




Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,
byggande och boende

RAPPORT 2018:14



Kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda

RU 12 - Jämförelse med föreslagna krav
2021

Kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energi- prestanda

RU 12 - Jämförelse med föreslagna krav
2021

Titel: Kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda
Rapportnummer: 2018:14
Utgivare: Boverket, mars, 2018
Upplaga: 50 ex
Tryck: Boverket internt
ISBN tryck: 978-91-7563-550-7
ISBN pdf: 978-91-7563-551-4
Diarienummer: 3.4.1 7400/2017

Rapporten kan beställas från Boverket.

Webbplats: www.boverket.se/publikationer
E-post: publikationsservice@boverket.se
Telefon: 0455-35 30 00
Postadress: Boverket, Box 534, 371 23 Karlskrona

Rapporten finns i pdf-format på Boverkets webbplats.
Den kan också tas fram i alternativt format på begäran.

Förord

Boverket fick i regleringsbrevet avseende år 2018 i uppdrag av regeringen att beräkna kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda.

Enligt direktivet 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda ska medlemsstaterna fastställa nationella minimikrav med avsikt att uppnå kostnadsoptimala nivåer. Gällande minimikrav på byggnaders energiprestanda ska därför minst vart femte år jämföras med beräknade kostnadsoptimala nivåer. Beräkningarna ska följa den ram som ges i direktivet.

Jämförelsen med gällande minimikrav, indata och antaganden rapporterades till Regeringskansliet den 28 februari 2018.

Enligt regeringens uppdrag ska Boverket även göra en jämförelse med de krav på energiprestanda som planeras träda i kraft 2021. Den jämförelsen redovisas i den här rapporten. Enligt Boverkets förslag ska reglerna träda i kraft redan 2020 med ett års övergångstid.

Beräkningarna har genomförts av konsult på uppdrag av Boverket. Carl-Magnus Oredsson har varit ansvarig enhetschef och Linda Lagnerö har varit projektledare. Rapporten har stämts av med intern referensgrupp.

Karlskrona mars 2018

Yvonne Svensson
stf. generaldirektör

Innehåll

Sammanfattning	5
1 Inledning	7
Uppdraget	7
Läsanvisning	7
2 Föreslagna krav 2020	8
Föreslagna krav på energiprestanda och U_m	8
Föreslagna primärenergifaktorer	9
3 Utgångspunkter för beräkningarna	11
Val av referensbyggnader och uppvärmningssätt	11
Ekonomiska utgångspunkter	13
4 Jämförelse med föreslagna krav 2020	18
Kostnadsoptimala nivåer per byggnadstyp	18
Bilaga 1: Energibehov och merkostnader – föreslagna krav 2020/28	

Sammanfattning

Boverket sände i början av mars 2018 ut ett förslag på ändrade energikrav i BBR som ett andra steg i införandet av regler för nära-nollenergibyggnader i Sverige. Förslaget är att de ändrade energikraven ska träda i kraft år 2020 med ett års övergångstid. Jämförelsen i den här rapporten görs mot detta förslag.

Boverkets förslag på ändrade energikrav från och med år 2020 innebär skarpare krav på energiprestanda, genomsnittlig värmegenomgångskoefficient U_m ändrade primärenergifaktorer och ändrade geografiska justeringsfaktorer.

Tre referensbyggnader har definierats som representerar byggnader som är vanligt förekommande vad gäller storlek och tekniskt utförande; ett småhus, ett flerbostadshus och ett kontor. Byggnaderna är vanliga för respektive byggnadskategori och uppfyller gällande krav på energihushållning enligt Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR.

Beräkningarna för att hitta kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda har gjorts för valda referensbyggnader med olika uppvärmningssystem. Tabell 1 visar resultaten av beräkningarna som ett intervall i jämförelse med föreslagna krav 2020.

Tabell 1: Resultat från beräkningar av kostnadsoptimala nivåer

	Intervall kostnads- optimala nivåer EP_{pet} [kWh/m² A_{temp} och år]	Föreslagen nivå 2020 primärenergital EP_{pet} [kWh/m² A_{temp} och år]
Småhus	85-92	90 ¹⁾
Flerbostadshus	58-78	78
Lokaler (kontor)	62-72	65

Kostnadsoptimalt EP_{PET} med primärenergifaktorerna $PE_{el} = 1,8$ för el och $PE_{fjv} = 0,95$ för fjärrvärme.

¹⁾ Förslaget krav för småhus är 80 kWh/m² och år. För småhus föreslås en areakorrektion på upp till 10 kWh/m² och år för byggnader med $A_{temp} < 130$ m². Kostnadsoptimala nivåer för småhus har här beräknats för ett typhus med $A_{temp} = 104$ m², vilket innebär att vi här jämför mot 90 kWh/m² och år.

En sammanfattning av resultatet av beräkningarna per byggnadstyp och uppvärmningssätt visas i tabell 2.

De finansiella och de makroekonomiska modellerna ger samma resultat vad gäller kostnadsoptimal nivå på energiprestanda utom för flerbostadshus med fjärrvärme. Kost-

nadsoptimal nivå på energiprestanda i den makroekonomiska beräkningen blir där något lägre beroende på att den högpresterande väggisoleringen blir lönsam i denna kalkyl.

Tabell 2: Kostnadsoptimala nivåer för byggnader med olika uppvärmningsalternativ i förhållande till föreslagna kravnivåer 2020

	Kostnadsop- timal nivå	Föreslagen kravnivå, inkl. ev. areakorrek- tion	Föreslagen nivå/ kostnadsoptimal nivå
Småhus – bergvär- mepump	89	90	+1%
Småhus – fjärrvärme	85	90	+6%
Småhus – frånluftsvärmepump	92	90	-2%
Flerbostadshus – bergvärmepump	58	78	+34%
Flerbostadshus – fjärrvärme	78	78	0%
Lokaler (kontor) – bergvärmepump	62	65	+5%
Lokaler (kontor) – fjärrvärme	72	65	-10%

Beräknat med föreslagna primärenergifaktorer $PE_{el} = 1,85$ för el och $PE_{fjv} = 0,95$ för fjärrvärme.

De beräkningar som gjorts visar att för småhus med frånluftsvärmepump är det svårt att uppnå föreslagna krav 2020 med lönsamma investeringar. Detsamma gäller för lokaler (kontor) med fjärrvärme. I övriga fall bör enligt beräkningarna lönsamma investeringar kunna göras för att uppnå föreslagna krav 2020, dvs. de energibesparingar som åtgärderna medför väger upp investeringskostnaderna.

1 Inledning

Uppdraget

Boverkets uppdrag utgår från kravet i artikel 5.2 i Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda. Där framgår att medlemsstaterna ska beräkna kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda som sedan ska jämföras med gällande minimikrav. Beräkningarna ska följa den metod som har fastställts i kommissionens delegerade förordning (244/2012)¹ till energiprestandadirektivet.²

Jämförelsen mot gällande minimikrav, indata och antaganden rapporterades till Regeringskansliet den 28 februari 2018.³

Enligt uppdraget ska Boverket även redovisa en jämförelse med de krav som planeras träda i kraft 2021.

Boverket sände i början av mars 2018 ut förslag på ändrade energikrav i BBR som ett andra steg i införandet av regler för nära-nollenergi-byggnader i Sverige. Förslaget är att de ändrade energikraven ska träda i kraft år 2020 med ett års övergångstid, vilket innebär att de gäller för alla byggnader som påbörjas från och med den 1 januari 2021. Jämförelsen i den här rapporten görs mot detta förslag.

Läsanvisning

I avsnitt 2 beskrivs de krav som Boverket föreslår ska träda i kraft år 2020.

I avsnitt 3 beskrivs de tekniska och ekonomiska utgångspunkterna.

I avsnitt 4 jämförs föreslagna krav 2020 med beräknade kostnadsoptimala nivåer.

Bilaga 1 visar energibehov och merkostnader för byggnaderna som använts i beräkningarna.

¹ Kommissionens delegerade förordning (EU) nr 244/2012 av den 16 januari 2012 om komplettering av Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU om byggnaders energiprestanda genom fastställande av en ram för jämförelsemetod för beräkning av kostnadsoptimala nivåer för minimikrav avseende energiprestanda för byggnader och byggnadselement.

² Artikel 5.1-5.2 i energiprestandadirektivet.

³ Kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda, rapport 2018:9.

2 Föreslagna krav 2020

Boverkets förslag på ändrade energikrav från och med år 2020 innebär skarpare krav på energiprestanda och genomsnittlig värmegenomgångskoefficient U_m samt ändrade primärenergifaktorer och ändrade geografiska justeringsfaktorer.

I detta avsnitt visas föreslagna krav 2020 i förhållande till gällande energikrav. En närmare beskrivning av gällande regler finns i den tidigare rapporten.⁴

Föreslagna krav på energiprestanda och U_m

I tabell 3-4 visas föreslagna krav 2020 för nya byggnader avseende energiprestanda och krav på genomsnittlig värmegenomgångskoefficient, U_m , i jämförelse med gällande minimikrav enligt BBR.

Tabell 3: Krav på energiprestanda, EP_{pet} – gällande minimikrav och föreslagna krav 2020

Kategori	Gällande minimikrav	Föreslagna krav 2020
	Primärenergital EP_{pet} , kWh/ m ² _{Atemp} , år	Primärenergital EP_{pet} , kWh/ m ² _{Atemp} , år
Småhus	90	80 ¹⁾
Flerbostadshus	85	78
Lokaler	80	65

¹⁾ Småhus mindre än 130 m² får en areakorrekction som kan uppgå till 10 kWh/m² och år.

Tabell 4: Krav på genomsnittlig värmegenomgångskoefficient, U_m – gällande krav och föreslagna krav 2020

Kategori	Gällande minimikrav	Föreslagna krav 2020
	U_m (W/m ² K)	U_m (W/m ² K)
Småhus	0,40	0,30
Flerbostadshus	0,40	0,35
Lokaler	0,60	0,40

⁴ Kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda, rapport 2018:9.

Föreslagna primärenergifaktorer

I Boverkets byggregler tas hänsyn till primärenergi genom att kraven på energiprestanda baseras på primärenergifaktorer för respektive energislag. Energikravet uttrycks som ett primärenergital, PE_{pet} i kWh per $m^2 A_{temp}$ och år. I tabell 5 visas föreslagna primärenergifaktorer 2020 i jämförelse med gällande primärenergifaktorer.

Tabell 5: Primärenergifaktorer per energibärare– gällande och föreslagna 2020

Energibärare	Gällande Primärenergifaktor (PE_i)	Föreslagna Primärenergifaktor (PE_i) 2020
El (PE_{el})	1,6	1,85
Fjärrvärme (PE_{fjv})	1,0	0,95
Fjärrkyla (PE_{kyl})	1,0	0,62
Biobränsle (PE_{bio})	1,0	1,05
Olja (PE_{olja})	1,0	1,11
Gas (PE_{gas})	1,0	1,09

Ventilationstillägg

Boverket föreslår att det gällande ventilationstillägget reduceras som följd av förbättrade prestanda i värmeåtervinningen. Dagens tillägg är beräknat utifrån en värmeåtervinningsgrad på 50 procent. Det föreslagna tillägget 2020 är beräknat utifrån en värmeåtervinning på 70 procent.

Maximalt installerad eleffekt

Det föreslås ingen ändring av det principiella sättet att beräkna maximalt tillåten installerad eleffekt i reglerna som föreslås börja gälla 2020. Däremot anpassas storleken till de i övrigt skärpta energikraven. Förändringen av maximalt tillåten installerad eleffekt är ett resultat av skärpta energikrav, vilket ger ett lägre effektbehov för uppvärmning men också att de geografiska justeringsfaktorerna ändrats i en mindre utsträckning.

Geografiska justeringsfaktorer

De geografiska justeringsfaktorerna F_{geo} infördes den 1 juli 2017 och ersatte då de fyra klimatzonerna. De avspeglar kommunens klimat men också byggnadens energieffektivitet. När energikraven skärps behöver även de geografiska justeringsfaktorerna kontrolleras och uppdateras. Med skärpta energikrav måste större hänsyn tas till klimatmässiga skillnader, eftersom marginalerna vid uppförande av byggnader med hög energiprestanda blir mindre.

I de föreslagna geografiska justeringsfaktorerna ökar intervallet något, från 0,8–1,9 till 0,8–2,0. I sydligaste Sverige har några kommuner fått en sänkt geografisk justeringsfaktor medan den ökat i en del kommuner i Norrland.

I denna studie har justeringsfaktor $F_{\text{geo}} = 1$ tillämpats, vilket ungefärligt speglar tyngdpunkten i det område där det byggs mest nytt i Sverige.

3 Utgångspunkter för beräkningarna

De tekniska och ekonomiska utgångspunkter som ligger till grund för beräkningarna är samma som i avsnitt 3-4 i den tidigare rapporten⁵ och återges därför inte på nytt i sin helhet. De viktigaste antagandena redovisas dock här tillsammans med antaganden som gäller enbart för perioden 2021 och framåt för att underlätta läsandet.

Val av referensbyggnader och uppvärmningssätt

För varje byggnadskategori har ett referenshus för nybyggnadsfallet tagits fram. Dessa är hypotetiska byggnader men utformningen överensstämmer med byggnader som är vanliga i Sverige idag med hänsyn tagen till form, storlek och byggt teknik. Typbyggnaderna för nybyggnation har modellerats i programmet IDA ICE 4.7.1. En grundmodell av byggnaderna som uppfyller gällande energikrav i BBR har byggts upp och sedan har energieffektiviserande åtgärder applicerats för att finna den kostnadsoptimala nivån på energiprestanda.

De byggnader som har studerats försörjs antingen med fjärrvärme, bergvärmepump eller frånluftsvärmepump, vilka är de vanligaste uppvärmningsmetoderna i nya byggnader i Sverige, se tabell 6.

Tabell 6: Referensbyggnader – nya byggnader

Byggnadstyp	Uppvärmningssystem
Småhus (104 m ²)	Fjärrvärme
Småhus (104 m ²)	Bergvärmepump
Småhus (104 m ²)	Frånluftsvärmepump
Flerbostadshus	Fjärrvärme
Flerbostadshus	Bergvärmepump
Lokaler (kontor)	Fjärrvärme
(Lokaler (kontor)	Bergvärmepump

En mer detaljerad beskrivning av referensbyggnaderna finns i den tidigare rapporten.⁶

⁵ Kostnadsoptimala nivåer för krav på byggnaders energiprestanda, rapport 2018:9.

⁶ Ibid.

Ekonomiska utgångspunkter

Två olika kalkyler har gjorts, en finansiell och en makroekonomisk. Den kostnadsoptimala nivån definieras som den lägsta punkten på den totala kostnadsfunktionen. Det finns en utförlig beskrivning av metodiken i kommissionens delegerade förordning nr 244/2012 med tillhörande riktlinjer.

Enligt Boverkets förslag ska de ändrade reglerna träda i kraft 2020 med ett års övergångstid. Beräkningarna har gjorts med år 2021 som utgångspunkt.

Övriga antaganden

Tidsperspektiv samt antaganden om värdering av CO₂-utsläpp, kalkylränta och kostnader är samma som i den tidigare rapporten.

Energimyndighetens scenario ”lågt elpris + 18 TWh” har använts som utgångspunkt för energiprisernas utveckling⁷. Detta innebär ett system med förhållandevis mycket vindkraft och ett lågt CO₂-pris, där det senare påverkar de externa kostnaderna för CO₂.

Fjärrvärmepriset skiljer sig mycket mellan olika fjärrvärmenät i Sverige. I beräkningarna har dock endast ett medelvärde för landet använts. Fjärrvärmeprisets utveckling förväntas styras av prisutvecklingen för alternativa värmekällor, där bergvärme antas vara den tuffaste konkurrenten.

I tabell 7 presenteras energipriserna som har antagits för beräkningarna avseende föreslagna krav 2020.

Tabell 7: Sammanfattning av prisscenarier för el och fjärrvärme med startår 2021, reala termer. Priserna inkluderar elpris, avgifter, nätpris, energiskatt och moms.

	År 2021	Prisändring 2021 – 2050
Konsumentelpris	135 öre/kWh	46 %
Fjärrvärmepris	91 öre/kWh	37 %

Total byggkostnad

Den totala byggnadskostnaden för de olika byggnadstyperna har beräknats utifrån Wikells⁸ samt Byggnyckeln 2017⁹. I dessa kostnader ingår

⁷ Energimyndigheten, 2017. *Scenarier över Sveriges energisystem 2016* (ER 2017:6). Tillgänglig från: <http://www.energimyndigheten.se/statistik/prognoser-och-scenarier/?currentTab=1>

⁸ Wikells Byggberäkningar AB, <http://www.wikells.se/>

samtliga entreprenadkostnader för markarbeten, grundläggning, byggnation samt anslutning av el, fjärrvärme, vatten, avlopp och fiber. Dessa har sedan korrigerats för isolering av aktuell byggnad. Fjärrvärmebyggnaden för respektive byggnadstyp har använts som grundfall för jämförelsen mellan byggnader med olika uppvärmningssystem.

Total investeringskostnad för hus med värmepump har beräknats genom att addera extrakostnad för det som skiljer sig mellan byggnaderna, dvs. för isolering och tekniska installationer. Denna extrakostnad kan även vara negativ.

I tabell 8 redovisas de tekniska livslängder och underhållskostnader som har antagits för investeringarna.

Tabell 8: Tekniska livslängder för studerade investeringar kopplade till total byggkostnad

Åtgärd/ Alternativet till åtgärden	Antagen livslängd	Antagna underhållskostnader per år
Total byggkostnad	50 år	0
Byggisolering (tak, vägg, golv)	50 år	0
Rör- och kanalsystem	50 år	0
Pumpar	20 år	2 % av investeringskostnaden
Värmepumpar	20 år	2 % av investeringskostnaden samt 1 000 kr/värmepump
Värmeväxlare	20 år	2 % av investeringskostnaden
Luftbehandlingsaggregat	20 år	2 % av investeringskostnaden

Åtgärdskostnader

Kostnaderna för att genomföra de olika energieffektiviseringsåtgärderna har bedömts med utgångspunkt från Wikells Sektionsdata samt kontakter med tillverkare. Dessa inkluderar de relevanta ytterligare kostnaderna som energiåtgärderna leder till. I tabell 9 redovisas merkostnaden inklusive investering och underhållskostnaderna i de fall åtgärden innebär en

⁹ BYGGNYCKELN är ett registrerat varumärke och ett kalkylsystem som används vid kostnadsberäkningar.

förändrad underhållskostnad per åtgärd för respektive typbyggnad. Livslängder och underhållskostnader presenteras i tabell 10.

Tabell 9. Ökad investeringskostnad i kronor exklusive moms för åtgärder i småhus, flerbostadshus och kontor.

	Småhus fjärrvärme	Småhus bergvärme	Flerbostadshus fjärrvärme	Flerbostadshus bergvärme	Kontor fjärrvärme	Kontor bergvärme
Fönster med bättre U-värde	24 700	24 700	165 929	165 929	502 003	502 003
Högpresterande väggisolering	42 323	17 314	198 082	235 222	273 676	283 648
Ökad takisolering	3 570	3 470	30 232	30 232	71 672	71 672
Solceller	24 960	24 960	135 200	135 200	709 800	709 800
FTX med högre ÅV-grad	4 500	4 500	20 000	20 000	-	-
VÄV ur spillvatten	5 000	5 000	166 500	166 500	-	-
Fjärrkyla (ist. för kylmaskin)	-	-	-	-	-270 000	-270 000
Frikyla berg	-	-	-	707 800	-	257 800
Um=0,3 W/m ² K	-	41 768	-	-	-	-
Um=0,45 W/m ² K samt SFPv=1,5 kW/(m ³ /s)	-	-	228 314	265 454	-	-
Högpr väggisolering samt SFPv=1,6 kW/(m ³ /s)	-	-	-	-	273 676	-
Um<0,4 W/m ² K	-	-	-	-	-	1108 491
Solceller plus frikyla berg	-	-	-	-	-	967 600

Tabell 10: Livslängder och underhållskostnader för alla åtgärder

Åtgärd/ Alternativet till åtgärden	Antagna livslängder	Antagna underhållskostnader per år
Fönster med bättre U-värde	30 år	0
Högpresterande väggisolering	50 år	0
Ökad takisolering	50 år	0
FTX m högre ÄV-grad	20 år	0
Lägre SFP-tal luftbeh.	20 år	0
VÄV ur spill-vatten	20 år	2 % av investeringskostnaden
Solceller		2 % av investeringskostnaden
Systemet	30 år	
Växelriktaren ¹⁰	15 år	
Fjärrkyla	30 år	5 000 kr
Frikyla berg	30 år	0
Kylmaskin (alternativet till de två ovanför)	15 år	20 000 kr

Investeringskostnaden för solcellsanläggningarna har beräknats utifrån liknande anläggningar uppförda de senaste åren. Investeringen avser en nyckelfärdig anläggning inklusive kostnader för bl.a. solcellsmoduler, växelriktare, övrigt material samt installations- och projekteringsarbete. Två olika schablonkostnader per installerad effekt har använts, en för småhus (20 kr/W inkl. moms) samt en för övriga anläggningar (13 kr/W exkl. moms).

Åtgärderna FTX med högre värmeåtervinning respektive lägre SFP-tal i luftbehandlingen innebär att ett större luftbehandlingsaggregat måste väljas vilket kräver ett större teknikutrymme. Behovet av en större golvyta bedöms vara marginell och påverkar inte byggkostnaden. Om det större aggregatet däremot inte ryms inom befintlig takhöjd kommer denna åtgärd att medföra en större kostnadsökning, i synnerhet om teknikutrymmet är beläget på ett verksamhetsplan. I denna analys har antagits att aggregatet får plats inom den befintliga byggnaden.

¹⁰ Växelriktaren antas vara 10 procent av investeringskostnaden för solceller.

De dyraste åtgärderna är fönster, väggisolering och solceller. Även fri-
kyla från berg är kostsamt i kontorsbyggnaden med fjärrvärme. Fjärrkyla
medför däremot en sänkt kostnad i jämförelse med alternativet att ha
kylmaskin till kontoret. Till de billigare åtgärderna hör ökad takisolering,
FTX med högre återvinningskrav, värmeåtervinning ur spillvatten samt
lägre SFP-tal i luftbehandlingen.

4 Jämförelse med föreslagna krav 2020

En sammanställning av resultaten från beräkningar av kostnadsoptimala nivåer 2021 visas i tabell 11. Intervallen gäller för olika typer av uppvärmningssätt. Detta ger en överblick i jämförelse mot föreslagna nivåer 2020. Beräkningarna är gjorda med år 2021 som utgångspunkt.

Tabell 11: Resultat från beräkningar av kostnadsoptimala nivåer

	Intervall kostnads- optimala nivåer EP_{pet} [kWh/m ² A_{temp} och år]	Föreslagen nivå 2020 primärenergital EP_{pet} [kWh/m ² A_{temp} och år]
Småhus	85-92	90 ¹⁾
Flerbostadshus	58-78	78
Lokaler (kontor)	62-72	65

Kostnadsoptimalt EP_{PET} med primärenergifaktorerna $PE_{el} = 1,8$ för el och $PE_{fjv} = 0,95$ för fjärrvärme.

¹⁾ Föreslaget krav för småhus är 80 kWh/m² och år. För småhus föreslås en area-korrektion på upp till 10 kWh/m² och år för byggnader med $A_{temp} < 130$ m². Kostnadsoptimala nivåer för småhus har här beräknats för ett typhus med $A_{temp} = 104$ m², vilket innebär att vi här jämför mot 90 kWh/m² och år.

Kostnadsoptimala nivåer per byggnadstyp

De föreslagna nivåerna måste dock jämföras med kostnadsoptimala nivåer för respektive uppvärmningssätt för att ge en tydligare bild. Tabell 9-10 i föregående avsnitt visar de antaganden som har använts i beräkningarna om åtgärds-kostnader, livslängd och underhållskostnader. Kostnaderna jämfört med grundfallet för de åtgärder som krävs för att uppnå föreslagen kravnivå eller kostnadsoptimal nivå för respektive byggnadstyp visas i tabell 9.

En sammanfattning av resultatet av beräkningarna visas i tabell 12. Där-efter visas resultaten för de olika byggnadstyperna i detalj.

De finansiella och de makroekonomiska modellerna ger samma resultat vad gäller kostnadsoptimal nivå på energiprestanda utom för flerbostadshus med fjärrvärme. Kostnadsoptimal nivå på energiprestanda i den makroekonomiska beräkningen blir där något lägre beroende på att den högpresterande väggisoleringen blir lönsam i denna kalkyl.

Tabell 12: Kostnadsoptimala nivåer för byggnader med olika uppvärmningsalternativ i förhållande till föreslagna kravnivåer 2020

	Kostnadsoptimal nivå	Föreslagen kravnivå, inkl. ev. areakorrekt-ion	Föreslagen nivå/kostnadsoptimal nivå
Småhus – bergvärmepump	89	90	+1%
Småhus – fjärrvärme	85	90	+6%
Småhus – frånluftsvärmepump	92	90	-2%
Flerbostadshus – bergvärmepump	58	78	+34%
Flerbostadshus – fjärrvärme	78	78	0%
Lokaler (kontor) – bergvärmepump	62	65	+5%
Lokaler (kontor) – fjärrvärme	72	65	-10%

Beräknat med föreslagna primärenergifaktorer $PE_{el} = 1,85$ för el och $PE_{fjv} = 0,95$ för fjärrvärme.

De beräkningar som gjorts visar att för småhus med frånluftsvärmepump är det svårt att uppnå föreslagna krav 2020 med lönsamma investeringar. Detsamma gäller för lokaler (kontor) med fjärrvärme. Skillnaden i nuvärdeskostnad är dock inte så stor (se bilaga 1).

I övriga fall bör enligt beräkningarna lönsamma investeringar kunna göras för att uppnå föreslagna krav 2020, dvs. de energibesparingar som åtgärderna medför väger upp investeringskostnaderna.

Småhus med bergvärmepump – kostnadsoptimal nivå 2021

Diagram 1–2 visar resultat av nuvärdesberäkningar för energieffektiviserande åtgärder för småhus 104 m² med bergvärmepump.

Den finansiella och den makroekonomiska kalkylen visar båda på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 89 kWh/m² och år.

Grundfallet utgår från ett småhus med en energiprestanda på 93 kWh/m² och år. Med åtgärden ökad takisolering uppnår byggnaden en energiprestanda på 89 kWh/m² och år, vilket bedöms vara kostnadsoptimal nivå för energiprestanda för denna typbyggnad.

Föreslagen kravnivå för småhus är 80 kWh/m² och år. Mindre småhus på 104 m² får dock en areakorrektion vilket innebär att det föreslagna kravet är 90 kWh/m² och år för detta typhus.

Diagram 1: Småhus 104 m² med bergvärmepump – finansiell kalkyl

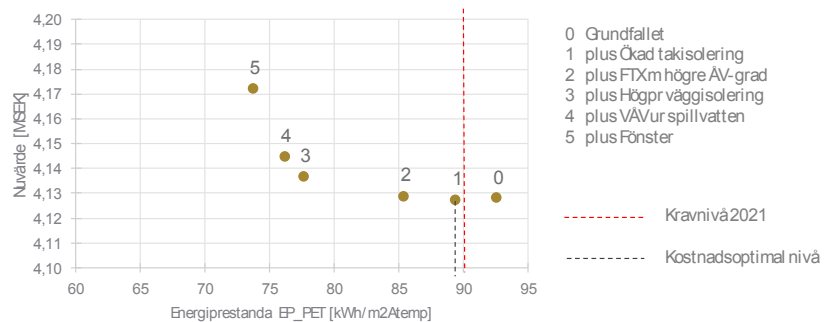
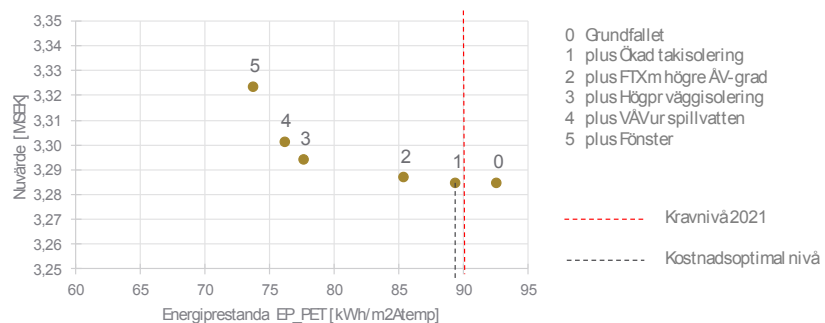


Diagram 2: Småhus 104 m² med bergvärmepump – makroekonomisk kalkyl



Källa: Sweco

Småhus med fjärrvärme – kostnadsoptimal nivå 2021

Diagram 3–4 visar resultat av nuvärdesberäkningar för energieffektiviserande åtgärder för småhus 104 m² med fjärrvärme.

Den finansiella och den makroekonomiska kalkylen visar båda på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 85 kWh/m² och år.

Grundfallet utgår från en typbyggnad med en energiprestanda på 91 kWh/m² och år. Med åtgärden FTX med högre återvinningsgrad uppnår byggnaden en energiprestanda på 85 kWh/m² och år, vilket bedöms vara kostnadsoptimal nivå för energiprestanda för denna typbyggnad.

Föreslagen kravnivå för småhus är 80 kWh/m². Mindre småhus på 104 m² får dock en areakorrektion som innebär att det föreslagna kravet är 90 kWh/m² och år för detta typhus.

Diagram 3: Småhus 104 m² med fjärrvärme – finansiell kalkyl

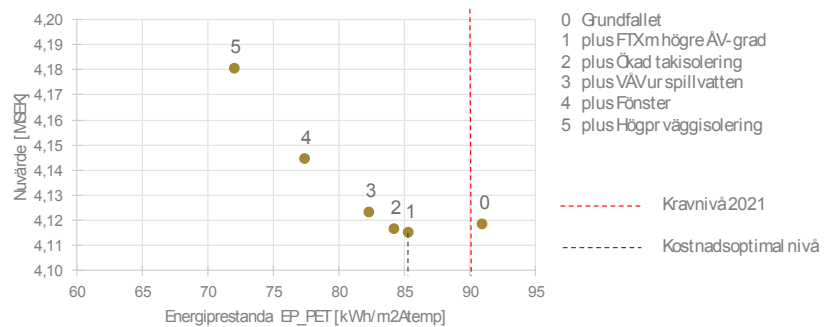
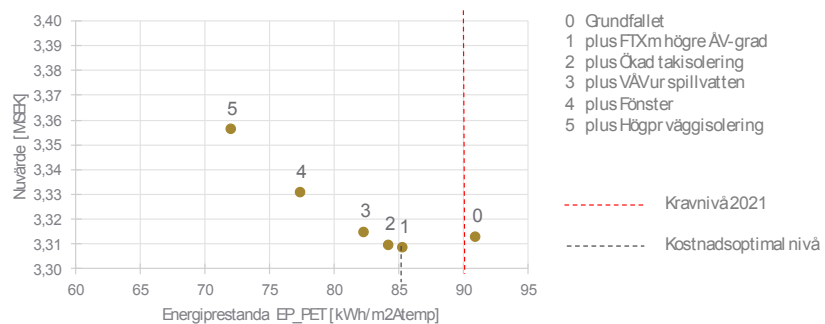


Diagram 4: Småhus 104 m² med fjärrvärme – makroekonomisk kalkyl



Källa: Sweco

Småhus med frånluftsvärmepump – kostnadsoptimal nivå 2021

Diagram 5–6 visar resultat av nuvärdesberäkningar för energieffektiviserande åtgärder för småhus 104 m² med frånluftsvärmepump.

Den finansiella och den makroekonomiska kalkylen visar båda på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 92 kWh/m² och år.

Grundfallet utgår från en typbyggnad med en energiprestanda på 92 kWh/m² och år. Ingen av de prövade åtgärderna visade på lönsamhet. Energiprestandan 92 kWh/m² och år bedöms vara kostnadsoptimal nivå för denna typbyggnad.

Föreslagen kravnivå för småhus är 80 kWh/m² och år. Mindre småhus på 104 m² får dock en areakorrektion som innebär att det föreslagna kravet är 90 kWh/m² och år för detta typhus.

Diagram 5: Småhus 104 m² med frånluftsvärmepump – finansiell kalkyl

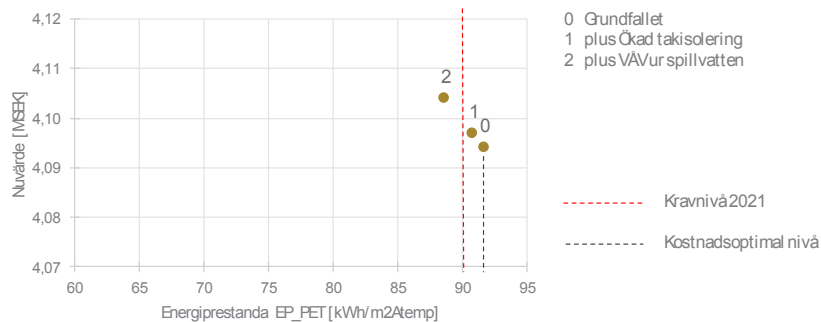
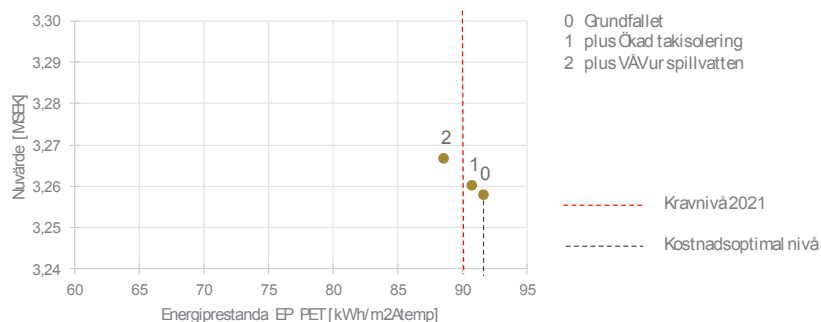


Diagram 6: Småhus 104 m² med frånluftsvärmepump – makroekonomisk kalkyl



Källa: Sweco

Flerbostadshus med bergvärmepump – kostnadsoptimal nivå 2021

Diagram 7–8 visar resultat av nuvärdesberäkningar för energieffektiviserande åtgärder flerbostadshus med bergvärmepump.

Den finansiella och den makroekonomiska kalkylen visar båda på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 58 kWh/m² och år.

Grundfallet utgår från en typbyggnad med en energiprestanda på 61 kWh/m² och år. Med åtgärden FTX med högre återvinningsgrad uppnår byggnaden en energiprestanda på 58 kWh/m² och år, vilket bedöms vara kostnadsoptimal nivå för energiprestanda för denna typbyggnad.

Föreslaget minimikrav för flerbostadshus är 78 kWh/m² och år.

Diagram 7: Flerbostadshus med bergvärme – finansiell kalkyl

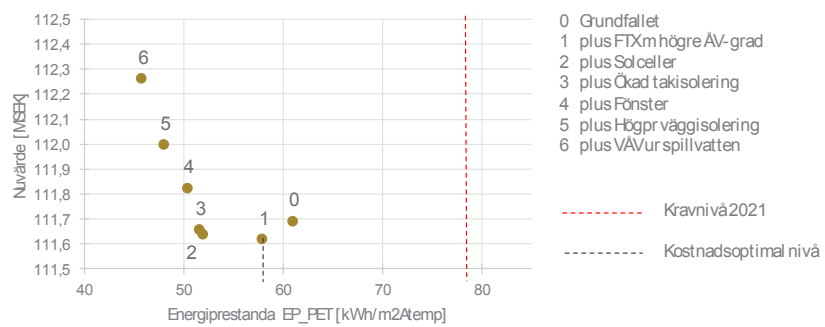
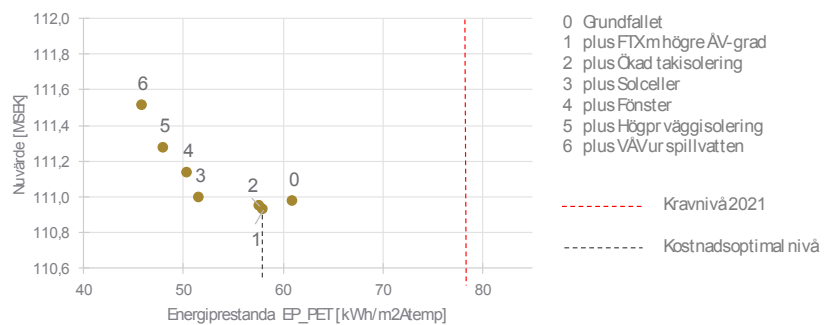


Diagram 8: Flerbostadshus med bergvärme – makroekonomisk kalkyl



Källa: Sweco

Flerbostadshus med fjärrvärme – kostnadsoptimal nivå 2021

Diagram 9–10 visar resultat av nuvärdesberäkningar för energieffektiverande åtgärder för flerbostadshus med fjärrvärme.

I det här fallet visar den finansiella kalkylen på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 78 kWh/m² och år. Den makroekonomiska kalkylen visar på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 73 kWh/m² och år.

Grundfallet utgår i båda kalkylerna från en typbyggnad med en energiprestanda på 83 kWh/m² och år. Med åtgärden FTX med högre återvinningsgrad uppnår byggnaden i den finansiella kalkylen en energiprestanda på 78 kWh/m² och år, vilket bedöms vara kostnadsoptimal nivå för energiprestanda för denna typbyggnad.

I den makroekonomiska kalkylen visar även åtgärden högpresterande väggisolering på lönsamhet. Tillsammans med åtgärden FTX med högre återvinningsgrad uppnår byggnaden i den makroekonomiska kalkylen en energiprestanda på 73 kWh/m² och år.

Föreslaget minimikrav för flerbostadshus är 78 kWh/m² och år.

Diagram 9: Flerbostadshus med fjärrvärme – finansiell kalkyl

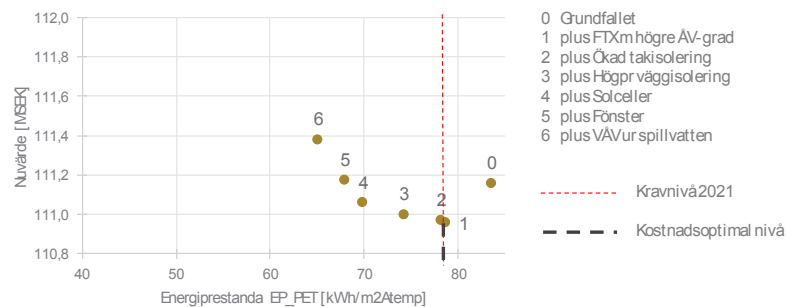
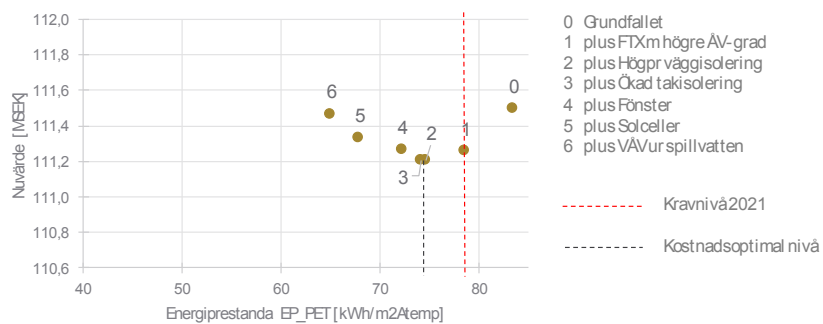


Diagram 10: Flerbostadshus med fjärrvärme – makroekonomisk kalkyl



Källa: Sweco

Lokaler med bergvärmepump – kostnadsoptimal nivå 2021

Diagram 11–12 visar resultat av nuvärdesberäkningar för energieffektiverande åtgärder för lokaler (kontor) med bergvärmepump.

Den finansiella och den makroekonomiska kalkylen visar båda på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 62 kWh/m² och år.

Grundfallet utgår från en typbyggnad med en energiprestanda på 67 kWh/m² och år. Med åtgärderna frikyla från berg och ökad takisolering uppnår byggnaden energiprestanda på 62 kWh/m² och år, vilket bedöms vara kostnadsoptimal nivå för energiprestanda för denna typbyggnad.

Föreslaget minimikrav för lokaler är 65 kWh/m² och år.

Diagram 11: Kontor med bergvärme – finansiell kalkyl

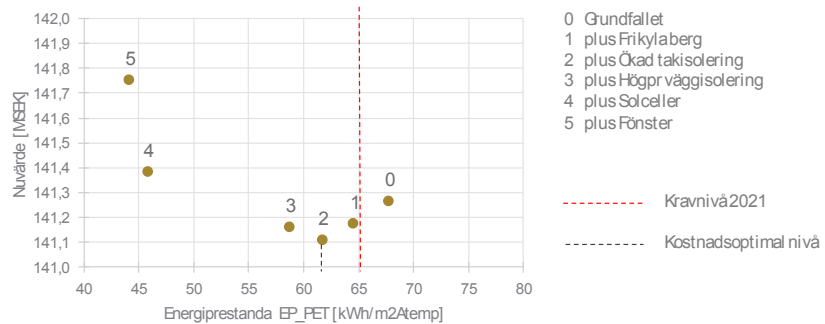
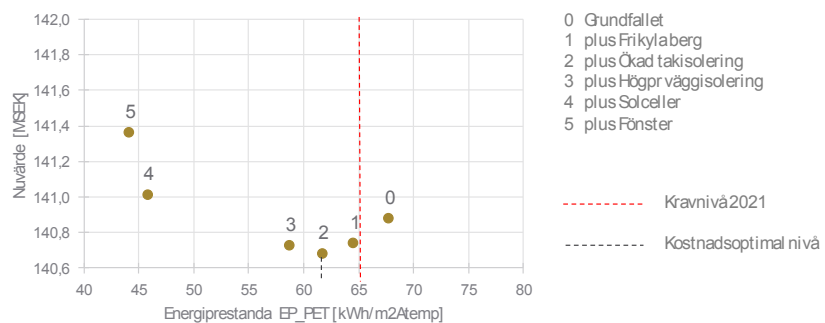


Diagram 12: Kontor med bergvärme – makroekonomisk kalkyl



Källa: Sweco

Lokaler med fjärrvärme – kostnadsoptimal nivå 2021

Diagram 13–14 visar resultat av nuvärdesberäkningar för energieffektiverande åtgärder för lokaler (kontor) med fjärrvärme.

Den finansiella och den makroekonomiska kalkylen visar båda på en kostnadsoptimal nivå för energiprestanda på 72 kWh/m² och år.

Grundfallet utgår från en typbyggnad med en energiprestanda på 76 kWh/m² och år. Med åtgärderna högpresterande väggisolering och ökad takisolering uppnår byggnaden energiprestanda på 72 kWh/m² och år, vilket bedöms vara kostnadsoptimal nivå för energiprestanda för denna typbyggnad.

Föreslaget minimikrav för lokaler är 65 kWh/m² och år.

Diagram 13: Kontor med fjärrvärme – finansiell kalkyl

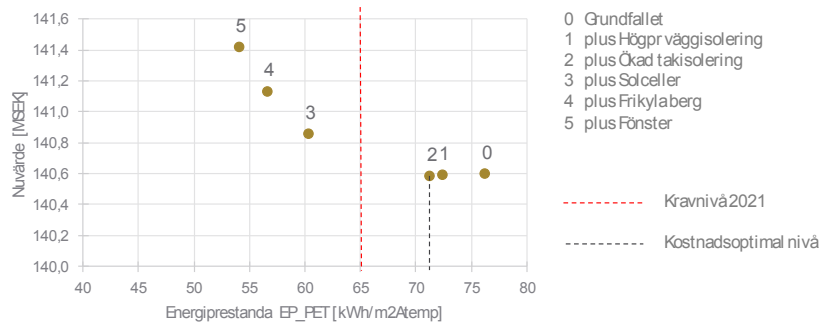
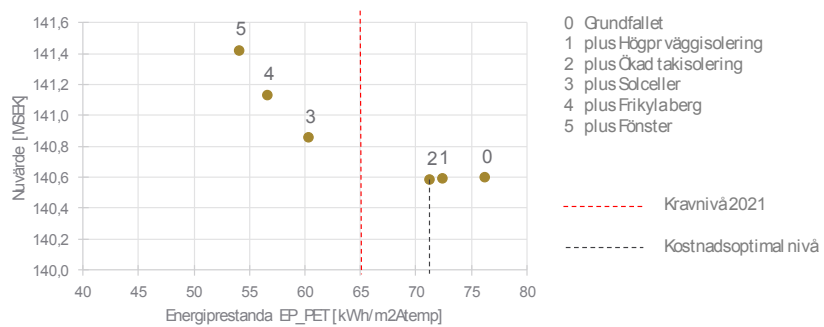


Diagram 14: Kontor med fjärrvärme – makroekonomisk kalkyl



Källa: Sweco

Bilaga 1: Energibehov och merkostnader – föreslagna krav 2020

Tabell 13: Flerbostadshus, A_{temp} 2 533 m² – fjärrvärme, bergvärmepump

Byggnadstyp och fall	EPpet BBR		Elbehov [kWh/år]	Fjärr-värme- behov [kWh/år]	Fjärr-kyla- behov [kWh/år]	Mer-kostnad för åtgärd [kr]	Teknisk livslängd [år]	Um	Nuvärde (SEK)	Elproduktion från solceller till hushållsverksam- het [kWh/år]	Elproduktion från solceller till försäljning [kWh/år]
	Köpt energi [kWh/m ² A _{temp} , år]	25- nya PEF [kWh/m ² A _{temp} , år]									
Flerbostadshus fjärrvärme EPpet-krav BBR25 88 kWh/m ² , A _{temp} : Um 0,40 W/m ² , K styrande för denna byggnad											
Grundfall	80	83	20144	183322	0	-	-	0,40	111 155 337	-	-
Fönster	78	82	20144	178157	0	165929	-	0,39	111 270 794	-	-
Höggr väggisolering	76	80	20143	172788	0	198082	-	0,37	111 184 843	-	-
Ökad takisolering	80	83	20144	182084	0	30232	-	0,40	111 166 417	-	-
Solceller	78	79	14214	183322	0	135200	-	0,40	111 212 966	244	2362
FTX m högre ÅV-grad	75	78	20143	170324	0	20000	20	0,40	110 956 449	-	-
VAV ur spillvatten	77	81	20144	175723	0	166500	20	0,40	111 363 052	-	-
Um= 0,35 samt SFPv 1,5	79	81	19301	177786	0	228314	-	0,35	111 284 968	-	-
Flerbostadshus bergvärmepump EPpet-krav BBR25 86 kWh/m ² , A _{temp} : Um 0,40 W/m ² , K styrande för denna byggnad											
Grundfall	33	61	83564	0	0	-	-	0,40	111 687 685	-	-
Fönster	32	60	81547	0	0	165929	-	0,39	111 853 373	-	-
Höggr väggisolering	32	60	80323	0	0	235222	-	0,36	111 861 799	-	-
Ökad takisolering	33	61	83081	0	0	30232	-	0,39	111 708 348	-	-
Solceller	30	64	75298	0	0	135200	-	0,40	111 705 977	4	267
FTX m högre ÅV-grad	31	68	79458	0	0	20000	20	0,40	111 614 255	-	-
VAV ur spillvatten	32	68	80534	0	0	166500	20	0,40	111 952 235	-	-
Um= 0,35 samt SFPv 1,5	32	68	81056	0	0	265454	-	0,35	111 913 847	-	-

Tabell 14: Kontor, A_{temp} 5489 m² – fjärrvärme, bergvärmepump

Byggnadstyp och fall	EPpet BBR		Elbehov [kWh/år]	Fjärr-värme- behov [kWh/år]	Fjärr-kyla- behov [kWh/år]	Mer-kostnad för åtgärd [kr]	Teknisk livslängd [år]	Um	Nuvärde (SEK)	Elproduktion från solceller till hushållsverksam- het [kWh/år]	Elproduktion från solceller till försäljning [kWh/år]
	Köpt energi [kWh/m ² A _{temp} , år]	25- nya PEF [kWh/m ² A _{temp} , år]									
Kontor fjärrvärme EPpet-krav BBR25 80 kWh/m ² , A _{temp} : Um 0,60 W/m ² , K											
Grundfall	87	76	78549	292024	0	-	-	0,47	140 592 093	-	-
Fönster	84	74	77396	275487	0	502003	-	0,45	140 880 196	-	-
Höggr väggisolering	83	72	78549	289704	0	273878	-	0,39	140 584 135	-	-
Ökad takisolering	86	75	78549	285625	0	71672	-	0,46	140 584 661	-	-
Solceller	81	65	44093	292024	0	709800	-	0,47	140 862 875	1025	13053
Fjärrkyla (ist. för KM)	70	78	63877	292024	32181	-270000	-	0,47	140 736 597	-	-
Frikyla berg	64	73	85570	292024	0	707800	30	0,47	140 870 759	-	-
Krav 2021, SFPv=1,6	62	70	86551	289702	0	273878	-	0,39	140 485 057	-	-
Kontor bergvärmepump EPpet-krav BBR25 80 kWh/m ² , A _{temp} : Um 0,60 W/m ² , K styrande för denna byggnad											
Grundfall	37	68	201302	0	0	-	-	0,80	141 263 061	-	-
Fönster	36	66	196348	0	0	502003	-	0,58	141 631 871	-	-
Höggr väggisolering	35	65	192496	0	0	231572	-	0,56	141 317 623	-	-
Ökad takisolering	35	65	192793	0	0	71672	-	0,56	141 198 075	-	-
Solceller	30	55	162941	0	0	709800	-	0,80	141 484 342	393	7778
Fjärrkyla (ist. för KM)	40	69	190214	0	27720	-270000	-	0,80	141 303 284	-	-
Frikyla berg	35	65	191845	0	0	267800	30	0,80	141 169 803	-	-
Um<0,4	28	52	153692	0	0	1108491	-	0,39	141 497 419	-	-
Åtgärds paket och 8	28	52	155082	0	0	967800	-	-	141 398 973	1151	8619

Tabell 15: Småhus – fjärrvärme, bergvärmepump, frånluftsvärmepump

Byggnadstyp och fall	EPpet BBR 2021 - nya		Elbehov [kWh/år]	Fjärr-värme-behov [kWh/år]	Fjärr-kyla-behov [kWh/år]	Mer-kostnad för åtgärd [kr]	Teknisk livslängd [år]	Um	Nuvärde (SEK)	Elproduktion från solceller till hushåll/verksamhet [kWh/år]	Elproduktion från solceller till försäljning [kWh/år]	
	Köpt energi [kWh/m ² A _{temp} , år]	PEF [kWh/m ² A _{temp} , år]										
Småhus 104 kvm fjärrvärme	EPpet-krav BBR25 90 kWh/m ² Atemp; Um 0,40 W/m ² K											
Grundfall	90	91	851	8697	0	-	-	0,25	4 118 251	-	-	
Fönster	85	86	851	8156	0	24700		0,23	4 198 080	-	-	
Högpr väggisolering	84	86	851	8109	0	42323		0,23	4 200 722	-	-	
Ökad takisolering	89	90	851	8575	0	3570		0,25	4 188 582	-	-	
Solceller	87	86	362	8697	0	24980		0,25	4 187 045	661	380	
FTX m högre ÄV-grad	84	85	851	8079	0	4500	20	0,25	4 181 140	-	-	
VÄV ur spillvatten	88	89	851	8489	0	5000	20	0,25	4 171 415	-	-	
Småhus 104 kvm bergvärmepump	EPpet-krav BBR25 90 kWh/m ² Atemp; Um 0,40 W/m ² K styrande för denna byggnad											
Grundfall	50	93	5208	0	0	-	-	0,40	4 127 600	-	-	
Fönster	49	90	5071	0	0	24700		0,38	4 154 936	-	-	
Högpr väggisolering	48	85	4771	0	0	17314		0,38	4 135 289	-	-	
Ökad takisolering	48	89	5031	0	0	3570		0,39	4 128 938	-	-	
Solceller	43	79	4444	0	0	24980		0,40	4 128 449	366	200	
FTX m högre ÄV-grad	48	89	4983	0	0	4500	20	0,40	4 129 126	-	-	
VÄV ur spillvatten	49	91	5125	0	0	5000	20	0,40	4 135 753	-	-	
Um 0,3	42	78	4368	0	0	41788		0,30	4 151 690	-	-	
Småhus 104 kvm frånluftsvärmepump	EPpet-krav BBR25 90 kWh/m ² Atemp; Um 0,40 W/m ² K											
Grundfall	50	92	5155	0	0	0		0,20	4 094 074	-	-	
Ökad takisolering	49	91	5107	0	0	3570		0,20	4 128 905	-	-	
Solceller	42	77	4352	0	0	24980		0,20	4 124 836	341	185	
VÄV ur spillvatten	48	90	5033	0	0	5000	20	0,20	4 133 374	-	-	
2021 Um<0,3 uppfylls i samtliga fall												



Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,
byggande och boende

Box 534, 371 23 Karlskrona
Telefon: 0455-35 30 00
Webbplats: www.boverket.se