrenovering	
Kostnad	240 160 kr	Kostnad	203 157 kr
Besparing	-25.1 kWh/m ²	Besparing	-25.6 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Reducering av energi	-39 MWh	Reducering av energi	-34 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	35 446 kr	Besparing per år	30 393 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	6.8 år	Pay off	6.7 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	50 år	Kalkylperiod	50 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	11 110 063 kr	Nuvärde basfall	9 324 580 kr
Nuvärde efter åtgärd	9 577 910 kr	Nuvärde efter åtgärd	8 008 103 kr
LCC-Värde på åtgärd	1 532 152 kr	LCC-Värde på åtgärd	1 316 477 kr

Ekonomi - Byte av fönster (U-värde från 1.8 till 0.8 W/m².K)

Fönstren i Brf Norrby är av olika modell och för i relativt bra skick. Det man även bör tänka på är att nya välisolerade fönster även dämpar buller och yttertemperaturen på insidan ökar under kalla perioden jämfört med sämre isolerade fönster. Båda dessa faktorer bidrar till ett förbättrat inomhusklimat, den högre yttertemperaturen gör det dessutom möjligt att ha en något lägre sensibel lufttemperatur med samma operativa temperatur.

Tabell 13- Ekonomisk kalkyl för fönsterbyte

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Fönsterbyte		Fönsterbyte	
Antal fönster tvåluft stora	42 st	Antal fönster tvåluft stora	42 st
Antal fönster enluft stora	18 st	Antal fönster enluft stora	12 st
Antal fönster små	36 st	Antal fönster små	12 st
Byte fönster tvåluft Repab	9940 kr/st	Byte fönster tvåluft Repab	9940 kr/st
Byte fönster enluft Repab	6860 kr/st	Byte fönster enluft Repab	6860 kr/st
Byte fönster små Repab	5340 kr/st	Byte fönster små Repab	5340 kr/st
Kostnad	733 200 kr	Kostnad	563 880 kr
Reducering av energi	-4.1 kWh/m ²	Reducering av energi	-4.3 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Besparing	-6 MWh	Besparing	-6 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
	5 774		5 078
Besparing per år	kr	Besparing per år	kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	127.0 år	Pay off	111.0 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	50 år	Kalkylperiod	50 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	11 110 063 kr	Nuvärde basfall	9 324 580 kr
Nuvärde efter åtgärd	11 554 575 kr	Nuvärde efter åtgärd	9 634 571 kr
LCC-Värde på åtgärd	-444 512 kr	LCC-Värde på åtgärd	-309 990 kr

Ekonomi - Ändring från naturlig till mekanisk ventilation

Byta från naturlig till mekanisk ventilation påverkar värmebehovet positivt i detta fall men fläktenergin åter upp den reducerade delen värmeenergi. Istället fås en ökning av energianvändningen med en investering ovanpå det. Därför görs ingen ekonomisk analys av denna åtgärds.

Ekonomi - Installation av värmeåtervinning av frånluft med värmepump

Värmeåtervinning av energi ur frånluften med värmepump kräver en relativt stor arbetsinsats och även en rejäl ekonomisk investering. Tyvärr är det svårt att få en god energiprestanda i en byggnad utan återvinning på ventilationen. För detta exempel är investeringskostnaden svår att uppskatta eftersom kostnaden blir väldigt beroende på hur man får till installationen i byggnaden, rörvägar och anslutning av fläktar samt värmeväxlare.

Tabell 14 - Ekonomisk kalkyl för installation av värmeåtervinning med frånluftsvärmepump

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Värmeåtervinning med frånluftvärmepump		Värmeåtervinning med frånluftvärmepump	
Installation av frånluftyp och kringutrustning	547 000 kr	Installation av frånluftyp och kringutrustning	402 138 kr
Underhåll per år	15 000 kr	Underhåll per år	15 000 kr
Kostnad installation	547 000 kr	Kostnad installation	402 138 kr
Reducering av energi	-39.2 kWh/m ²	Reducering av energi	-34.5 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Besparing	-62 MWh	Besparing	-45 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	55 396 kr	Besparing per år	40 935 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	9.9 år	Pay off	9.8 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	20 år	Kalkylperiod	20 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	4 444 025 kr	Nuvärde basfall	3 729 832 kr
Nuvärde efter åtgärd	4 183 113 kr	Nuvärde efter åtgärd	3 613 269 kr
LCC-Värde på åtgärd	260 912 kr	LCC-Värde på åtgärd	116 563 kr

Ekonomi - Installation av värmeåtervinning av avloppsvärme med värmepump

Investeringskostnaden för ett system att återvinna värme ur avloppsvatten i flerbostadshus är även den svår att uppskatta, delvis eftersom denna typ av installationer inte är vanliga. Kostnaden för själva värmepumpen är enkel att få fram, lika så kostnaden för avloppsvärmeväxlare. Installationskostnaden är den stora osäkerheten då man inte på förhand har kontroll på rörvägar, materialkostnad och installationskostnad.

Tabell 15 - Ekonomisk kalkyl för installation av värmeåtervinning från avloppsvatten

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Värmeåtervinning med avloppsvärmepump		Värmeåtervinning med avloppsvärmepump	
Installation av avloppsvp och kringutrustning	361 500 kr	Installation av avloppsvp och kringutrustning	317 173 kr
Underhåll per år	25 000 kr	Underhåll per år	25 000 kr
Kostnad installation	361 500 kr	Kostnad installation	317 173 kr
Besparing	-19.8 kWh/m ²	Besparing	-20.7 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Reducering av energi	-31 MWh	Reducering av energi	-27 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	27 972 kr	Besparing per år	24 543 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	12.9 år	Pay off	12.9 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	20 år	Kalkylperiod	20 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	4 444 025 kr	Nuvärde basfall	3 729 832 kr
Nuvärde efter åtgärd	4 746 076 kr	Nuvärde efter åtgärd	4 056 155 kr
LCC-Värde på åtgärd	-302 050 kr	LCC-Värde på åtgärd	-326 323 kr

Ekonomi - Installation av termostatiska radiatorventiler

Installation av termostatkroppar på befintliga radiatorventiler är möjlig vilket innebär en signifikant reduktion av investeringskostnaden. Det handlar bara om ett byte av handratten till en ratt med inbyggd termostatisk styrning.

Tabell 16 - Ekonomisk kalkyl för installation av termostatkroppar på befintliga ventiler

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Termostatventiler		Termostatventiler	
Installation av termostatkroppar på radiatorventiler	300 kr/st	Installation av termostatkroppar på radiatorventiler	300 kr/st
Antal radiatorer lgh	78 st	Antal radiatorer lgh	78 st
Kostnad installation	23 400 kr	Kostnad installation	23 400 kr
Reducering av energi	-8.7 kWh/m ²	Reducering av energi	-8.7 kWh/m ²
Yta Åtemp	1572 m ²	Yta Åtemp	1319 m ²
Besparing	-14 MWh	Besparing	-11 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	12 344 kr	Besparing per år	10 324 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	1.9 år	Pay off	2.3 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	15 år	Kalkylperiod	15 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	3 333 019 kr	Nuvärde basfall	2 797 374 kr
Nuvärde efter åtgärd	3 171 254 kr	Nuvärde efter åtgärd	2 665 907 kr
LCC-Värde på åtgärd	161 765 kr	LCC-Värde på åtgärd	131 467 kr

Ekonomi – Alla åtgärder ovan samtidigt

Åtgärder påverkar varandra i olika utsträckning så det är inte korrekt att summera individuella åtgärdsförslag. Utfallet vid en sådan analys blir överskattad. Därför har simulering utförts med samtliga åtgärder ovan utförts.

Tabell 17 - Ekonomisk kalkyl för alla åtgärder ovan samtidigt

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Alla åtgärder		Alla åtgärder	
Installationskostnad Alla åtgärder	3 338 719 kr	Installationskostnad Alla åtgärder	2 716 941 kr
Underhåll per år Alla åtgärder	40 000 kr	Underhåll per år Alla åtgärder	40 000 kr
Kostnad installation	3 338 719 kr	Kostnad installation	2 716 941 kr
Besparing	-83.0 kWh/m2	Besparing	-85.9 kWh/m2
Yta Atemp	1572 m2	Yta Atemp	1319 m2
Reducering av energi	-130 MWh	Reducering av energi	-113 MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	117 448 kr	Besparing per år	101 975 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	28.4 år	Pay off	26.6 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	40 år	Kalkylperiod	40 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	8 888 050 kr	Nuvärde basfall	7 459 664 kr
Nuvärde efter åtgärd	9 128 832 kr	Nuvärde efter åtgärd	7 697 617 kr
LCC-Värde på åtgärd	-240 782 kr	LCC-Värde på åtgärd	-237 952 kr

Byte av uppvärmning från fjärrvärme till lokal värmepump

Ett snabbt sätt att reducera den köpta delen energi är att installera värmepumpar lokalt i byggnaderna. Fördelen att göra det lokalt är att man reducerar distributionsförlusterna som kulvertsystemet bidrar med. Investeringskostnaden för denna åtgärd är beräknad från offerter som analyserats i tidigare projekt.

Tabell 18 - Ekonomisk kalkyl för installation av lokal värmepump

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Lokal värmepump		Lokal värmepump	
Installation av vp och kringutrustning	764 000 kr	Installation av vp och kringutrustning	641 352 kr
Underhåll per år	25 000 kr	Underhåll per år	25 000 kr
Kostnad installation	764 000 kr	Kostnad installation	641 352 kr
Reducering av energi	-109.1 kWh/m ²	Reducering av energi	-113.5 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Besparing	-172 MWh	Besparing	-150 MWh
Elenergi medelpris	1200 kr/MWh	Elenergi medelpris	1200 kr/MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	134 119 kr	Besparing per år	119 370 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	5.7 år	Pay off	5.4 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	20 år	Kalkylperiod	20 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	4 444 025 kr	Nuvärde basfall	3 729 832 kr
Nuvärde efter åtgärd	3 025 648 kr	Nuvärde efter åtgärd	2 483 777 kr
LCC-Värde på åtgärd	1 418 377 kr	LCC-Värde på åtgärd	1 246 055 kr

Ekonomi – Kombination av lokal värmepump och värmeåtervinning av frånluftventilation

Genom att kombinera dessa två åtgärder reduceras både den använda mängden energi genom värmeåtervinning men även den köpta delen energi genom värmepumpen.

Tabell 19 - Ekonomisk kalkyl för installation av lokal värmepump och frånluftåtervinning

Synålsvägen 4-10		Kvarnbacksvägen 85-87	
Lokal värmepump + frånluftvärmepump		Lokal värmepump + frånluftvärmepump	
Installation av vp och kringutrustning	1 311 000 kr	Installation av vp och kringutrustning	1 166 138 kr
Underhåll per år	25 000 kr	Underhåll per år	25 000 kr
Kostnad installation	1 311 000 kr	Kostnad installation	1 166 138 kr
Reducering av energi	-117.9 kWh/m ²	Reducering av energi	-117.6 kWh/m ²
Yta Atemp	1572 m ²	Yta Atemp	1319 m ²
Besparing	-185 MWh	Besparing	-155 MWh
Elenergi medelpris	1200 kr/MWh	Elenergi medelpris	1200 kr/MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh	Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	150 669 kr	Besparing per år	125 838 kr
Energianvändning basfall	247 MWh	Energianvändning basfall	207 MWh
Energikostnad basfall per år	222 201 kr	Energikostnad basfall per år	186 492 kr
Pay off	8.7 år	Pay off	9.3 år
Kalkylränta	5%	Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	20 år	Kalkylperiod	20 år
Kostnadsökning per år	5%	Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	4 444 025 kr	Nuvärde basfall	3 729 832 kr
Nuvärde efter åtgärd	3 241 640 kr	Nuvärde efter åtgärd	2 879 203 kr
LCC-Värde på åtgärd	1 202 385 kr	LCC-Värde på åtgärd	850 629 kr

Ekonomi - Byte av uppvärmning från fjärrvärme till central värmepump

Byte från fjärrvärme till värmepump som energikälla är en intressant åtgärd om man gör analysen utifrån köpt energi. Den ekonomiska kalkylen pekar även den på att det är intressant.

Tabell 20 - Ekonomisk kalkyl för installation av central värmepump

Central värmepump	
Installation av vp och kringutrustning	8 126 250 kr
Underhåll per år	255 658 kr
Kostnad installation	8 126 250 kr
Reducering av energi	-2074 MWh
Yta Atemp	19966 m2
Besparing	2074 MWh
Elenergi medelpris	1200 kr/MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	1 583 542 kr
Energianvändning basfall	3017 MWh
Energikostnad basfall per år	2 715 606 kr
Pay off	5.1 år
Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	20 år
Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	54 312 120 kr
Nuvärde efter åtgärd	35 880 696 kr
LCC-Värde på åtgärd	18 431 424 kr

Ekonomi - Byte av uppvärmning från fjärrvärme till pelletspanna

För att få perspektiv på investeringar så undersöks alternativet att byta ut fjärrvärmen till egen pelletspanna. Eftersom kostnaden för bränslet är betydligt lägre än fjärrvärme så finns det ekonomiska förutsättningarna för detta. Man ska dock inte underskatta underhållsinsatsen som krävs för att få driften att fungera bra över tid.

Tabell 21 - Ekonomisk kalkyl för installation av central pelletspanna

Central pelletspanna	
Installation av pelletspanna och kringutrustning	6 840 000 kr
Underhåll per år	400 000 kr
Kostnad installation	6 840 000 kr
Energibehov pellets	3550 MWh
Yta Atemp	19966 m ²
Pellets medelpris	460 kr/MWh
Värmeenergi medelpris	900 kr/MWh
Besparing per år	1 082 693 kr
Energianvändning basfall	3017 MWh
Energikostnad basfall per år	2 715 606 kr
Pay off	6.3 år
Kalkylränta	5%
Kalkylperiod	20 år
Kostnadsökning per år	5%
Nuvärde basfall	54 312 120 kr
Nuvärde efter åtgärd	47 498 268 kr
LCC-Värde på åtgärd	6 813 852 kr

Slutsatser och diskussion

Man kan konstatera att många av åtgärderna har långa återbetalningstider vilket normalt innebär ett problem när beslut skall tas om vilka åtgärder som skall göras. Skall man nå en reduktion av energianvändningen med 50 % så krävs att man tillåter långa återbetalningstider.

Det finns såklart olika sätt att tackla detta beroende på hur man väljer att arbeta men en sak är säker, väljer man att installera en lokal eller central värmepump så blir det väldigt svårt att få ekonomi i framtida energibesparande åtgärder.

Handlingsplanen borde vara att se till att de väljer åtgärder och skapa ett paket som genomförs. Särskilt intressant bedöms kombinationen av lokal värmepump och frånluftåtervinning vara. Kanske kan ett sådant paket kombineras med tilläggsisolering av fasad och nya termostatventiler till radiatorerna.