



SLUTRAPPORT

Värdering av åtgärder för energieffektivisering och förbättrat inomhusklimat i 1970- talets kulturmiljöer

Mikael Risberg, Sofia Lidelöw, Jennie Sjöholm

Energimyndighetens projektnummer pnr 50976-1



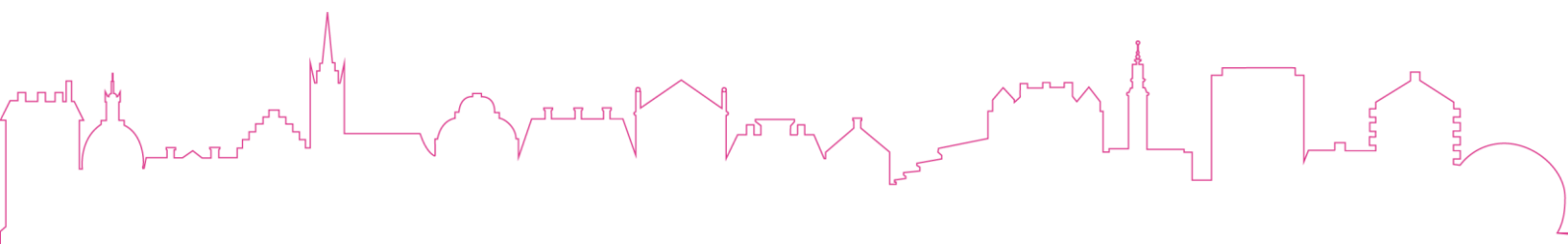
FÖRORD

Spära och bevara är ett forsknings- och utvecklingsprogram som Energimyndigheten initierat för att öka kunskapen om energieffektivisering i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Programmet syftar till att utveckla och förmedla kunskap och tekniklösningar som bidrar till en energieffektivisering i dessa byggnader utan att deras värden och inventarier förstörs eller förvanskas.

Den varsamma energieffektiviseringen ska uppnås genom interdisciplinära samarbeten, där teknik möter kulturvård. Målet är att skapa en bestående kunskapsgrund inom området energieffektivisering i kulturhistoriskt värdefulla byggnader och bidra till en långsiktig, hållbar förvaltning av det äldre fastighetsbeståndet.

Programmet samordnas av Uppsala universitet.

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Energimyndigheten eller Uppsala universitet tar ställning till framförda slutsatser, resultat eller eventuella åsikter.



SAMMANFATTNING

Projektet undersöker och värderar möjliga åtgärder för energieffektivisering och förbättring av inomhusklimat i 1970-talets flerbostadshusområden och hur dessa kan påverka områdets kulturhistoriska och arkitektoniska värden.

Projektet, som genomfördes av Luleå tekniska universitet och Göteborgs universitet i samarbete med det kommunala bostadsbolaget PiteBo, bygger på en fallstudie av två flerbostadshus i Centrumområdet i Piteå, byggda under 1970-talet och representativa för den tidens byggnadsteknik och arkitektur. Området är utpekat i stadens kulturmiljöprogram och byggnaderna kännetecknas av modernistisk arkitektur med fasader av tegel och Plannjaplåt.

Fallstudien omfattar mätningar av energiprestanda, modellering och utvärdering av energieffektiviseringsåtgärder, samt enkäter och workshops med boende. Tre olika scenarier för energieffektiviseringsåtgärder utvecklades, vilka utgjordes av ett "lätt", ett "mellan" och ett "tungt" paket med åtgärder. Det lätta paketet innefattar energieffektiviseringsåtgärder som bedöms ha liten eller ingen påverkan på byggnadernas kulturhistoriska och arkitektoniska värden. Mellan åtgärds paket innefattar mer omfattande åtgärder som bedöms ha viss påverkan på byggnadernas kulturhistoriska och arkitektoniska värden. Tungt åtgärds paket innefattar omfattande åtgärder som bedöms ha stor påverkan på byggnadernas kulturhistoriska och arkitektoniska värden.

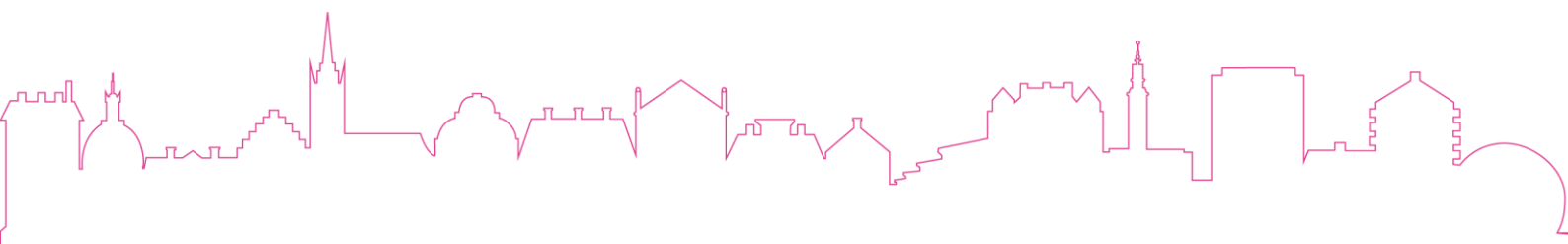
Resultaten visade att lätta åtgärder gav en energibesparing på 16-18% utan att ändra byggnadernas energiklass. Mellanpaketet gav större besparingar och förbättrade energiklassen för trevåningshuset från E till D medan sexvåningshuset behåller samma energiklass D. Tunga åtgärder mer än halverade energianvändningen för uppvärmning och nådde energiklass C.

Inomhusklimatsimuleringar visade förbättringar med mellan och tungt paket, särskilt under vintern, medan påverkan under sommaren var marginell. Ekonomiskt sett kunde inga av paketen finansieras enbart genom framtida energibesparingar.

Projektet bidrar med viktig kunskap om hur energieffektivisering kan genomföras i kulturhistoriskt värdefulla byggnader från 1970-talet, och understryker vikten av att balansera energieffektiviseringar med bevarande av kulturvärden. En utmaning är att byggnadstypen inte självklart uppfattas vara en kulturmiljö, särskilt inte av de boende, även om många uppskattar de byggnadskvaliteter som lyfts fram bl.a. i kulturmiljöprogrammet.

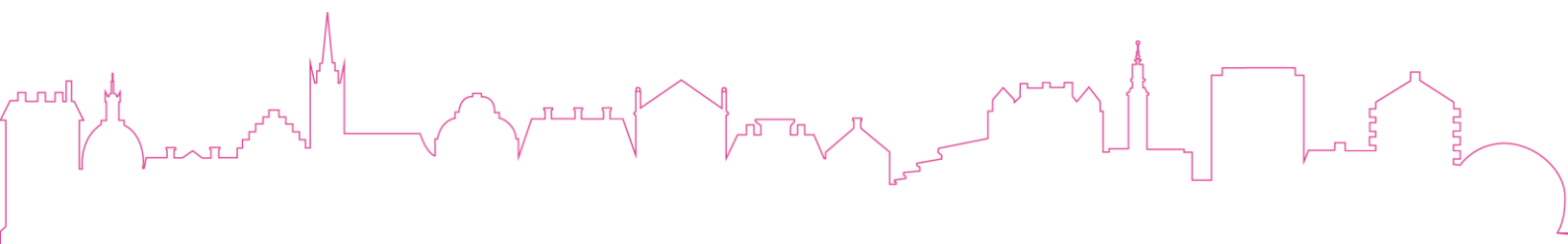
Fortsatta studier föreslås utvidga systemgränserna från enskilda byggnader till hela områden, där redan genomförda energirenoveringar följs upp och utvärderas. Fallstudier kan vara sådana där olika åtgärder har valts och implementerats i flera i grunden liknande byggnader.

Nyckelord: Kulturhistorisk bebyggelse, miljonprogrammet, energianvändning, inomhusklimat, kostnader, arkitektur, kulturvärden



INNEHÅLL

1.	INLEDNING OCH BAKGRUND	5
1.1	BAKGRUND	5
1.2	SYFTE OCH MÅL.....	6
1.3	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING	6
2.	GENOMFÖRANDE.....	7
2.1	Tre scenarier för energieffektivisering	7
3.	RESULTAT.....	8
3.1	Energianvändning.....	8
3.2	Inomhusklimat	9
3.3	Ekonomi	9
3.4	Kulturvärden	10
3.5	Boendeperspektiv	11
4.	MÖJLIGA STÄLLNINGSTAGANDEN INFÖR VAL AV ÅTGÄRDER.....	12
4.1	Två studerade byggnader	12
4.2	Åtgärds paket – tre scenarier	14
4.3	Värdering av åtgärder och åtgärds paket	15
5.	DISKUSSION	18
5.1	Jämförelse med andra studier gällande energi, inomhusklimat & kostnader	18
5.2	Jämförelse med andra studier gällande arkitektur, kulturvärden & boendeperspektiv	19
5.3	Behov av vidare studier	19
6.	SLUTSATSER	21
7.	PUBLIKATIONS LISTA	22
7.1	Publikationer.....	22
7.2	Presentationer	22
8.	REFERENSER.....	23
8.1	Otryckta källor.....	23
8.2	Tryckta källor och litteratur	23



1. INLEDNING OCH BAKGRUND

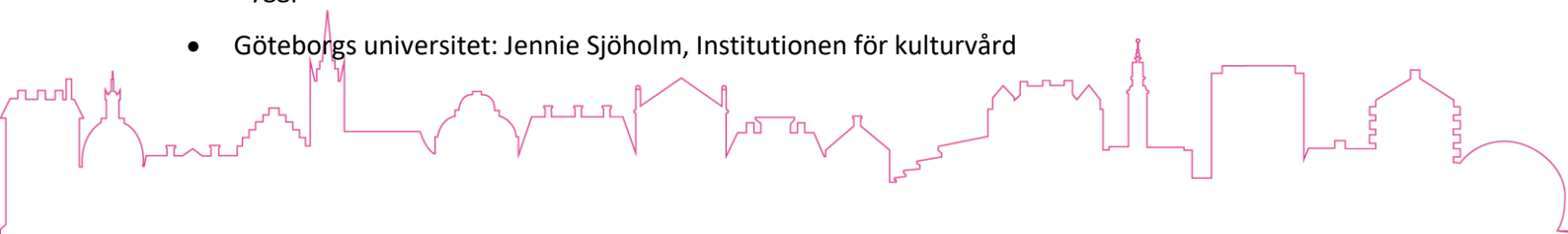
1.1 BAKGRUND

En stor del av Sveriges bostadsbestånd byggdes under efterkrigstiden, inte minst som en del av det så kallade miljonprogrammet, där en miljon bostäder skulle byggas 1965-1974 för att komma till rätta med den rådande bostadsbristen. Ca $\frac{2}{3}$ av bostäderna utgörs av flerbostadshus. I detta bostadsbestånd finns idag ett stort renoveringsbehov och samtidigt en stor energibesparingspotential. För att uppnå svenska och internationella hållbarhetsmål krävs en medveten och långsiktig förvaltning av dessa bostadsmiljöer, som måste hanteras lokalt. Bebyggelsen är en del av det moderna samhällets kulturarv, ett programområde Riksantikvarieämbetet började arbeta med under tidigt 2000-tal, och omfattas av Plan- och bygglagens varsamhetskrav, vilket kan påverka tillämpningen av de tekniska egenskapskraven vid renoveringar. Miljonprogrammets betydelse som kulturmiljö är emellertid inte självklar. Bebyggelsen är "halvgammal" och betraktas inte alltid som bevarandevärd, så som äldre bebyggelse ofta görs idag, även om den ofta uppskattas av de boende och pekas ut av myndigheterna som kulturhistoriskt värdefull i olika sammanhang. Det behövs därför mer kunskap dels om hur den här typen av kulturmiljöer värderas av olika aktörer och intressenter, dels om relevanta förhållningssätt vid val av åtgärder, material och metoder vid renoveringar.

Tidigare studier rörande energieffektiviseringsåtgärder och inomhusklimat i 1970-talsbebyggelse har i hög grad handlat om energianvändning, kostnader och i viss mån inomhusmiljö, exempelvis Kristoffersson et al. (2017) som studerade användning av värmeåtervinning och La Fleur (2019) som utvärderade olika åtgärder för energirenovering. Även forskning om energieffektivisering av kulturhistoriska byggnader har fokuserat på effekter på energianvändningen, medan åtgärdernas påverkan på kulturhistoriska och arkitektoniska värden har diskuterats i betydligt mindre omfattning (Lidelöw et al. 2018). Vidare har tidigare studier som belyser vilken påverkan olika åtgärder har på bebyggelsens kulturhistoriska värden framför allt behandlat byggnader uppförda före 1945. Miljonprogrammets historiska värden förknippas bland annat med att bebyggelsen var en del av det svenska välfärdsbygget och ett uttryck för den framtidsoptimism som rådde, med fokus på höjd bostadsstandard och trafikseparerade, säkra och barnvänliga utemiljöer. Byggnadstekniskt karaktäriseras bebyggelsen av ett industrialiserat byggande med förtillverkade byggnadsdelar, som präglas av tidens uppskattning av nya material (Melchert 2006). Tidigare undersökningar visar att 1970-talets bebyggelse allt mer har kommit att uppfattas som kulturmiljöer, även om den ofta saknar ett formellt skydd, och det är otydligt hur den kan och bör hanteras i den kommunala planeringen (Sjöholm & Nilsson 2019).

Projektet "Värdering av åtgärder för energieffektivisering och förbättrat inomhusklimat i 1970-talets kulturmiljöer" genomfördes 2021 – 2024, med Luleå tekniska universitet som huvudman. Det finansierades av Energimyndigheten, genom forskningsprogrammet Spara och bevara, och genomfördes i samverkan med det kommunala bostadsbolaget PiteBo. Deltagande forskare i projektet var:

- Luleå tekniska universitet: Mikael Risberg, Energiteknik, samt Sofia Lidelöw och Petter Lundqvist, Byggproduktion och teknik
- Göteborgs universitet: Jennie Sjöholm, Institutionen för kulturvård



1.2 SYFTE OCH MÅL

Projektet syftade till att undersöka möjliga åtgärder för energieffektivisering och förbättring av inomhusklimat i ett typiskt flerbostadshusområde från 1970-talet.

Målet var att identifiera möjligheter att genomföra dessa åtgärder på ett sätt som bevarar de kulturhistoriska och arkitektoniska värdena, baserat både på professionella bedömningar och på de boendes perspektiv på dessa värden.

1.3 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNING

Fallstudie Centrumområdet

Projektet bygger på en fallstudie av Centrumområdet i centrala Piteå, i Norrbottens län, tidigare kallat Zonområdet. Området utgörs av ca 500 hyreslägenheter i 3- och 5/6-våningshus med i huvudsak äldre boende. Det byggdes under början av 1970-talet, där så kallad zonexpropriering tillämpades för att möjliggöra storskalig nybyggnation i den gamla stadsplanen. Centrumområdet är överlag välskött, och fastighetsförvaltaren arbetar aktivt med underhåll och att genomföra insatser gällande förbättring av energiprestanda.

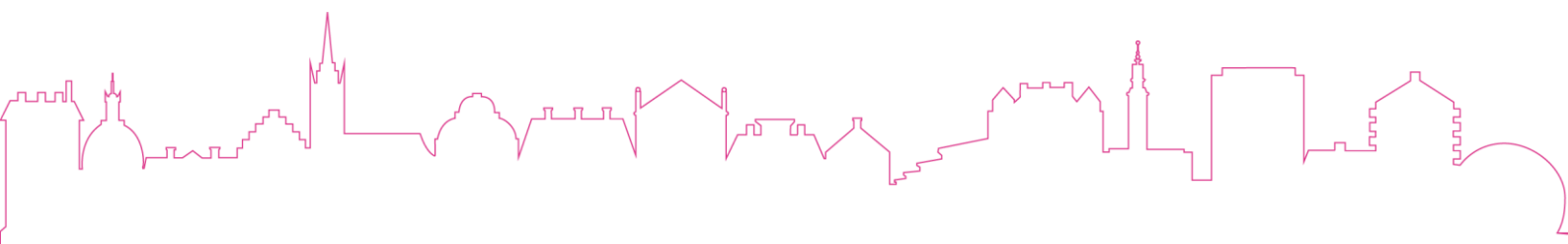
Området bedömdes vara intressant att studera då det dels är arkitektoniskt och byggnadstekniskt representativt för 1970-talets flerbostadsbebyggelse, dels är utpekad i Piteå kommuns kulturmiljöprogram. Byggnaderna präglas av modernismens stilideal, med fasader av tegel och Plannjaplåt och med tidstypisk färgsättning. I kulturmiljöprogrammet (<https://webgis.it.pitea.se/husera/>) framhålls bland annat att det är viktigt att byggnaderna underhålls på ett sådant sätt att dess kulturhistoriska och arkitektoniska värden inte går förlorade.

Fokus och avgränsningar

Fallstudien omfattar detaljstudier av två flerbostadshus inom Centrumområdet, där flera metoder användes: mätning av befintlig energiprestanda; modellering av energieffektiviseringspotential och inomhusklimat; utvärdering av installations- och byggnadstekniska åtgärder med modellering och analys av olika scenarier; enkätundersökning och workshop om boendes syn på boendemiljön; intervju med stadsarkitekt och litteraturstudier. Energianvändning och inomhusklimat analyserades för de två utvalda flerbostadshusen och omfattade därmed inte hela området.

Att husen är lokaliserade i Piteå, som har ett subarktiskt klimat, innebär bland annat en årlig medeltemperatur som är cirka 3 grader lägre än medeltemperaturen i Sverige och uppvärmning via fjärrvärme med ett relativt lågt pris (ca 24% billigare fjärrvärme än medelpriset i Sverige; Nils Holgersson Rapporten, 2023).

När projektet inleddes pågick Covid 19-pandemin, vilket innebar begränsningar i genomförandet jämfört med ursprunglig plan. Framförallt ändrades upplägget så att istället för flera workshops med boende över tid genomfördes en workshop i slutskedet av projektet.



2. GENOMFÖRANDE

Arbetet genomfördes genom fyra arbetspaket:

- Mäta, beräkna och modellera inomhusklimatet och energianvändningen i ett trevåningshus och ett sexvåningshus inom området.
- Undersöka vilka installations- och byggnadstekniska åtgärder som kan förbättra inomhusklimatet, minska energianvändningen och samtidigt vara ekonomiskt försvarbara.
- Undersöka hur olika aktörer och intressenter värderar 1970-talets kulturmiljöer generellt, och bedömer att Centrumområdets kulturhistoriska och arkitektoniska värden påverkas specifikt av åtgärder som föreslås i arbetspaket.
- Modellera olika scenarier som bygger på identifierade åtgärder och tolkningar av hur de påverkar kulturvärdena.

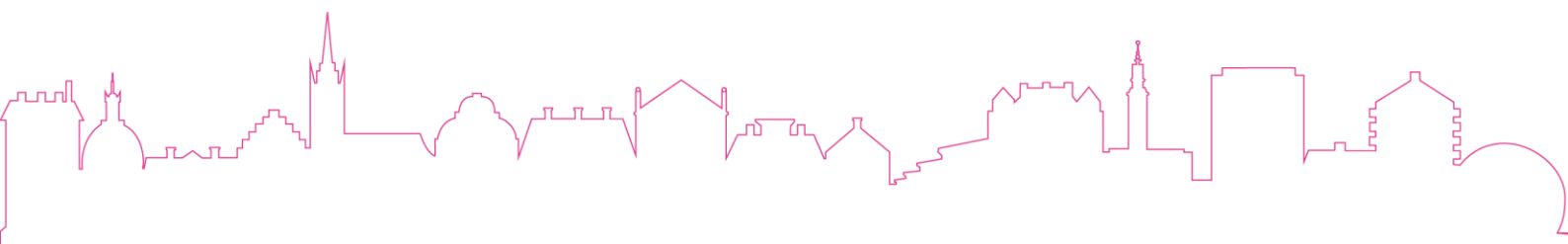
2.1 Tre scenarier för energieffektivisering

För att bedöma på vilket sätt och i vilken omfattning olika installations- och byggnadstekniska åtgärder påverkar möjligheterna till energieffektivisering, förbättrat inomhusklimat, och bevarande av kulturvärden, samt med en uppskattning om de kan vara kostnadseffektiva, har tre olika scenarier tagits fram som underlag för modellering och för att diskutera vid en workshop med de boende. Dessa utgjordes av ett "lätt", ett "mellan", och ett "tungt" paket med energiåtgärder:

- **Lätt åtgärds paket** innefattar energieffektiviseringsåtgärder som bedöms ha liten eller ingen påverkan på byggnadernas kulturhistoriska och arkitektoniska värden. Åtgärderna kan genomföras utan evakuering och med minimal störning för boende.
- **Mellan åtgärds paket** innefattar mer omfattande åtgärder som bedöms ha viss påverkan på byggnadernas kulturhistoriska och arkitektoniska värden. Graden av påverkan är avhängigt materialval och utformning av detaljlösningar. Boende kommer inte att behöva evakueras under åtgärdsarbetet, men störningar kan förväntas då fasadelement monteras och balkonger glasas in.
- **Tungt åtgärds paket** innefattar omfattande åtgärder som bedöms ha stor påverkan på byggnadernas kulturhistoriska och arkitektoniska värden. Det tunga paketet studeras som en kontrast till lätt- och mellanpaketen. Boende kommer sannolikt att behöva evakueras under tiden balkonger byggs om, medan andra åtgärder som fönsterbyte och montage av fasadelement kan vara möjliga att genomföra med kvarboende i husen.

De enskilda energiåtgärderna som ingår i åtgärds paketen beskrivs och diskuteras mer utförligt i avsnitt 4.2 i denna rapport.

I Bilaga A beskrivs metoder som använts för att utvärdera de enskilda åtgärderna och åtgärds paketen utifrån perspektiven energianvändning, inomhusklimat, ekonomi, kulturvärden och boende.



3. RESULTAT

3.1 Energianvändning

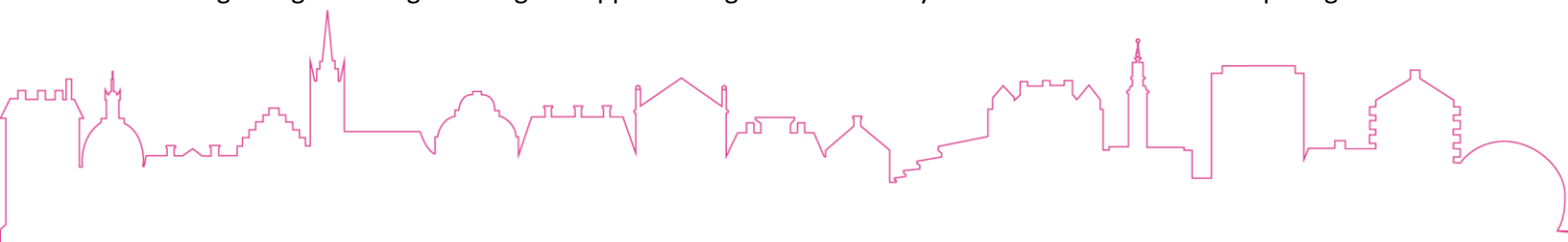
Beräknad energianvändning för uppvärmning, primärenergital och motsvarande energiklass till följd av de olika åtgärds paketerna för ett skivhus med tre våningar (Hus 22) och ett lamellhus med sex våningar (Hus 24) presenteras i Tabell 1. Paketerna leder till ungefär lika stor procentuell värmebesparing för båda byggnader. Det lätta åtgärds paketet ger en begränsad besparing i uppvärmningsenergi (16-18%) och oförändrad energiklass. Mellanpaketet leder till större besparingar och att energiklassen för trevåningshuset förbättras från E till D, medan sexvåningshuset behåller energiklass D. Det är endast med det tunga paketet som byggnaderna når energiklass C, vilket motsvarar nybyggnadskraven för flerbostadshus enligt dagens byggregler (75 kWh/m² och år; BBR, 2020). Det tunga paketet mer än halverar användningen av energi för uppvärmning.

Tabell 1. Beräknad energianvändning för uppvärmning, primärenergital och motsvarande energiklass för basfallet och till följd av de olika åtgärds paketerna för de två flerbostadshusen.

Åtgärdspaket	Energi för uppvärmning (kWh/m ² ,år)		Primärenergital, EP _{pet} (kWh/m ² ,år)	Energiklass
<i>Hus 22, 6 våningar</i>				
Basfall	60,7	-	101	D
Lätt	50,9	-16%	90	D
Mellan med öppna balkonger	45,4	-25%	84	D
Mellan med inglasade balkonger	38,6	-36%	77	D
Tung	25,0	-59%	66	C
<i>Hus 24, 3 våningar</i>				
Basfall	69,4	-	114	E
Lätt	57,2	-18%	100	D
Mellan med öppna balkonger	49,8	-28%	92	D
Mellan med inglasade balkonger	45,5	-34%	87	D
Tung	32,6	-53%	75	C

Hus 24 har 13% högre energianvändning för uppvärmning per kvadratmeter än Hus 22 redan i basfallet, vilket främst beror på att Hus 24 har mindre uppvärmd boyta i relation till byggnadsvolym och omslutande area. Separat data för radiatorkrets och värmebatteri visar att skillnaden uppstår i radiatorkretsen, det vill säga den primära uppvärmningen. Inomhustemperaturer visar ingen avvikelse mellan husen. Skillnaden i värmeenergianvändning leder till olika primärenergital och därmed också olika energiklasser för husen.

I Bilaga B, Tabell B1, presenteras beräkningsresultat för olika enskilda åtgärder som ingår i basfallet och i åtgärds paketerna. Av de åtgärder som fastighetsägaren redan implementerat (som ingår i basfallet), visar resultaten att konverteringen från FT till FTX gav den största besparingen - en ungefärlig halvering av energi för uppvärmning. Även fönsterbytet ledde till stora värmebesparingar

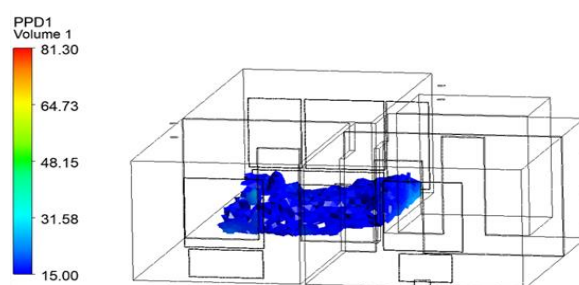


(33-40%). Inglasning av balkonger kan också ha bidragit med betydande besparingar, medan byte av entrépartier bedöms ha haft marginell påverkan.

Av åtgärderna i undersökta paket är det tilläggsisolering av ytterväggar och byte till effektivare FTX-aggregat som skulle leda till störst värmebesparing (7-30% vardera). Tilläggsisolering av källarmur och vindsbjälklag, samt fönsterbyte, skulle minska energin för uppvärmning med 4-9%. Resultaten för de två husen liknar varandra. Dock har åtgärder på ytterväggar, fönster och FTX något större effekt på sexvåningshuset, medan åtgärder som berör vind och grund ger relativt sett större värmebesparing för trevåningshuset där dessa byggdelar utgör en större andel av den omslutande arean.

3.2 Inomhusklimat

Resultat från simuleringar av inomhusklimatet i en lägenhet under vintern visar på ett bra termiskt inomhusklimat för alla tre paketen. Undantaget är ett område i vardagsrummet där simuleringarna visar på ett område med PPD (predicted percentage of dissatisfied) över 15%, där boende kan uppleva ett dåligt inomhusklimat, vilket kan ses i Figur 1 för det lätta paketet. En jämförelse mellan resultaten för de olika paketen visar att området med dåligt inomhusklimat är mindre för mellan och tunga paketen.



Figur 1. Termiskt inomhusklimat vid lätt åtgärdspaket, vinterfall.

Simuleringar av inomhusklimatet under sommaren visar på höga PPD värden och att boende kan uppleva det varmt, vilket man kan förvänta sig för lägenheter utan aktivt kylsystem och inomhustemperaturen på omkring 28 °C. Sammanfattningsvis visar simuleringarna att de olika åtgärdspaketen har störst effekt på inomhusklimatet under vintern, medan deras påverkan under sommaren är väldigt begränsade och alla paketen uppvisar liknande inomhusklimat. För ytterligare resultat och figurer, se Bilaga C.

3.3 Ekonomi

Beräknade investeringskostnader, energikostnadsbesparingar och livscykelkostnader över 50 år för de olika åtgärdspaketen presenteras Tabell 2. Resultaten för båda byggnader visar att investeringskostnaderna ökar mer än energikostnadsbesparingen när man går från lätt till tungt paket för båda byggnaderna. Inget av paketen kan finansieras enbart genom framtida kostnadsbesparingar.

Tabell 2. Beräknade investeringskostnader, energikostnadsbesparingar och livscykelkostnader över 50 år för basfallet och till följd av de olika åtgärds paketerna för de två flerbostadshusen.

Åtgärds paket	Hus 22, 6 våningar			Hus 24, 3 våningar		
	Nuvärde investering (kr/m ²)	Nuvärde kostnadsbesparing (kr/m ²)	Livscykelkostnad (kr/m ²)	Nuvärde investering (kr/m ²)	Nuvärde kostnadsbesparing (kr/m ²)	Livscykelkostnad (kr/m ²)
Basfall	0	0	0	0	0	0
Lätt	232	-153	79	288	-191	97
Mellan med öppna balkonger	550	-292	258	599	-307	292
Mellan med inglasade balkonger	695	-346	349	727	-375	352
Tung	1890 *	-559	1331	1767 *	-577	1190

* Exklusive kostnad för nya, utanpåliggande balkonger som inte leder till någon energikostnadsbesparing.

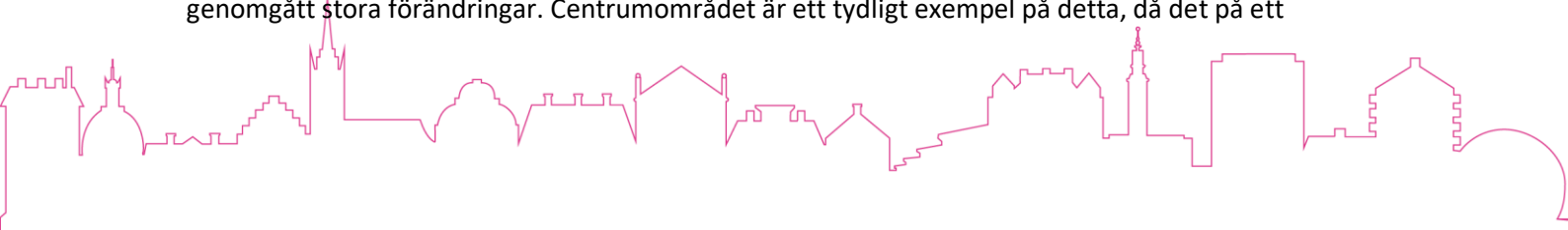
I Bilaga B, Tabell B2, presenteras beräknade kostnader för olika enskilda åtgärder som ingår i basfallet och i åtgärds paketerna. Tilläggsisolering av vindsbjälklagen är den enda åtgärden för vilken energikostnadsbesparingen överstiger investeringskostnaden för båda hus, även om den inte minskade värmebehovet med mer än ca 5%. För Hus 24 bär sig även inglasning av balkonger. För alla andra enskilda åtgärder överstiger investeringen det man sparar över 50 år. För inglasning av balkonger, isolering av källarmur och byte till effektivare FTX-aggregat är dock skillnaden mellan investering och besparing liten (<90 tkr över 50 år). Kostsamma åtgärder, särskilt fönsterbyte men även tilläggsisolering av ytterväggar, är svåra att finansiera genom framtida kostnadsbesparingar. Detta trots att åtgärder på ytterväggar gav störst energibesparingar av alla åtgärder (se Bilaga B, Tabell B1). Eftersom befintliga fönster redan har relativt god energiprestanda ger bytet till ännu bättre fönster en relativt liten värmebesparing och små framtida kostnadsbesparingar.

Ovan redovisade resultat gäller vid en kalkylränta på 6 %. En lägre kalkylränta främjar investeringar som långsiktigt leder till besparingar eftersom framtida kostnader värderas högre i LCC-beräkningen (Gluch, 2014). Resultat för beräknad livscykelkostnad vid kalkylräntor mellan 4-8% som presenteras i Bilaga B, Figur 14 och 15, visar att det lätta paketet ligger nära 0 kr/m² med den lägre kalkylräntan.

3.4 Kulturvärden

Centrumområdet pekades ut som särskilt värdefullt i Piteå kommuns kulturmiljöprogram under början av 2000-talet, då det utgör en del av den stadsomvandling som inleddes under 1960-talet och i Piteå. Det ligger i anslutning till en kulturmiljö av riksintresse som omfattar Storgatan och Rådhusorget, som i sin tur är utpekad för att det är en stadsmiljö som visar 1600-talets stadsplanering med en förindustriell och småskalig träbebyggelse (se även Elmén Berg & Sjöholm 2020, Sjöholm & Elmén Berg 2022). Kontrasten mellan centrumområdet och den småskaliga träbebyggelsen påverkar planering och bygglovshandling i centrumområdet, men medför också en ambivalens i värderingen av centrumområdets kulturvärden. Detta märktes också i undersökningen av de boendes perspektiv på boendemiljön som presenteras nedan.

Den äldre stadsbebyggelsen, som representerar trästaden Piteå, värderas högt men har också genomgått stora förändringar. Centrumområdet är ett tydligt exempel på detta, då det på ett



genomgripande sätt förändrade såväl stadsbilden som stadsstrukturen. Såväl gatunät som tomtstruktur förändrades. Byggnaderna är i en helt annan skala och präglade av helt andra material. Även om materialen var delvis lokala så uppfattas arkitekturen som mer generisk och blir inte identitetsskapande för Piteå på samma sätt som exempelvis miljön kring Rådhusorget.

Centrumområdet uppfattas emellertid, förutom som ett tidstypiskt exempel på det som byggdes under miljonprogrammet, som arkitektoniskt välgestaltat med kvaliteter som bör bibehållas. Till varsamhetskraven tillkommer aspekter på hållbarhet och avvägningar som behöver göras vid eventuella förändringar. Energieffektivisering är en aspekt, men minskad resursanvändning överlag med mindre byggavfall är en fråga som uppmärksammas i större utsträckning och där renovering och återbruk kan vara ännu en aspekt som vägs in.

Till de egenskaper som förknippas med centrumområdets kulturvärden hör byggnadernas volymer, placering, och fasader; de bilfria innergårdarna med grönska och mötesplatser; lägenheternas planlösning. Byggnadsfasaderna och dess färgsättning har en stor betydelse för intrycket av området. Här är materialen en viktig del, där plannjaplåten, teglet, och fönsterbanden är betydelsefulla delar, och detaljer som fönster och dörrar utgör en del i helheten.

Betraktningssavståndet är en faktor som behöver belysas vid eventuella förändringar. Det kan vara en svårighet att hitta likvärdiga material att ersätta de befintliga med, men materialverkan och detaljlösningar är viktiga för att bibehålla och eventuellt förstärka områdets kulturvärden. Lösningar som kan vara acceptabla om betraktade på håll, kan uppfattas annorlunda på nära håll och när man rör sig i området.

Se Bilaga D för mer detaljerade beskrivningar och ytterligare resultat.

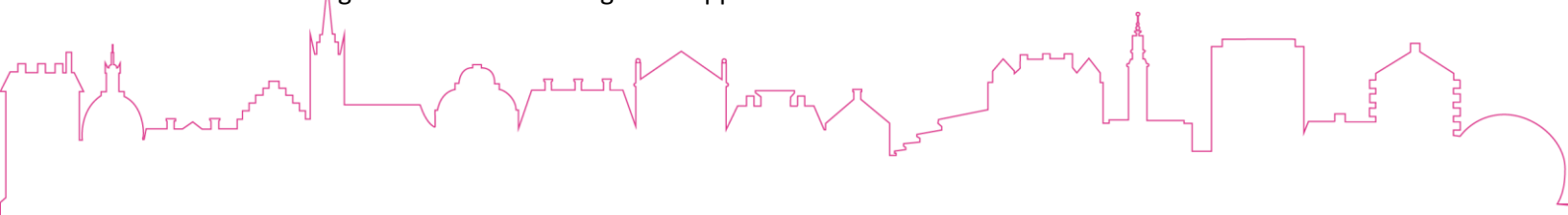
3.5 Boendeperspektiv

Boendes syn på området och lägenheterna undersöktes dels genom en enkätundersökning (se sammanställning i Bilaga E, och exempel på frisvar i Bilaga F), dels genom en workshop. Såväl uppfattningar om kulturhistoriska och arkitektoniska värden som upplevelsen av inomhuskomforten omfattades av undersökningen.

En sammantagen tolkning av enkätundersökningen och workshoppen, är att de boende har fler och starkare åsikter om områdets boendekomfort än om dess kulturvärden. Detta framträder inte minst i enkätundersökningens frisvar. Uppfattningarna går också isär både vad gäller boendekomfort och kulturvärden.

När det gäller inomhusklimatet och komforten, så upplever många problem med kyla, drag, dålig ventilation, lyhördhet, och på sommaren värme. Det gäller inte alla, och de boende resonerar själva om att komforten beror på i vilken av byggnaderna de bor, och var i huset lägenheten är belägen.

När det gäller kulturhistoriska och arkitektoniska värden, så uppfattar många att det finns värden i den här typen av områden, och fler än hälften uppskattar de egenskaper som lyfts fram i kommunens kulturmiljöprogram. Samtidigt så är det många som inte uppskattar byggnadernas estetik. Det finns också här en ambivalens mellan de värden och kvaliteter som uppfattas i Centrumområdet, och den bebyggelse som revs för att ge plats åt detta, och som representerade den småskaliga trästaden som många förknippar med Piteå.



4. MÖJLIGA STÄLLNINGSTAGANDEN INFÖR VAL AV ÅTGÄRDER

4.1 Två studerade byggnader

De två detaljstuderade flerbostadshusen är belägna i Centrumområdet, kvarteret Garveriet, mittemot varandra på samma gårdsplan. Det ena, benämnt Hus 22, är ett skivhus med 2 895 m² uppvärmd area (A_{temp}), 34 lägenheter och sex våningar, se Figur 2. Det andra, benämnt Hus 24, är ett lamellhus med 1 645 m² A_{temp} , 18 lägenheter och tre våningar, se Figur 3.

Båda husen har indragna balkonger på långsidorna. Skivhuset har även utanpåliggande balkonger på kortsidorna, se Figur 2. Balkongerna är i sitt originalutförande inte inglasade, men med tiden har många hyresgäster valt att glasa in sina balkonger. De ursprungliga tvåglasfönsterna byttes ut till treglasfönster kring år 2013.



Fasad mot nordväst (mot innergården)



Fasad mot sydost



Sektion genom balkong

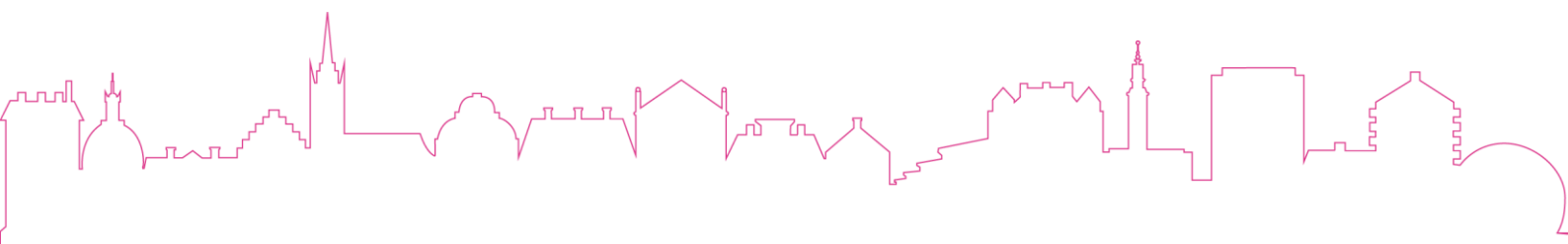


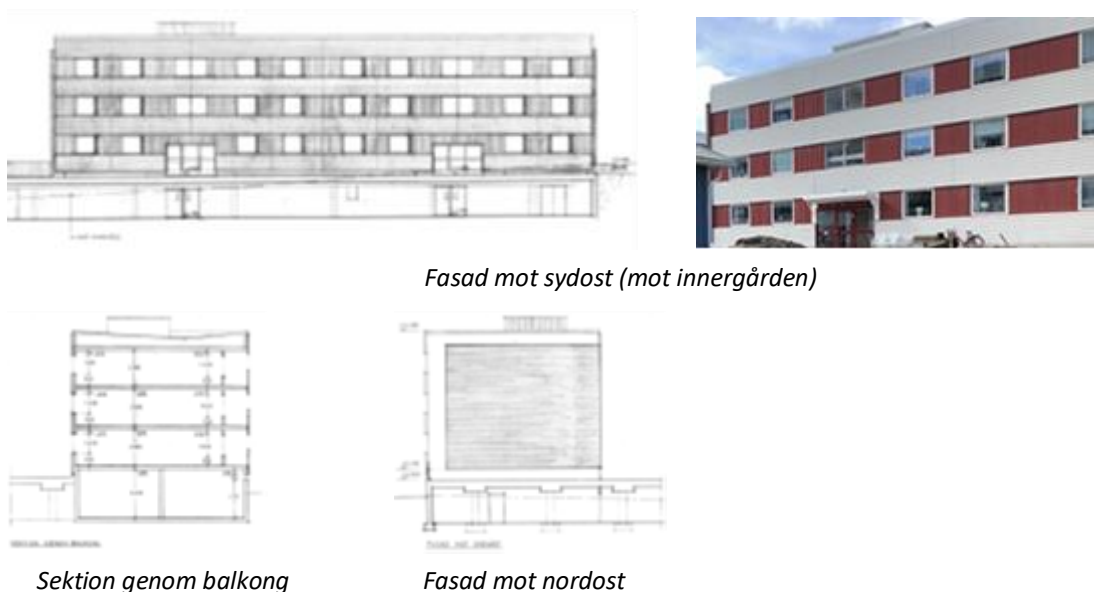
Fasad mot sydväst



Snitt utanpåliggande balkong

Figur 2. Skivhus (höga lamellhus) med bokhylllestomme (Hus 22). Foto: PiteBo



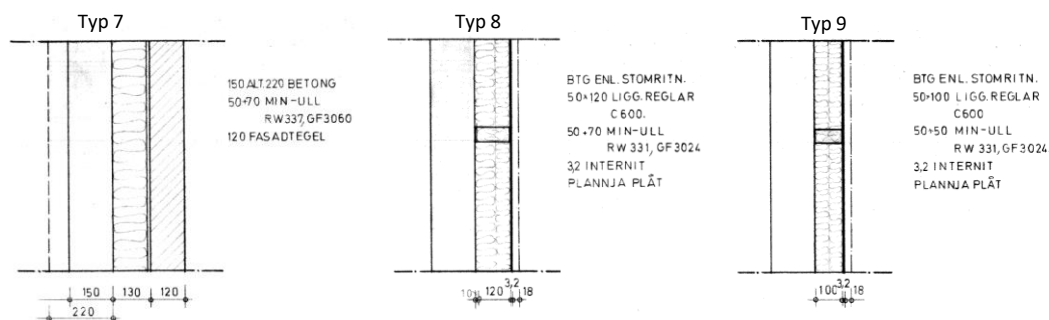


Figur 3. Lamellhus med bokhyllestomme (Hus 24). Foto: PiteBo

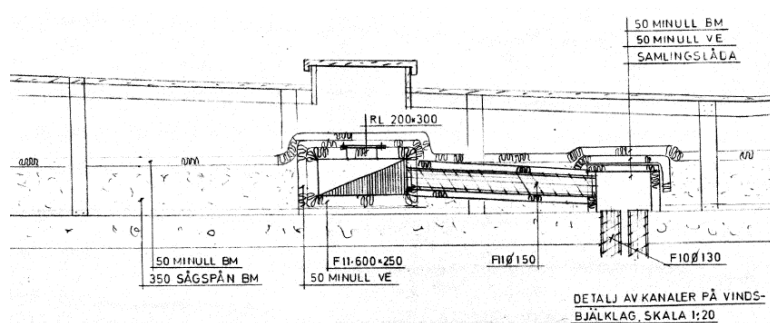
Uppvärmning sker huvudsakligen med fjärrvärme från Piteås lokala fjärrvärmenät som distribueras via vattenburna radiatorer i lägenheterna. Därtill tillförs värme via mekanisk från- och tilluftsventilation med förvärmad tilluft. System för värmeåtervinning ur frånluften installerades 2007–2008.

Konstruktionsmässigt är båda hustyperna byggda med en bokhyllestomme i betong med gavlar (se Typ 7 i Figur 4) och tvärgående innerväggar som bärande delar. Stommen kompletteras med utfackningsväggar med träreglar längs långsidor och vid balkongpartierna (se Typ 8 och 9 i Figur 4). Ytterväggarna är isolerade med 120 mm mineralull, förutom i balkongpartierna där isoleringen är 100 mm tjock. Fasadmaterialen utgörs av Plannjaplåt, sandat framnästegel, och fibercementskivor.

Husen är byggda med källare utförd med källarytterväggar av 200 mm betong och 150 mm leca på betongplatta. Sockeln ovan mark är putsad med waskolitputs. Taket är ett svagt lutande motfallstak uppbyggt av trätakstolar med invändig takavvattning och ytskikt av papp. Det översta bjälklaget (se Figur 4) är isolerat med 350 mm spånfyllning och 50 mm mineralullsmatta.



Ytterväggar: Typ 7 med fasadtegel och bärande betongskivor längs kortsidor, typ 8 med plåtfasad som är infäst i bärande mellanväggar och stödpelare i betong längs långsidor och typ 9 med plåtfasad vid balkonger.



Översta bjälklaget med 350 mm sågspånsisolering

Figur 4. Byggnadstekniska lösningar för ytterväggar och vindsbjälklag i de studerande husen.

4.2 Åtgärdspaket – tre scenarier

I projektet utvecklades och analyserades tre olika åtgärdspaket för olika nivåer av energirenovering. Paketerna omfattar olika kombinationer av åtgärder, vilka beskrivs nedan.

”Lätt åtgärdspaket”

I det lätta paketet ingår två åtgärder:

- Tilläggsisolera vindsbjälklaget 200 mm lösull av träfiber på befintligt vindsbjälklag.
- Byta till ett FTX-aggregat med högre värmeåtervinningsgrad än det nuvarande (B1), som installerades för drygt 15 år sedan. Det nuvarande aggregatets värmeåtervinningsgrad uppskattades till 60% baserat på genomförda energisimuleringar av byggnaderna, medan ett nytt FTX-aggregat uppskattades av en värmeåtervinningsgrad på 80%. Som referens (B2) simulerades även byggnadernas energiprestanda med 0% värmeåtervinningsgrad från frånluften.

”Mellan åtgärdspaket”

Mellanpaketet omfattar åtgärd A och B enligt lätt åtgärdspaket, samt:

- Tilläggsisolera ytterväggar med utvändiga fasadelement med 80 mm mineralullsisolering på långsidor och 50 mm mineralullsisolering vid balkonger. Den befintliga plåtfasaden demonteras, målas i ursprunglig färgskala och återmonteras.

- D. Byta till entrépartier med lägre U-värde (D1). Befintliga entrépartier bedöms vara utbytta för 10-20 år sedan och ha ett U-värde på 1,2 W/m²K. Med åtgärden simuleras möjlig energibesparing från att, när man ändå byter, välja nya partier med ännu lägre U-värde (0,8 W/m²K). Som referens (D2) simulerades även byggnadernas energiprestanda med originalpartier, som uppskattades ha ett U-värde på 2,7 W/m²K.
- E. Inglasning av balkongerna på byggnaderna. I verkligheten har en del balkonger redan glasats in av hyresgäster. För att uppskatta hur byggnadernas energiprestanda påverkas av inglasade balkonger simulerades byggnadernas energiprestanda med öppna balkonger utan inglasning i basfallet och med samtliga balkonger inglasade enligt åtgärd E.

”Tungt åtgärdspaket”

Det tunga paketet omfattar åtgärd A, B och D enligt lätt och mellan åtgärdspaket, samt:

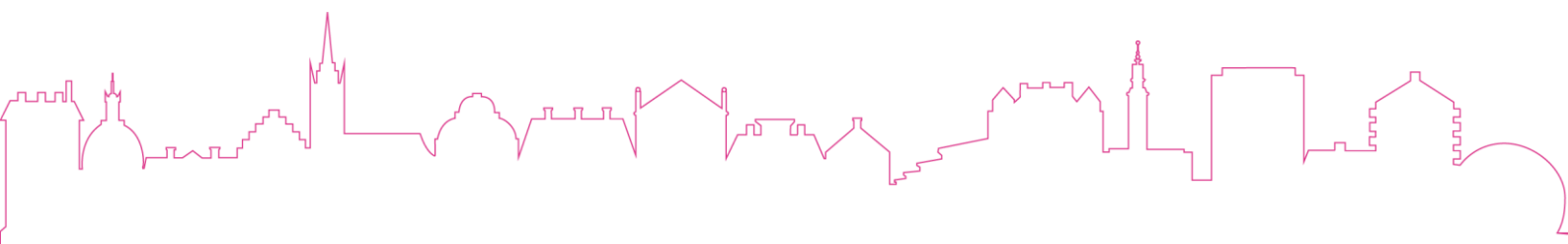
- F. Tilläggsisolera långsidornas ytterväggar med utvändiga fasadelement med 250 mm mineralullsisolering (F1). För att minska köldbryggorna som uppstår då balkongerna är indragna byggs balkongerna på långsidorna igen genom att ytterväggarna flyttas ut i liv med övrig fasad och utanpåliggande balkonger monteras. Den befintliga plåtfasaden demonteras och fasadelementen bekläds med fasadskivor av fibercement. Med tanke på fasadelementens tjocklek flyttas fönstren ut så att man får ett utseende som liknar det ursprungliga. Som referens (F2) simulerades även hur byggnadernas energiprestanda förändras om kortsidornas ytterväggar tilläggsisoleras på motsvarande sätt. Eftersom kortsidorna har tegelfasad med bakomliggande luftspalt måste spalten tätas noggrant innan tilläggsisolering, alternativt att fasaden rivs.
- G. Byta till fönster med lägre U-värde. Befintliga aluminiumbeklädda träfönster på de två studerade byggnaderna installerades för drygt 10 år sedan och har ett U-värde på 1,1 W/m²K. Med åtgärd G1 simuleras möjlig energibesparing från att, när man ändå byter, välja samma typ av fönster, men med ännu lägre U-värde (0,8 W/m²K). Som referens (G2) simulerades även byggnadernas energiprestanda med originalfönster, som uppskattades ha ett U-värde på 2,7 W/m²K.
- H. Tilläggsisolera källarmuren med utvändig värmeisolering av 100 mm cellplast med vattenavvisande skikt närmast källarväggen och utanpå detta skikt en glasfiberduk.

Det lätta paketet innehåller inga åtgärder som skulle ändra byggnadernas yttre utseende utan husens nuvarande utseende skulle bevaras. I Bilaga G finns ett aktuellt foto av skivhuset och illustrationer som visar hur samma hus skulle kunna se ut efter implementering av mellan och tungt åtgärdspaket.

4.3 Värdering av åtgärder och åtgärdspaket

En översiktlig värdering av de enskilda energiåtgärder som studerats för de två flerbostadshusen i Centrumområdet presenteras i Tabell 3. Värderingen, som baseras på resultaten som presenterats i avsnitt 3, är en sammantagen bedömning av hur respektive åtgärd A-H kan påverka aspekterna:

- *Energi*, där åtgärdernas potential att bidra till minskad energianvändning för uppvärmning bedömdes. + innebär att åtgärden tydligt kan minska energianvändningen, där ++ betecknar en åtgärd med särskilt stor potential (kan ge mer än 25% minskning enligt beräkningar). 0 anges för åtgärder som bedöms leda till en försumbar (mindre än 1%) minskning.



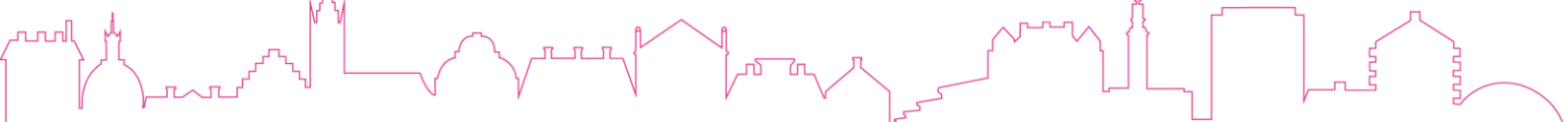
- *Inomhusklimat*, där åtgärdernas som inte ändrade det termiska inomhusklimatet är markerat med 0 medan åtgärderna markerade med + betyder att åtgärderna hade en positiv påverkan på det termiska inomhusklimatet under vintern.
- *Ekonomi*, där bedömningen utgår från beräknade livscykelkostnader över 50 år. + innebär att åtgärden bedöms vara kostnadseffektiv och kan finansieras genom framtida energibesparingar. +/- betyder att skillnaden mellan investering och energikostnadsbesparing är liten (<100 tkr över 50 år) och att åtgärden därmed kan vara kostnadseffektiv under vissa förutsättningar. - innebär att åtgärden är kostsam att implementera och bedöms vara svår att finansiera enbart genom framtida kostnadsbesparingar, där -- betecknar särskilt kostsamma åtgärder som kräver stora investeringar i förhållande till beräknad energikostnadsbesparing.
- *Kulturvärden*, där bedömningen omfattar såväl "sakkunnigperspektiv" som "boendeperspektiv" och innebär en tolkning av hur kulturvärdet påverkas av de föreslagna åtgärderna utifrån de olika aktörernas perspektiv. 0 innebär att åtgärden inte bedöms påverka kulturvärdena, och - innebär att kulturvärdena bedöms påverkas negativt av åtgärden. +/- innebär ur ett "sakkunnigperspektiv" att åtgärden kan påverka kulturvärdet såväl positivt som negativt beroende på hur den genomförs när det gäller materialval och detaljlösningar, medan det ur ett boendeperspektiv innebär att boende har olika uppfattningar om huruvida åtgärden skulle vara en förbättring eller försämring.

Tabell 3. Värdering av enskilda energiåtgärders påverkan på energieffektivisering, termiskt inomhusklimat, livscykelkostnader samt kulturvärden från ett sakkunnigperspektiv respektive ett boendeperspektiv. I kolumn "åtgärdspaket" anges i vilket/vilka paket de enskilda åtgärderna ingår, där L = lätt, M = mellan och T = tungt.

Åtgärd	Åtgärds-paket	Energi-användning	Inomhus-klimat	Ekonomi: livscykel-kostnad	Kulturvärden: sakkunnig-perspektiv	Kulturvärden: boende-perspektiv
A	L, M, T	+	0	+	0	0
B	L, M, T	+	0	-	0	0
C	M	+	+	--	+/-	+/-
D	M, T	0	0	+/-	+/-	+/-
E	M	+	+	+/-	+/-	+/-
F	T	++	+	--	--	+/-
G	T	+	+	--	-	+/-
H	T	+	0	+/-	-	0

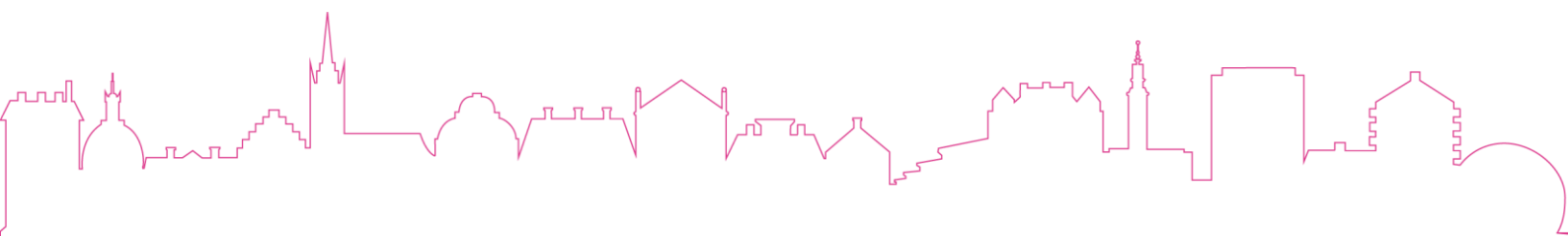
Sammantaget visar värderingen följande för de tre olika åtgärdspaketen:

- *Det lätta paketet* kan minska uppvärmningsbehovet med ca 15-20% och kan, beroende på t.ex. kalkylränta och fjärrvärmeprisutveckling, vara kostnadseffektivt att implementera. Samtidigt bedöms paketet ha liten eller ingen påverkan på vare sig inomhusklimatet eller kulturhistoriska och arkitektoniska värden.
- *Mellanpaketet* kan leda till ca 25-35% mindre uppvärmningsbehov och förbättra inomhusklimat på vintern. Det är dock svårt att finansiera enbart genom framtida energibesparingar, främst till



följd av att fasadisoleringen (åtgärd C) kräver en stor investering i förhållande till kostnadsbesparingen. Kulturhistoriska och arkitektoniska värden skulle komma att påverkas, men i vilken grad är beroende på hur förändringarna genomförs avseende materialval och detaljlösningar. En varsam renovering, med exempelvis återanvändning av befintliga plåtfasader, skulle innebära mindre påverkan än ett fasadbyte där plåten ersätts med annat material. Val av tidstypiska detaljer som portar och fönster och återställande av kulörer kan stärka områdets karaktär och därmed kulturvärden.

- *Det tunga paketet* kan mer än halvera uppvärmningsbehovet och förbättra inomhusklimatet på vintern ytterligare jämfört med mellanpaketet, men är förknippat med höga livscykelkostnader till följd av omfattande åtgärder på fasader till följd av tilläggsisolering, ombyggnad av balkonger och fönsterbyte (åtgärder F och G). Paketet har också stor påverkan på kulturhistoriska och arkitektoniska värden eftersom det innebär en kraftig förändring av samtliga fasader, där såväl Plannjaplåten som teglet påverkas, och balkongerna får en annan placering vilket även förändrar lägenheternas planlösning. Även om fönstren flyttas ut kommer den tjocka tilläggsisoleringen bli märkbar.



5. DISKUSSION

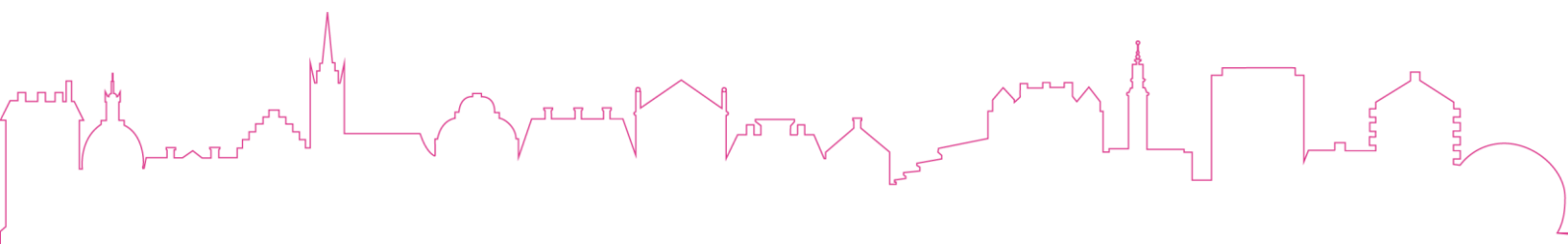
5.1 Jämförelse med andra studier gällande energi, inomhusklimat & kostnader

Överlag är det svårt att jämföra resultaten med andra studier då många parametrar spelar in och varierar mellan studierna och de studerade byggnaderna. Simulerade energibesparingar från åtgärdspaketen för fallstudiebyggnaderna ligger dock i samma storleksordning som visats i tidigare energirenoveringsstudier av flerbostadshus från miljonprogramsåren, där besparingar på 31-68% observerats efter olika grad av förbättringar på klimatskal och installation av FTX-system (La Fleur et al., 2017). Tittar man specifikt på FTX-systemet, där konvertering från FT till FTX skedde runt 2007-2008, så visar simuleringarna att energianvändningen för uppvärmning minskade med ca 34 kWh/m², år. Detta kan jämföras med studien av Kristoffersson et al. (2017) om användning av värmeåtervinning i miljonprogrammet, där en minskning med 41 kWh/m², år uppmättes för en byggnad uppförd på 1960-talet i Linköping efter konvertering från FT till FTX. Även andra studier, till exempel La Fleur (2019) som studerade energirenoveringar av ett flerbostadshus från 1960-talet, visar på att ingen annan energieffektiviseringsåtgärd än installation av FTX-system behövs för att kunna minska uppvärmningsbehovet med upp till 40%, vilket är i linje med simuleringensresultaten i detta projekt.

Andra studier som har fokuserat på miljonprogrammets byggnader är Myhren et al. (2022), som undersökte hur mycket byggnadens energianvändning minskade då man installerade FTX samt tilläggsisolerade vinden och bytte fönster. Åtgärderna resulterade tillsammans i en minskning av uppvärmningsenergin med 40 %, vilket motsvarade en minskning med ca 60 kWh/m², år. Hur mycket varje enskild åtgärd påverkade är svårt att säga eftersom de studerade byggnaderna hade ett för stort ventilationsflöde innan renoveringen. Det visade sig att man fick en nästan lika stor minskning för ett hus där man gjorde samma åtgärder för klimatskalet, men istället för FTX endast bytte till tryckstyrda frånluftfläktar och justerade in dessa.

Inglasning av balkonger, som under åren redan utförts av en del hyresgäster, kan enligt simuleringarna minska värmeenergianvändningen med ca 12% (7-9 kWh/m², år) om man jämför helt öppna med helt inglasade balkonger. Detta kan jämföras med en studie av ett finskt skivhus från 1970-talet (Hilliaho et al., 2015), där inglasning av balkongerna ledde till ca 13% energibesparing.

Ekonomiska aspekter som investeringskostnader, finansieringsmöjligheter och återbetalningstid, liksom kunskap och kompetens kring olika åtgärder, är ofta avgörande för vilka åtgärder som fastighetsägare genomför (Engström et al., 2018). I linje med tidigare studier (t.ex. Engström et al., 2018; Kristoffersson et al., 2017; Thuvander et al., 2016) visar resultaten från fallstudien att mer långtgående energieffektiviseringar, genom exempelvis tilläggsisolering av ytterväggar eller uppgradering av ventilationssystem, är förknippat med höga kostnader och svåra att finansiera enbart genom framtida energikostnads-besparingar. Mindre omfattande åtgärder som tilläggsisolering av vindsbjälklag och källarmur kan dock vara kostnadseffektivt att genomföra, även om de ger mindre värmeenergieffektivisering, vilket även stöds av exempelvis La Fleur (2019).



5.2 Jämförelse med andra studier gällande arkitektur, kulturvärden & boendeperspektiv

Hur bebyggelse från 1960- och 70-talen ska värderas och hanteras har diskuterats under de senaste decennierna. Bostadsbeståndet från perioden – ibland kallad rekordåren eller miljonprogrammet – är mångfacetterat. Omkring en tredjedel av det som byggdes under miljonprogrammet var villor och småhus. Bland flerbostadshusen var lamellhus i tre våningar dominerande. Bebyggelsens kulturvärden kopplas bland annat till vad de representerar avseende tidens samhällsutveckling, där en stark framtidsoptimism rådde och där ökad välfärd och höjdbostadsstandard var prioriterat (Melchert 2006).

Bostadsområdena präglas av trafikseparering, ”hus i park” med mycket grönska, men också en stark kontrast mellan natur och det byggda (Melchert 2006). Centralstyrning, storskalighet och produktionsanpassat byggande präglade planeringen. Byggnaderna som uppfördes formades av ett industrialiserat byggande, och materialvalen präglades ofta av tidens uppskattning av nya material. Gestaltningmässigt ordnades ofta byggnadskropparna efter geometriska principer och en systematisk uppbyggnad av fasader, som byggde på en upprepningens estetik. Dessa karaktärsdrag, typiska för miljonprogrammets flerbostadshus, förknippas med kulturhistoriska och arkitektoniska värden i bebyggelsen, men är samtidigt egenskaper som ofta uppfattas som negativa (Särnbratt 2006).

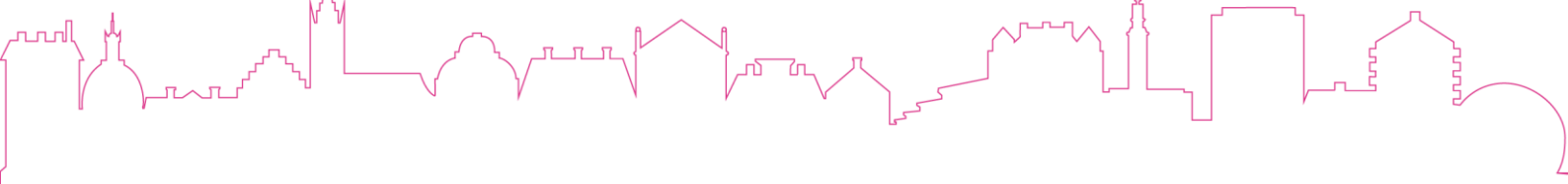
Detta överensstämmer med värderingarna av Centrumområdet i den här studien. Området lyfts fram som ett representativt och tidstypiskt exempel på planering och arkitektur från perioden. Även om kulturvärden lyfts fram av olika parter, så är det inte en självklar del av Piteås kulturmiljö. De egenskaper som är viktiga för kulturvärdena uppskattas av en del, men ses som oattraktiva av andra.

5.3 Behov av vidare studier

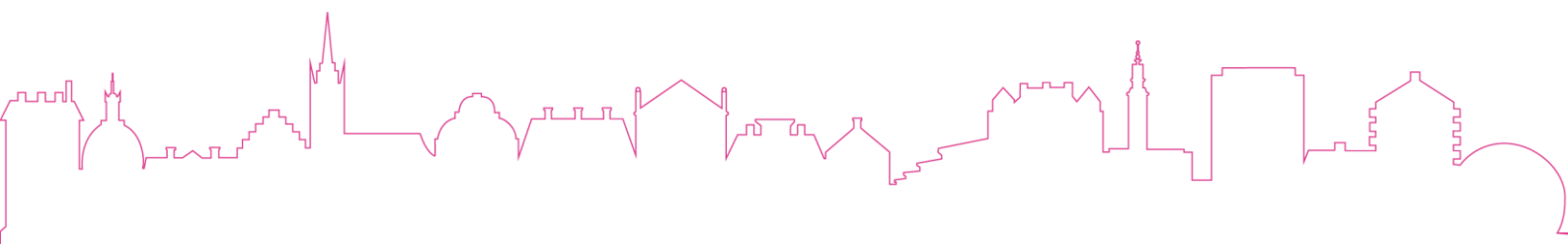
De individuella mätningarna av uppvärmningsenergi i respektive fallstudiebyggnad istället för vid undercentral visade att skivhuset och lamellhuset i praktiken tillhör olika energiklasser. Simuleringarna för lamellhuset visade att det lätta paketet är tillräckligt för att höja energiprestandan till samma nivå som för skivhuset. Med mätningar individuellt för varje byggnad är det alltså möjligt att identifiera och välja att genomföra insatser för hus med högre energianvändning, vilket skulle förbättra områdets genomsnittliga energiprestanda. Ytterligare mätningar av samtliga hus kopplade till samma undercentral i området skulle kunna visa hur det faktiska värmebehovet ser ut, och om det finns större energieffektiviseringspotential i vissa hus än andra.

Detaljerade mätningar av inomhusklimat i ett flertal enskilda lägenheter skulle kunna visa på hur inomhusklimatet ser ut för olika lägenheter. Främst skulle det vara intressant att undersöka hur inomhusklimatet skiljer sig mellan olika byggnader där man har bytt fönster jämfört med lägenheter som fortfarande har kvar äldre fönster. Det skulle även vara av intresse att mäta i lägenheter som har inglasad balkong och jämföra med en lägenhet utan inglasad balkong. I dessa studier skulle man även inkludera hur de boende upplever inomhusklimatet genom t.ex. intervjuer.

En avgränsning med den genomförda studien är att vi endast utvärderat två utvalda hus (som bedöms typiska för området) istället för på alla hus i området. I framtida studier av 1970-talets områden skulle det därför vara intressant att vidga systemgränsen från detaljstudier på utvalda fallstudiebyggnader till studier som omfattar studier av alla individuella byggnader i ett område för

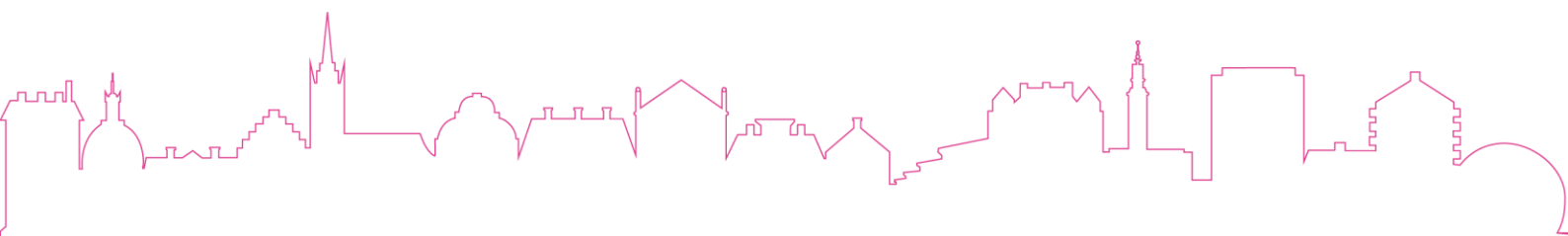


att identifiera och analysera eventuella skillnader mellan olika byggnader och vad dessa beror på. Ett relevant ämne för fortsatta studier är också att följa upp och utvärdera redan genomförda energirenoveringar i ett område, där olika åtgärder kan ha valts och implementerats i flera i grunden liknande byggnader, utifrån olika perspektiv. Exempelvis: Blev utfallet det förväntade och önskade och utifrån vems perspektiv? Hur upplever boende åtgärderna? Hur har åtgärderna påverkat husens energiprestanda, kulturvärden och andra aspekter?



6. SLUTSATSER

- Redan utförd installation av FTX ventilationssystem är den åtgärd som lett till störst minskning av energianvändningen för uppvärmning, följt av byte till mer energieffektiva fönster.
- Av de nya åtgärder som studerats är det tilläggsisolering av ytterväggar som kan ge störst effekt på uppvärmningsbehovet, följt av byte till FTX-aggregat med högre värmeåtervinningsgrad.
- Åtgärdspaketen kan minska uppvärmningsbehovet med 16-18% (lätta paketet), 25-36% (mellanpaketet) respektive 53-59% (tunga paketet), där de mer omfattande åtgärderna i de två sistnämnda gav något större effekt på skivhuset än på lamellhuset och vice versa.
- Lätt åtgärdspaket kan vara kostnadseffektivt att genomföra, medan mellan och tungt paket inte är kostnadseffektiva sett till investeringskostnad och energikostnadsbesparingar över 50 år även med en markant ökning av fjärrvärmepriset. Enklare åtgärder som tilläggsisolering av vindbjälklag går att finansiera enbart genom framtida energikostnadsbesparingar.
- Mellan och tungt åtgärdspaket kan förbättra det termiska inomhusklimatet på vintern, medan de har en begränsad påverkan på inomhusklimatet sommartid.
- Omkring en tredjedel av de boende upplever temperaturen som dålig under vinterhalvåret, knappt en femtedel uppfattar den som dålig under sommarhalvåret. Omkring en tredjedel besväras av att temperaturen varierar med temperaturförändringar utomhus. Omkring en tredjedel besväras helt eller delvis av drag, knappt hälften helt eller delvis av kalla golv, och två femtedelar helt eller delvis av kalla väggar.
- Det finns en ambivalens i att uppfatta Centrumområdet som kulturmiljö, då det kontrasterar mot, och har ersatt, äldre träbebyggelse som är en mer etablerad del av Piteås kulturmiljöer.
- För att bibehålla bebyggelsens kulturvärden är det viktigt att bibehålla: byggnadernas volymer, placering, och fasader; färgsättningen; de bilfria innergårdarna med grönska och mötesplatser; samt lägenheternas planlösning. Dessa egenskaper framhålls i olika bedömningar av områdets kulturhistoriska och arkitektoniska värden, och de uppskattas av många av de boende.



7. PUBLIKATIONSLISTA

7.1 Publikationer

Sjöholm, J. (2021) "Energieffektivisering och förbättrat inomhusklimat i 1970-talets kulturmiljöer". I Kulturmiljöblogg, Norrbotten's museum, Luleå, 2021-05-12.
<https://kulturmiljonorrboten.com/2021/05/12/energieffektivisering-och-forbattrat-inomhusklimat-i-1970-talets-kulturmiljoer/>

7.2 Presentationer

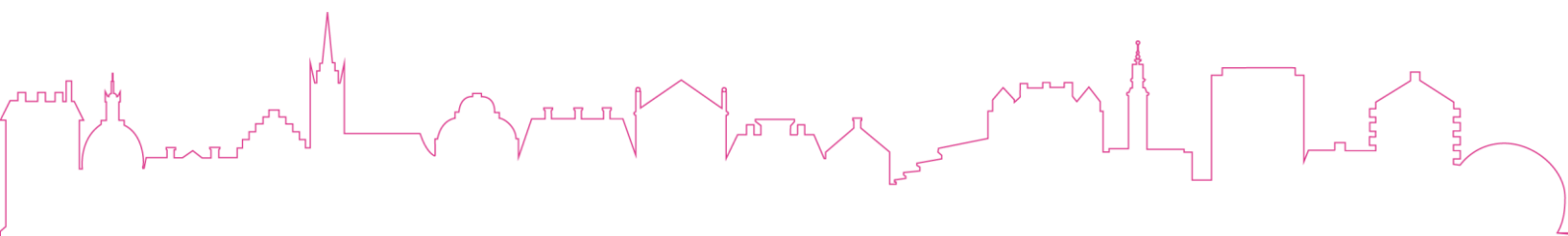
Värdering av åtgärder för energieffektivisering och förbättrat inomhusklimat i 1970-talets kulturmiljöer, Webinarium Spara och bevara, 30 september 2020

Värdering av åtgärder för energieffektivisering och förbättrat inomhusklimat i 1970-talets kulturmiljöer, Programkonferens Spara och bevara, Stockholm, 17 mars 2021

Värdering av åtgärder för energieffektivisering och förbättrat inomhusklimat i 1970-talets kulturmiljöer, SIR-en online nätverksträff, 11 februari 2021

Kulturhistoriska perspektiv vid renovering av miljonprogramsområden, Byggnadsvårdens konvent, Mariestad, 23 september 2022

Värdering av åtgärder för energieffektivisering och förbättrat inomhusklimat i 1970-talets kulturmiljöer, Slutkonferens Spara och bevara, Visby, 20–21 mars 2024



8. REFERENSER

8.1 Otryckta källor

Piteå museum, dnr 2010/0035, Yttrande angående bygglovsansökningar, påbyggnad av flerbostadshus, Garveriet 7, 11, 15, och 19, Wåhlinsgatan, Centrumområdet, f d zonområdet, Piteå kommun. Piteå kommuns centralarkiv.

8.2 Tryckta källor och litteratur

BBR (2019). Boverkets byggregler, BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2019:2, BBR 28. Karlskrona: Boverket.

BBR (2020). Boverkets byggregler, BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2020:4, BBR 29. Karlskrona: Boverket.

Elmén Berg, A., & Sjöholm, J. (2020). Trästaden Piteå – Riksintresset som (nästan) försvann. I Piteå museum årsbok 2020, Piteå museums förlag, Piteå, s 52–75.

Engström, S., Lidelöw, S., & Renström, E. (2018). Vad styr energirelaterade beslut hos fastighetsägare? (Rapport 2018:11). E2B2.

https://www.e2b2.se/media/4037/slutrapport_vad_styr_energirelaterade_beslut_hos_fastighetsagare.pdf

Fanger, P.O. (1970). Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering. McGraw-Hill, New York

Gluch, P. (2014). Perspektiv på LCC-En bok om långsiktiga beslut och styrning vid hållbar och energieffektiv renovering av byggnader (Rapport 2014:3). Chalmers tekniska högskola.

https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/242176/local_242176.pdf

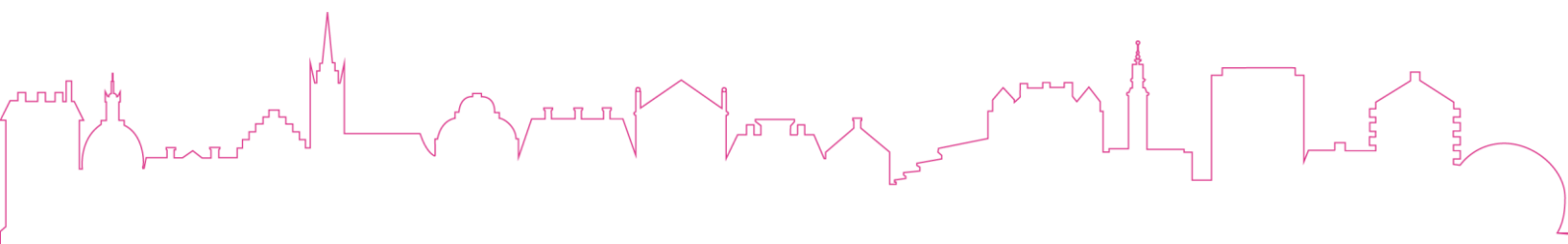
Hilliaho, K., Mäkitalo, E., & Lahdensivu, J. (2015). Energy saving potential of glazed space: Sensitivity analysis. Energy and Buildings, 99, 87-97.

Kristoffersson, J., Bagge, H., Abdul Hamid, A., Johansson, D., Almgren, M., Persson, M.-L. (2017). Användning av värmeåtervinning i miljonprogrammet (Rapport 2017:17). E2B2.

https://www.e2b2.se/library/3686/slutrapport_anvandning_av_varmeatervinning_i_miljonprogrammet_webb.pdf

La Fleur, L., Moshfegh, B., & Rohdin, P. (2017). Measured and predicted energy use and indoor climate before and after a major renovation of an apartment building in Sweden. Energy and Buildings, 146, 98-110.

La Fleur, L. (2019). Energy renovation of multi-family buildings in Sweden: An evaluation of life cycle costs, indoor environment and primary energy use, and a comparison with constructing a new building [Doctoral thesis, Linköping University]. <http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1352137&dswid=-2225>



Lidelöw, S., Örn, T., Luciani, A., & Rizzo, A. (2019). Energy-efficiency measures for heritage buildings: A literature review. *Sustainable cities and society*, 45, 231-242.

Melchert, D. (2006). Strategi för varsamhet: skivhus och lamellhus. Riksantikvarieämbetet.

Myhren, J.A., Bergdahl, M., Villegas, R.R., Lidberg, T., Gustafsson, M., Heier, J., Khadra, A. Sattari, A., Henning, A., & Wallinder, M. (2022). Hållbarhet vid renovering – en jämförelse i Tjärna ängar (Rapport 2022:12). E2B2.

https://www.e2b2.se/media/hnkjt5qd/slutrapport_hallbarhet_vid_renovering_en_jamforelse_i_tjar_na_anger.pdf

Nils Holgersson Rapporten (2023). Nils Holgersson rapporten 2023. <https://nilsholgersson.nu/>

Riksantikvarieämbetet (2004). Förändra varsamt: vägledning vid ombyggnader av rekordårens bebyggelse. Riksantikvarieämbetet.

Riksantikvarieämbetet (2022). Riksintressen för kulturmiljövården – Norrbottens län (BD).

https://www.raa.se/app/uploads/2022/06/BD_riksintressen.pdf

Sjöholm, J., & Elmén Berg, A. (2022). Norrbottens riksintressemiljöer i förändring: stadsmiljöerna Piteå, Svartöstad, Malmberget-Koskullskulle och Kiruna 1970–2020. *Bebyggelsehistorisk tidskrift*, 82, 8–32. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-493053>

Sjöholm, J., & Nilsson, K.L. (2019). Varför är det så ont om Q?. I Olander et al. (Red.), *Hållbar renovering ur ett helhetsperspektiv: En antologi från forskarmiljön SIREn* (s. 115-119).

<http://www.renoveringscentrum.lth.se/siren/publikationer/#c297055>

Särnbratt, L. (2006). Perspektiv på miljonprogrammet: arkitektur, kulturhistoria och miljöanpassning som delar av hållbar utveckling [Licentiatuppsats, Chalmers tekniska högskola].

Thuvander, L., Femenias, P., Brunklaus, B., & Xygkogianni, M. (2016). Renoveringsbarometern: Omfattning och karaktär av renovering av flerbostadshus. *Bygg & Teknik*, 2/16, 23-28. Hämtad från

<http://byggteknikforlaget.se>

