



Varsam energieffektiv renovering Tjärna ängar

- exempel på renovering av allmännyttans flerbostadshus från 1950-1975

"En modell skapas för varsam renovering av allmännyttiga bostäder baserad på hållbarhet såväl ekologiskt som socialt och ekonomiskt"

ByggDialog™
Dalarna

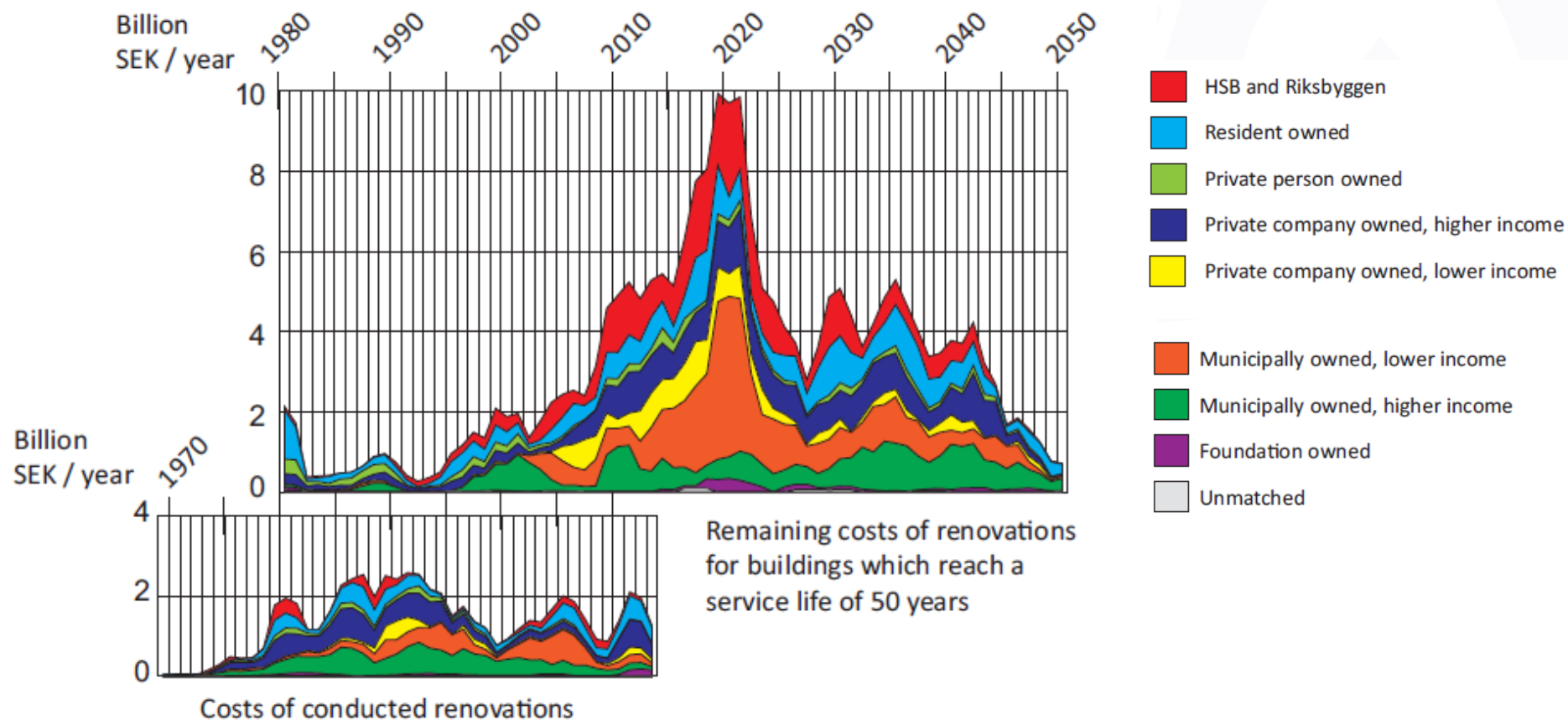
 **Energimyndigheten**


TUNABYGGEN

 **ACTICON**
smartare ventilation

 **ByggPartner**

 **HÖGSKOLAN
DALARNA**



Källa: Mangold, 2016

Varsam renovering med ambitiös målsättning

Bidra till en halverad energianvändning i Sveriges byggda bestånd, samtidigt som

Social hållbarhet

- hyresgästerna får en positiv upplevelse av renoveringen och bättre inomhusklimat

Ekologisk hållbarhet

- det valda renoveringspaketet harmonierar med fjärrvärmesystemet och minskar byggandens klimatpåverkan

Ekonomisk hållbarhet

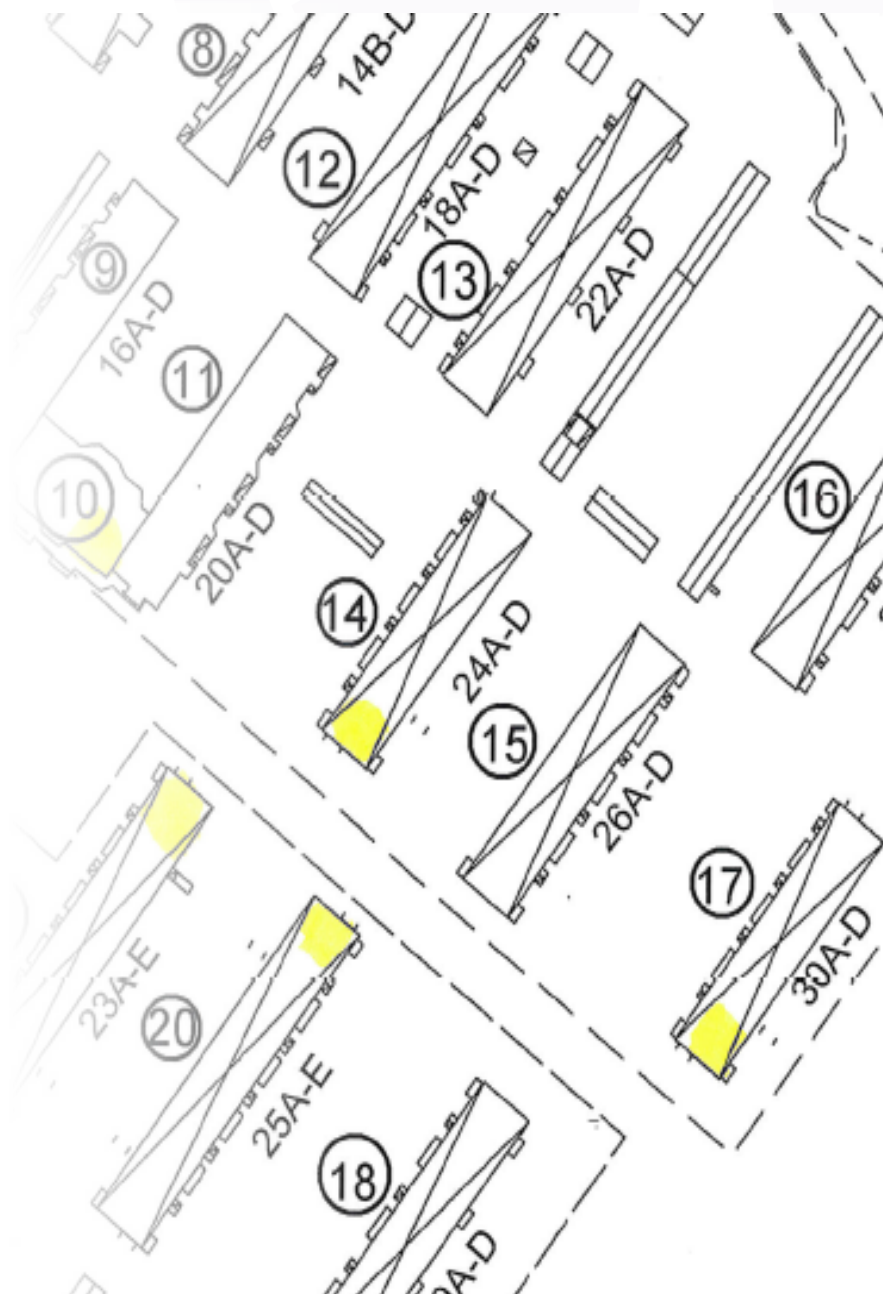
- ägarens krav på kostnadseffektivitet på 5% kalkylränta tillgodoses (nominell ränta)



Vision

”Projektet bidrar till förnyelseprocessen för att göra Tjärna ängar till ett mer attraktivt, varierat och integrerat bostadsområde”

-Ur måldokumentet



Forskningsprojektet

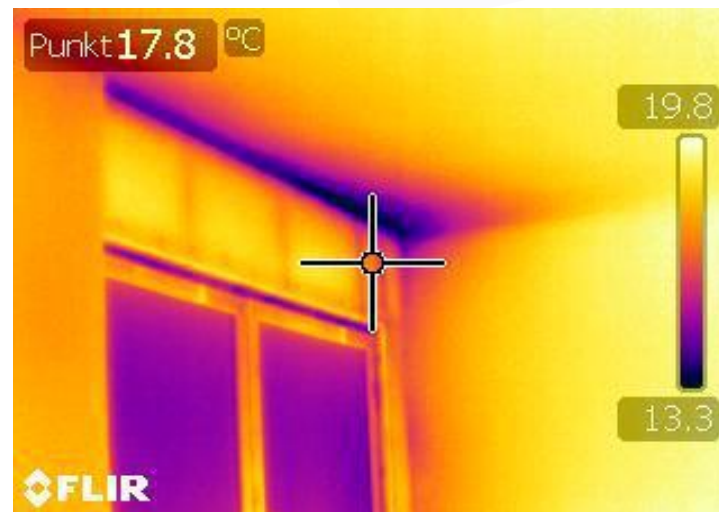
- Tre testobjekt i fullskala
- Byggnaderna och dess boende följs i totalt fyra år genom byggprocessen inklusive två driftår



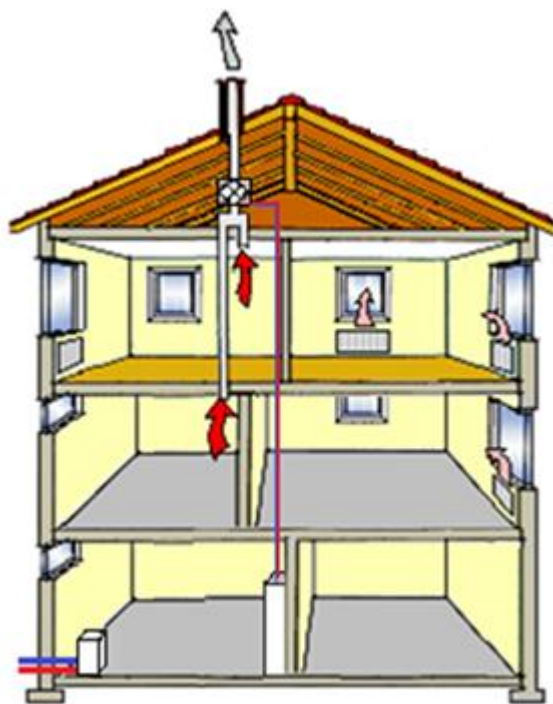
GAVEL ÅT SÖDER

Åtgärder på klimatskal

- Tilläggsisolering på vind (i samband med ändring av taket)
- Nya fönster U-värde 1,0 W/m²K
- Skalåtgärder på utfackningsväggar för bättre U-värde och lufttätet kring fönster

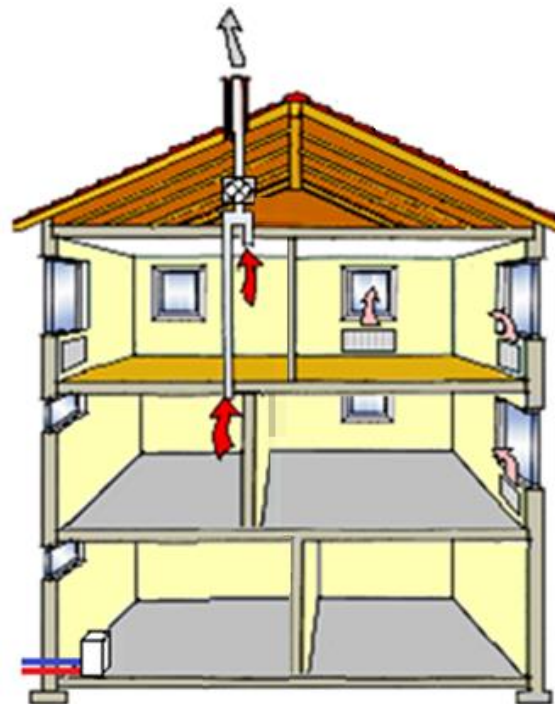


Värme/ventilation



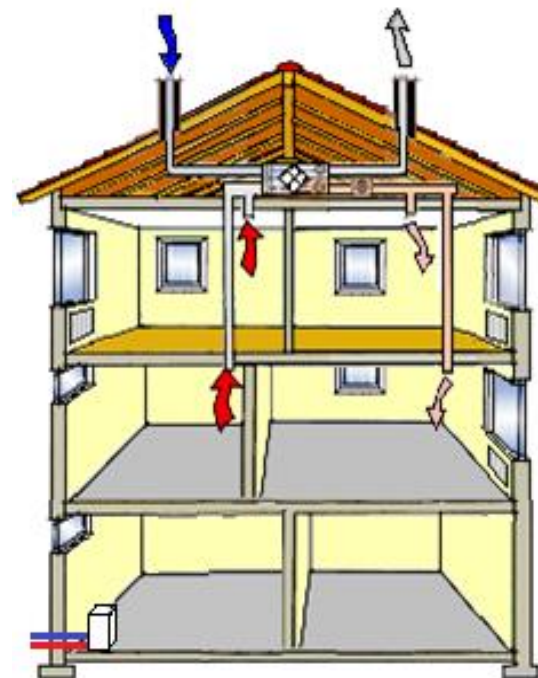
Hus 25

Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26

Tilluftsradiatorer

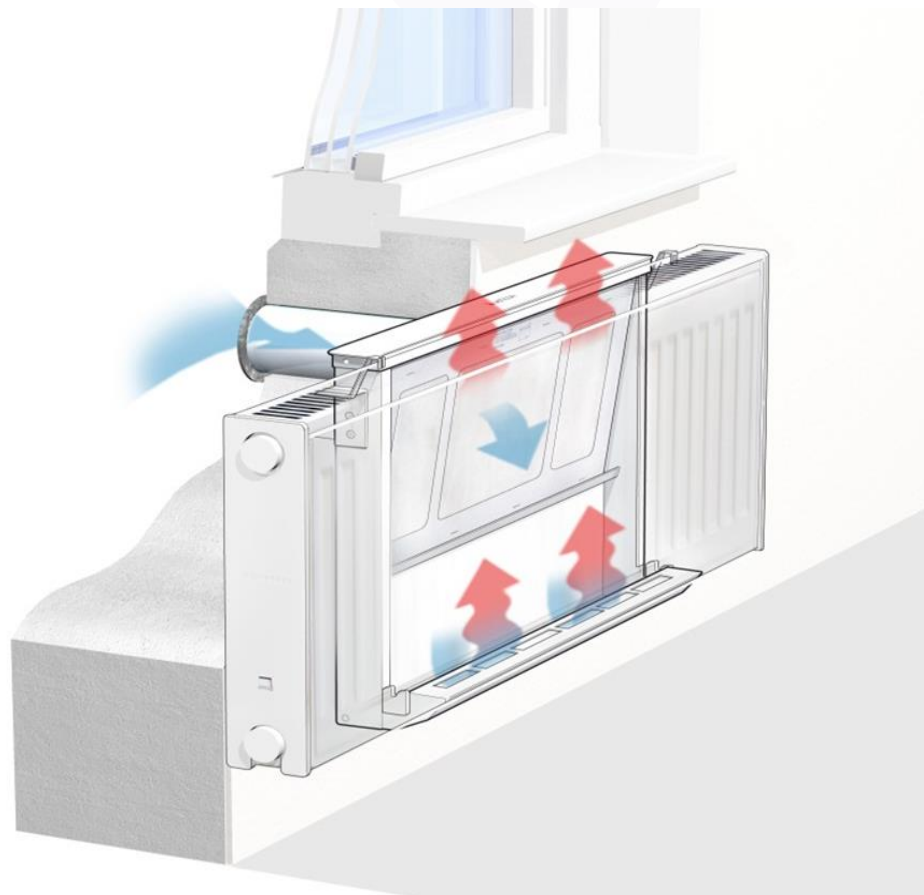


Hus 28

Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)

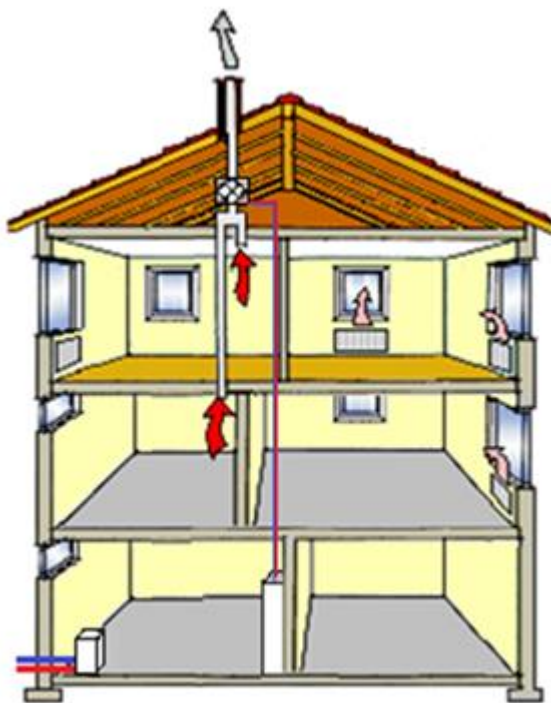
Tilluftsradiorer

- Förvärmning av ventilationsluft förbättrar komfort
- Låg vattentemperatur ger effektiv användning av värmepump

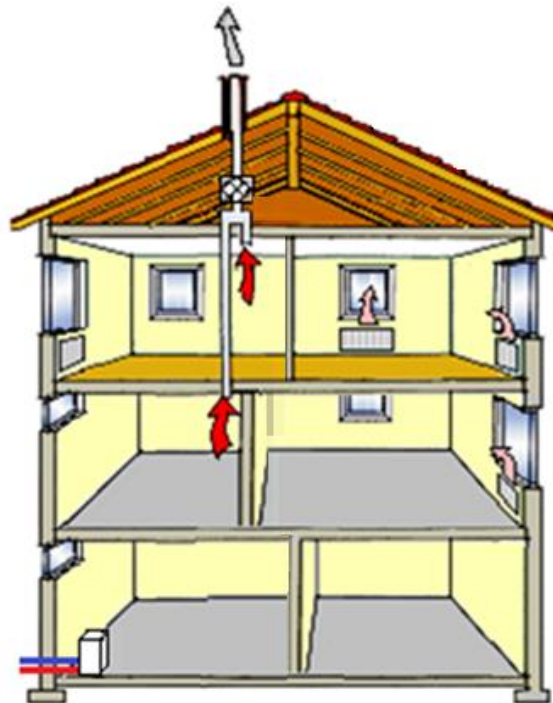




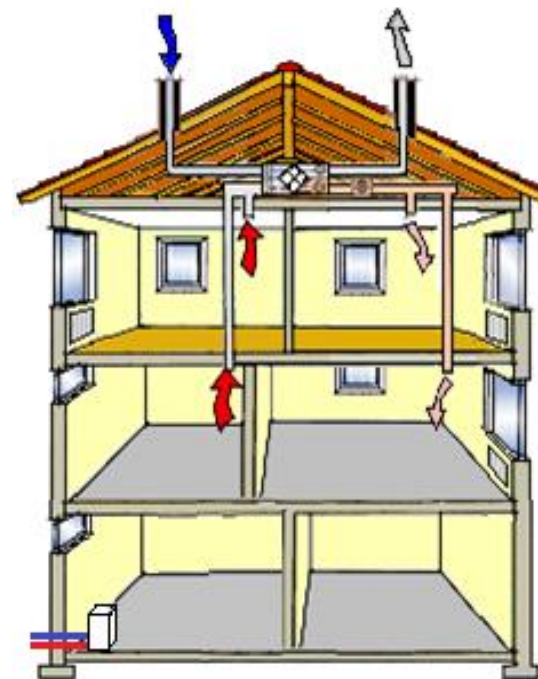
Ekologisk hållbarhet



Hus 25
Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26
Tilluftsradiatorer

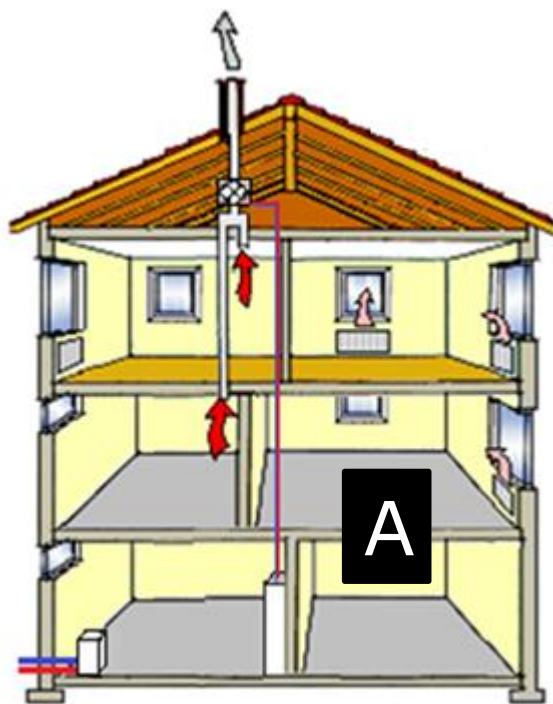


Hus 28
Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)



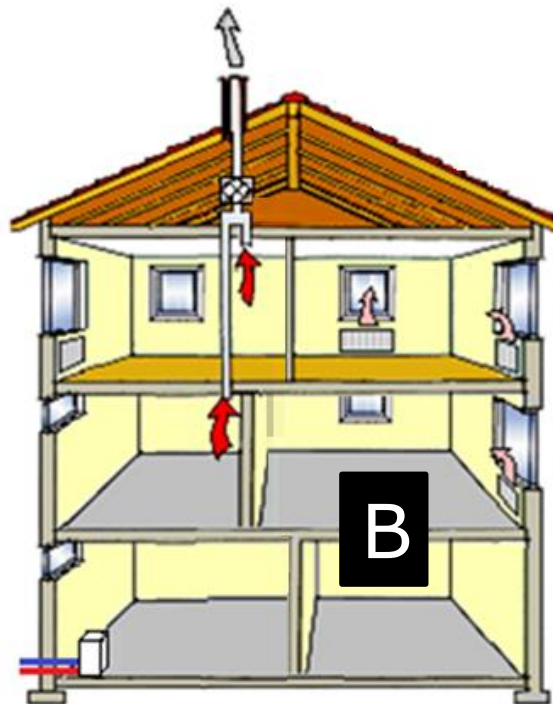
HÖGSKOLAN
DALARNA

Ekologisk hållbarhet



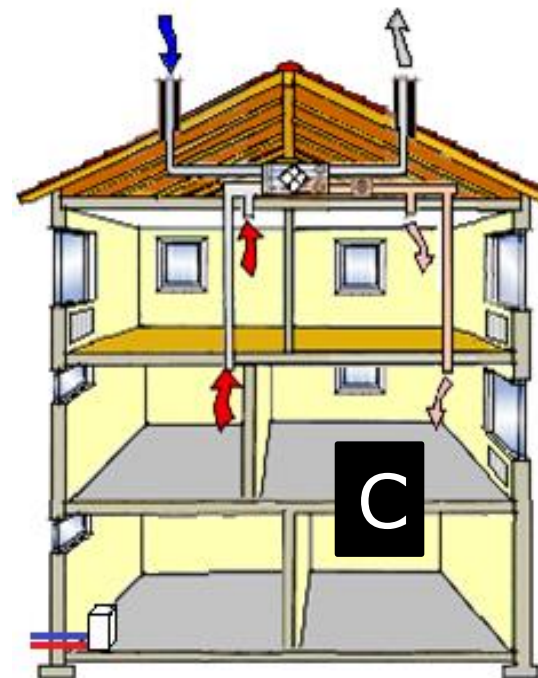
Hus 25

Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26

Tilluftsradiatorer



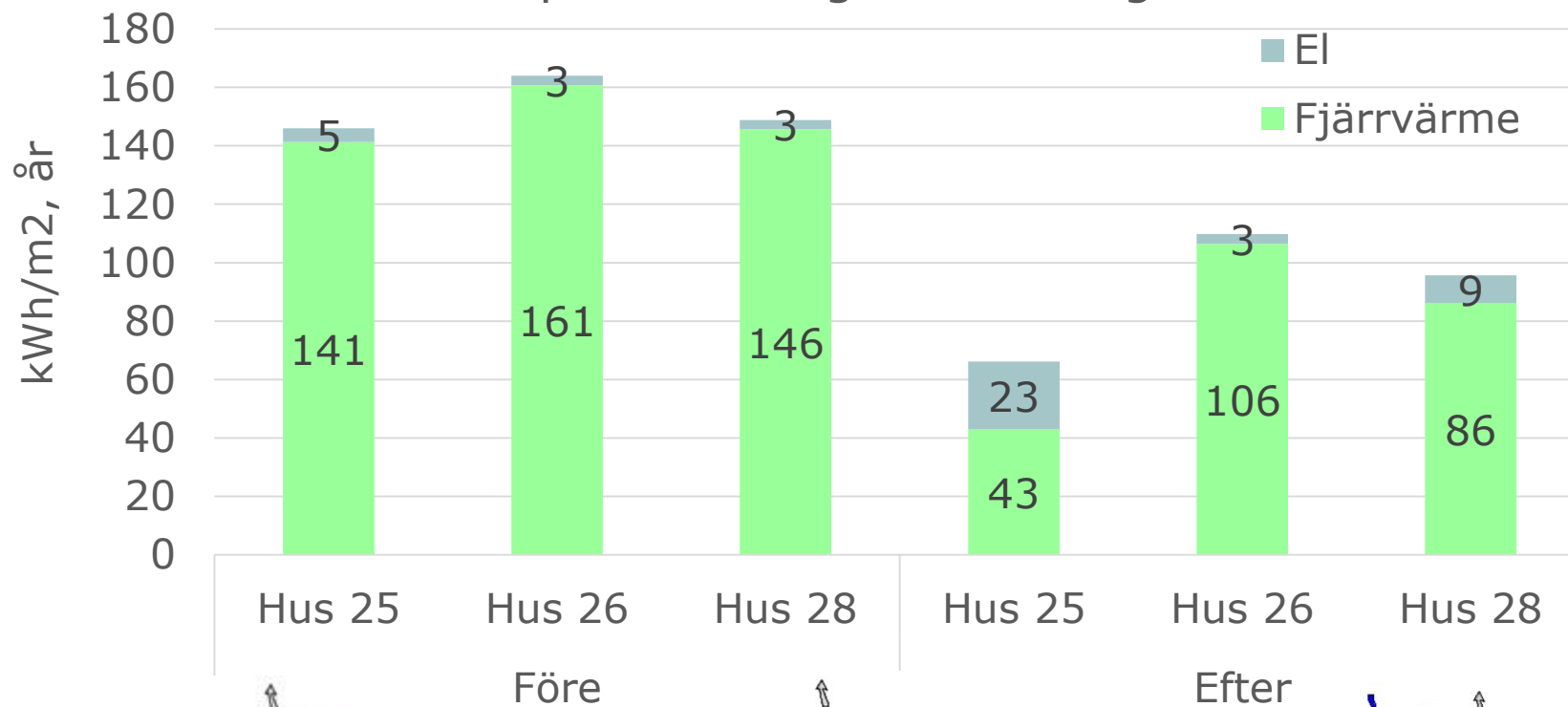
Hus 28

Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)



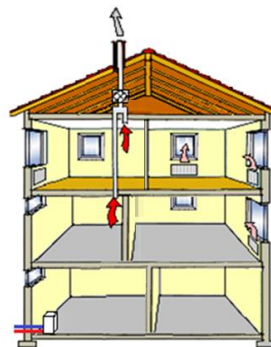
HÖGSKOLAN
DALARNA

Specifik energianvändning



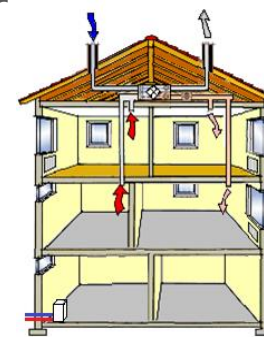
Hus 25

FVP + tilluftsradiatorer



Hus 26

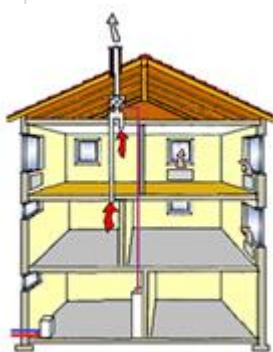
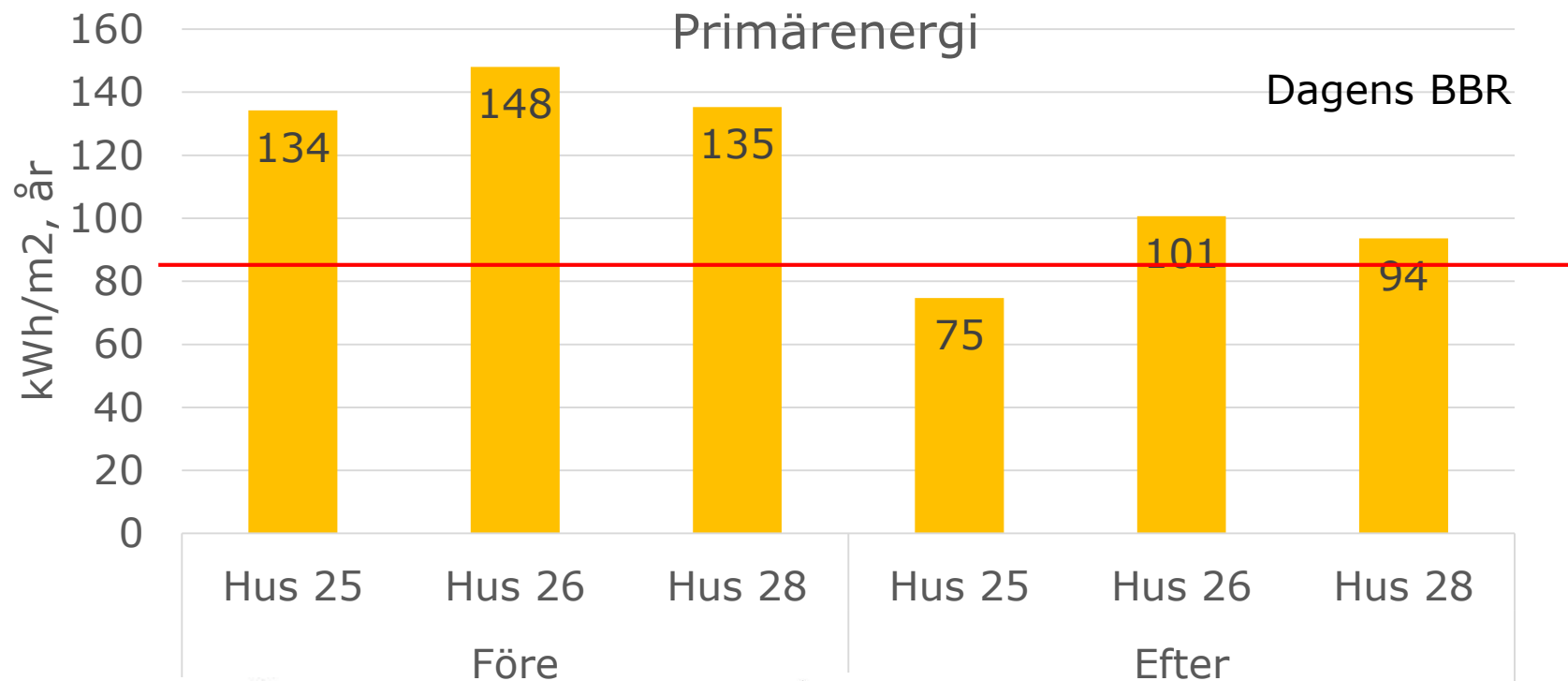
Tilluftsradiatorer



Hus 28

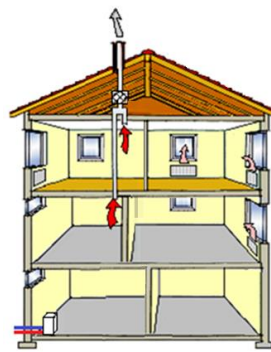
FTX

Primärenergi



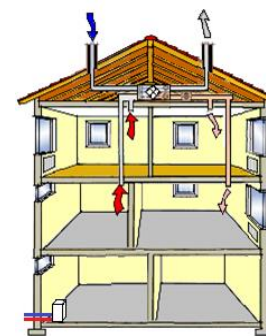
Hus 25

FVP + tilluftsradiorer



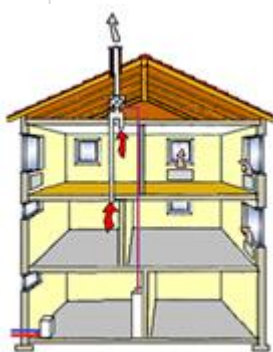
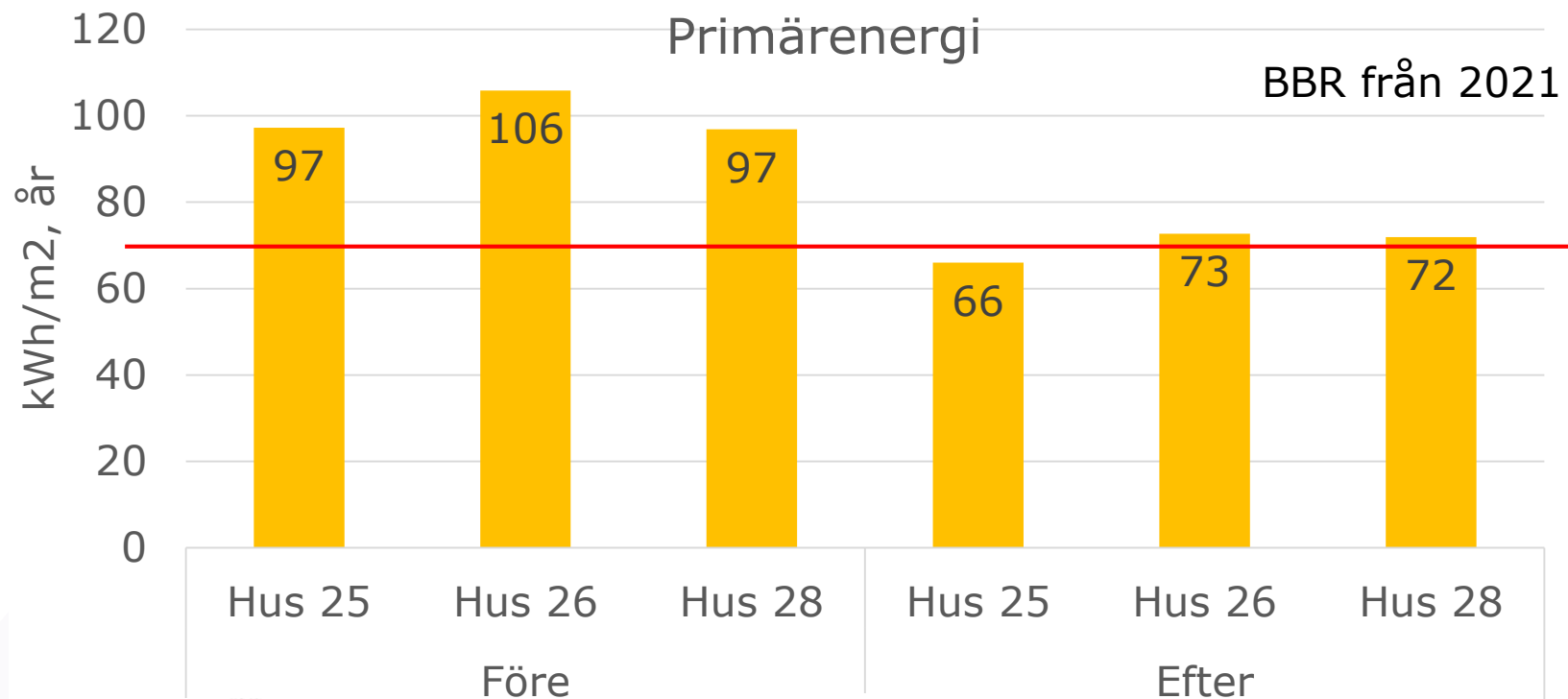
Hus 26

Tilluftsradiorer

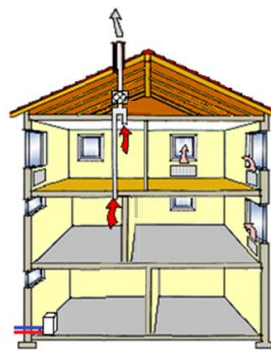


Hus 28

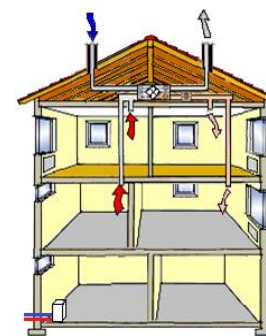
FTX



Hus 25
FVP + tilluftsradiorer

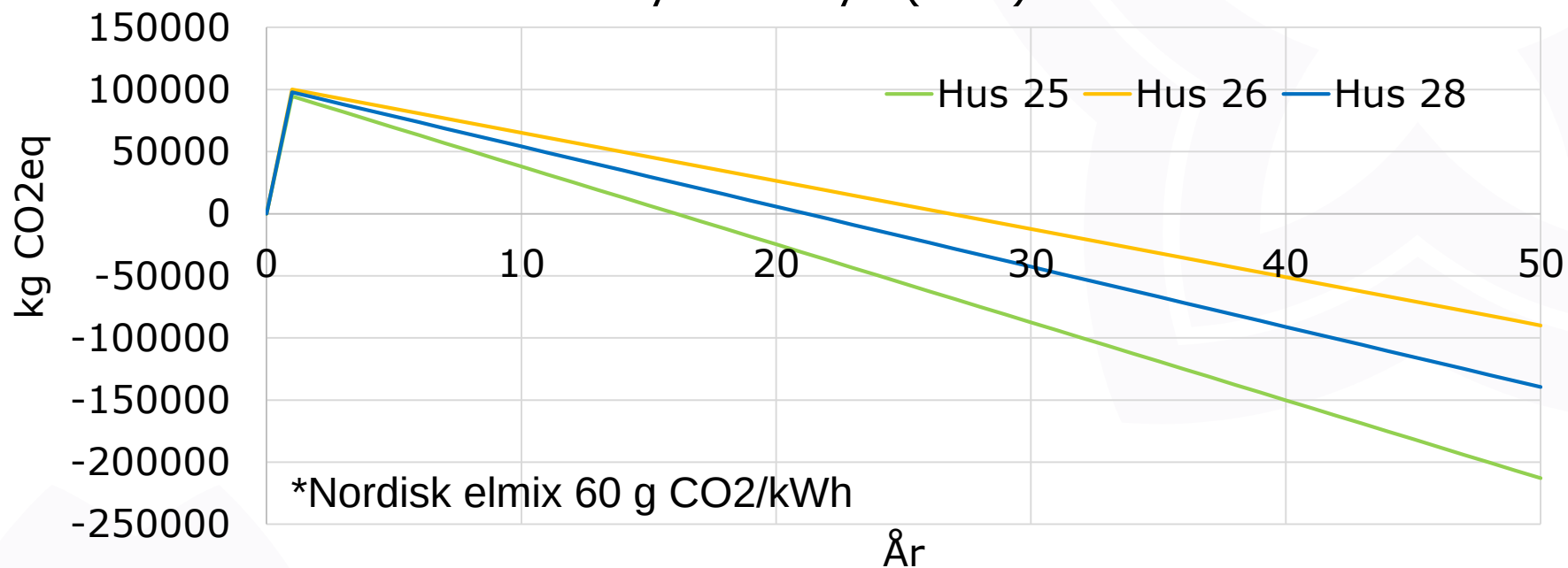


Hus 26
Tilluftsradiorer



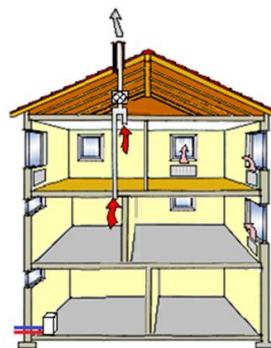
Hus 28
FTX

Livscykelanalys (LCA)



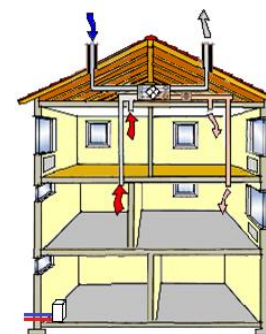
Hus 25

FVP + tilluftsradiorer



Hus 26

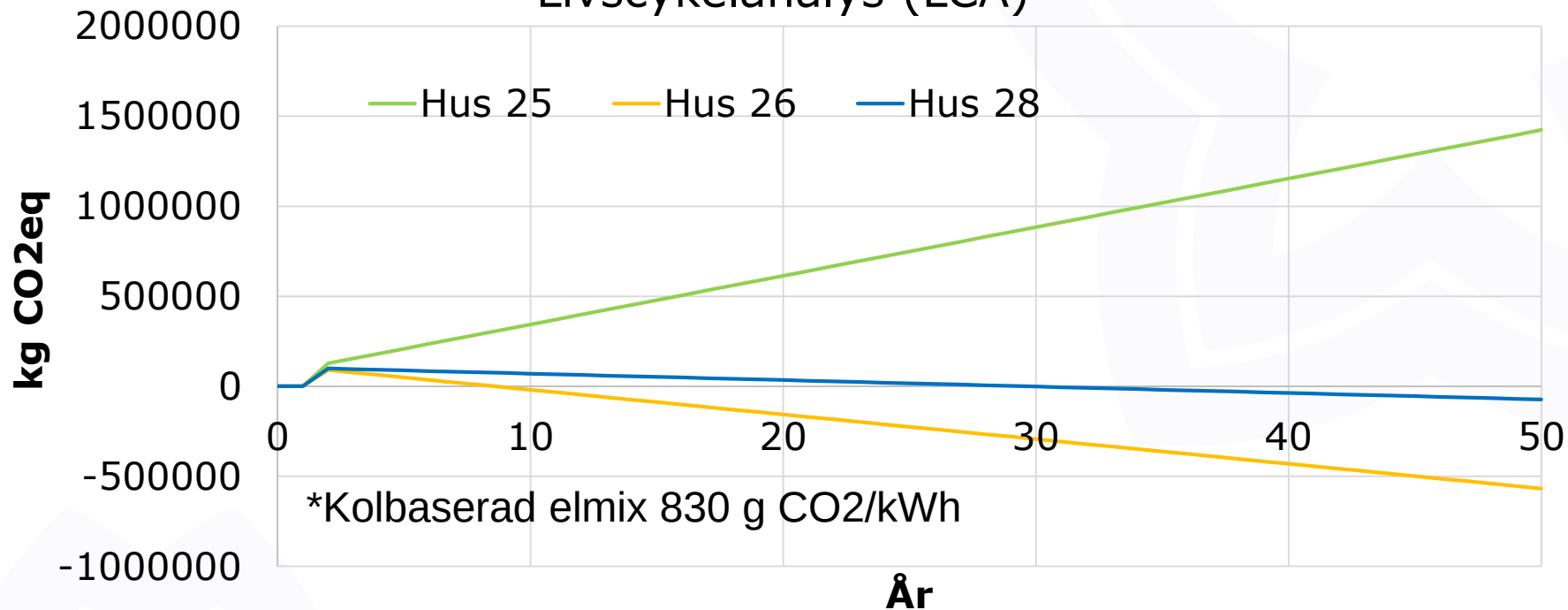
Tilluftsradiorer



Hus 28

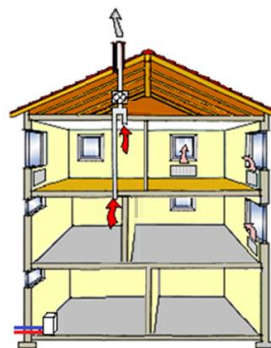
FTX

Livscykelanalys (LCA)



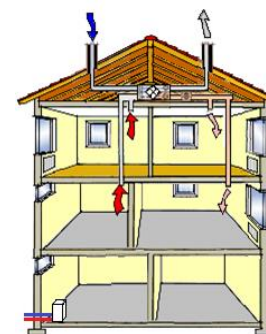
Hus 25

FVP + tilluftsradiorer



Hus 26

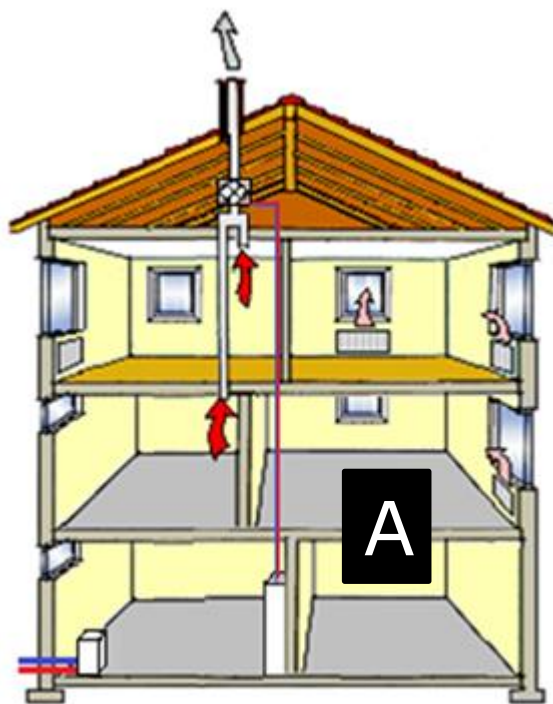
Tilluftsradiorer



Hus 28

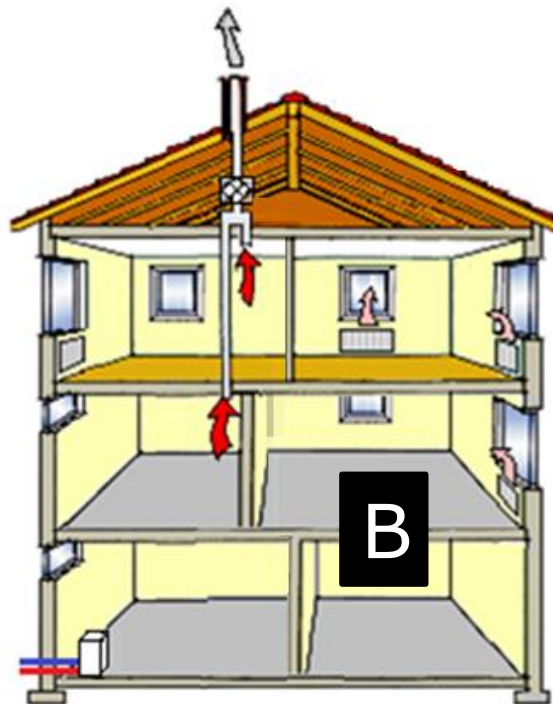
FTX

Ekologisk hållbarhet



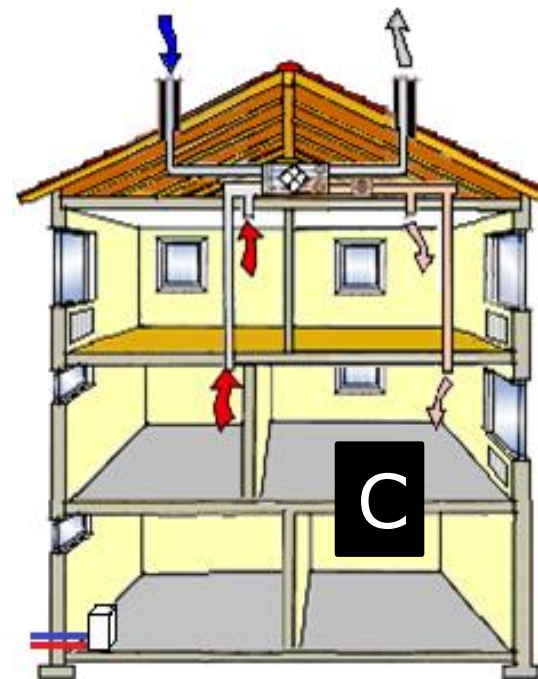
Hus 25

Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26

Tilluftsradiatorer



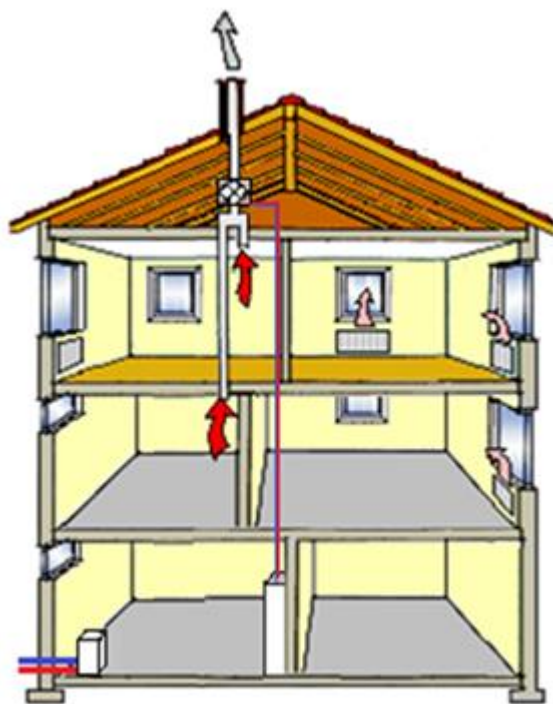
Hus 28

Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)

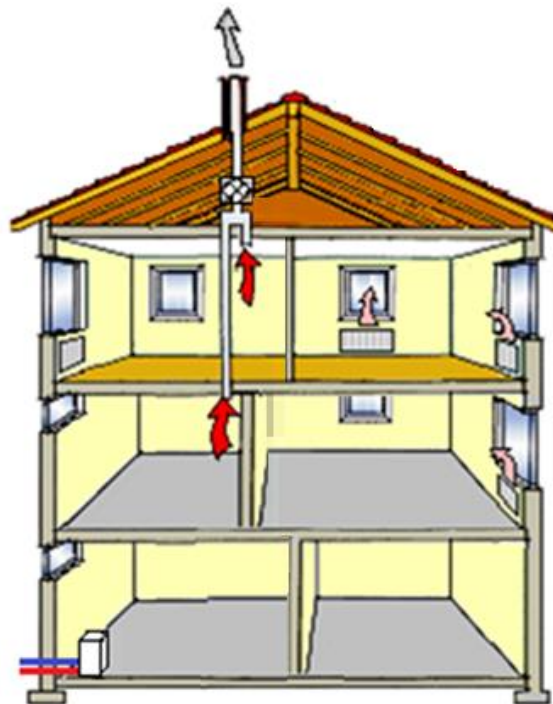


HÖGSKOLAN
DALARNA

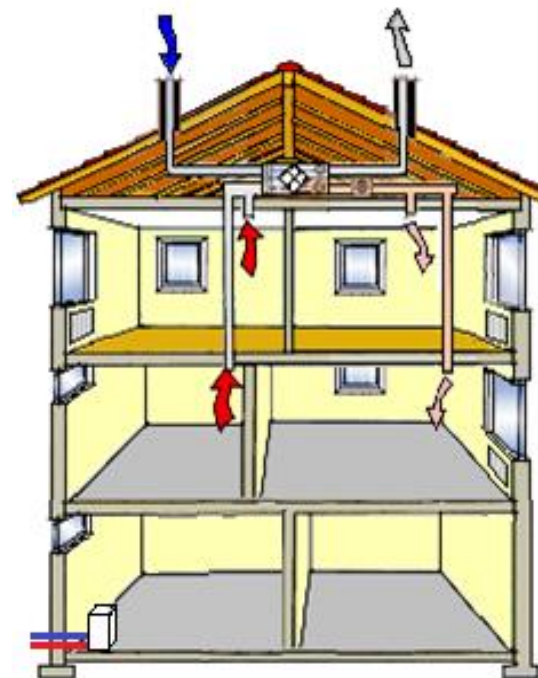
Ekonomisk hållbarhet



Hus 25
Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



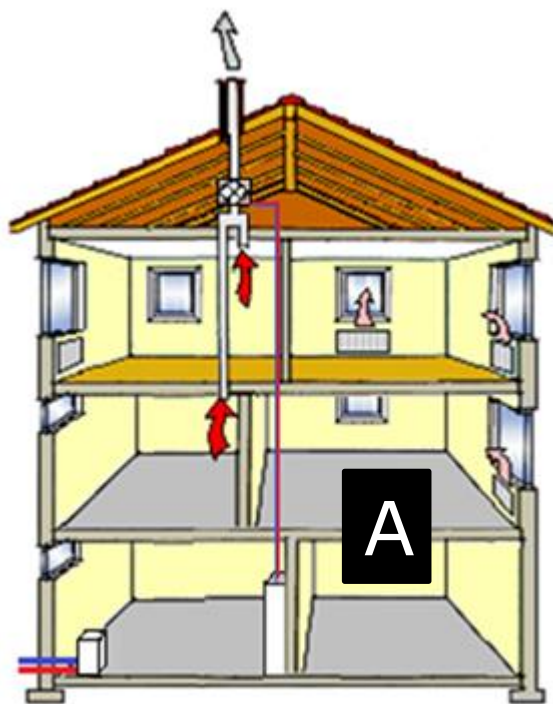
Hus 26
Tilluftsradiatorer



Hus 28
Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)

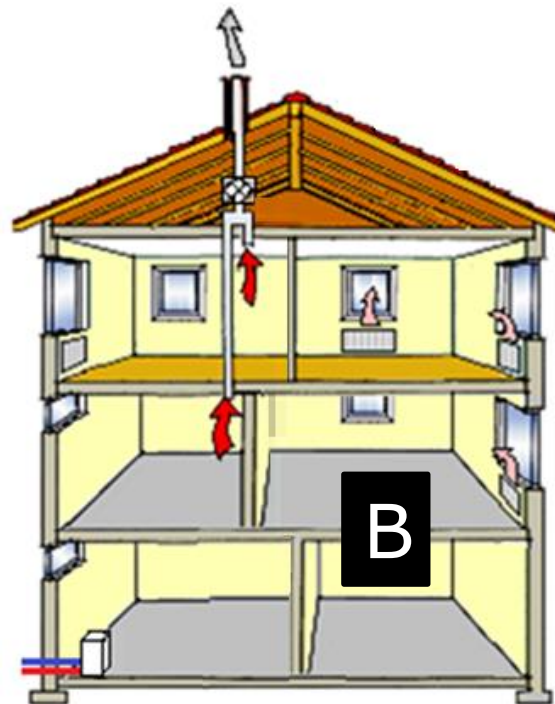


Ekonomisk hållbarhet



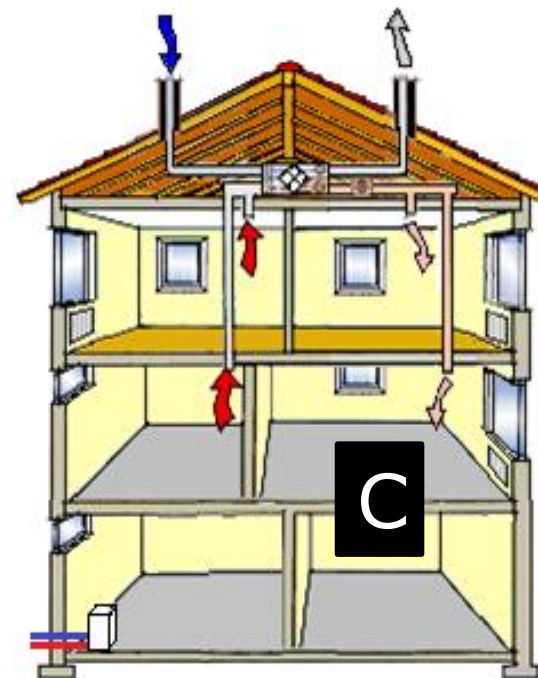
Hus 25

Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26

Tilluftsradiatorer

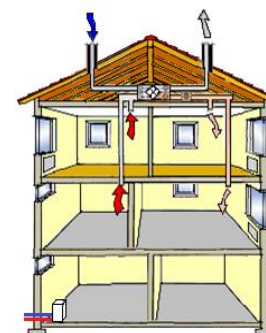


Hus 28

Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)



HÖGSKOLAN
DALARNA



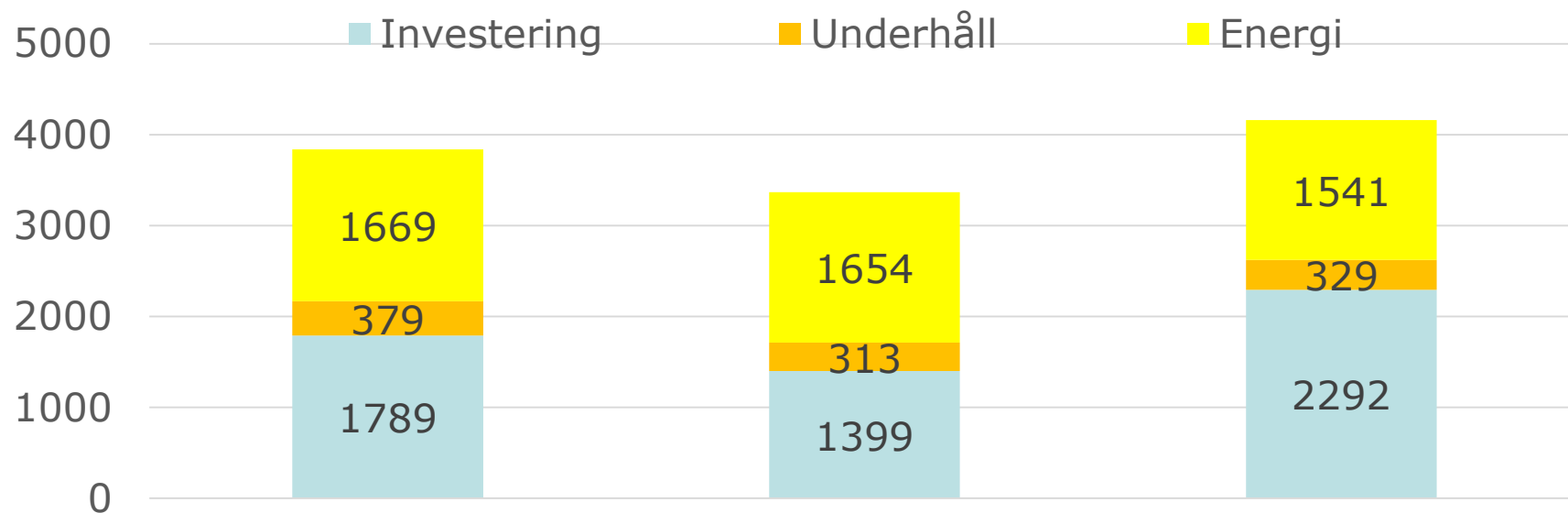
Hus 28

FTX

FJÄRRVÄRME				EL			
	Hus 25	Hus 26	Hus 28		Hus 25	Hus 26	Hus 28
	[SEK]	[SEK]	[SEK]		[SEK]	[SEK]	[SEK]
Högsta dygnsmedeleffekt				Elnät			
[kW]	83,1	117,0	81,5	Fast nätavgift	7 900	0	0
Fast effektpris	2 310	6 610	2 310	Abonnemangsavgift	6 519	825	2 750
Rörligt effektpris	36 965	47 031	36 275	Elöverföring	9 564	11 170	14 330
Totalt effektpris	39 275	53 641	38 585	Moms elnät	5 996	0	0
Energipris	53 286	77 697	67 995	Elhandel			
Flöde	12 611	17 837	14 521	Fast avgift (inkl. moms)	300	300	300
	12,0%	12,0%	12,0%	Energipris + skatt (inkl. moms)	74 915	35 795	49 686
	26 293	37 294	30 275	TOTALT	105 194	48 090	67 067
TOTALT	131 464	186 468	151 376				
				Kostnad per kWh			
Kostnad per kWh				[SEK/kWh]	1,48	1,42	1,43
[SEK/kWh]	0,79	0,75	0,67				
				Total kostnad per år	236 658	234 558	218 443

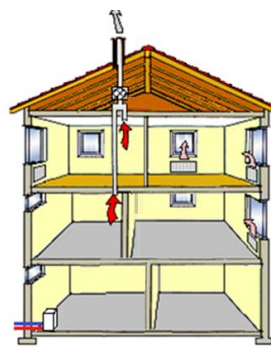
ENERGY		
Season	Energy price	
Nov-Mar	0,372	[SEK/kWh]
Apr - May / Sep - Oct	0,265	[SEK/kWh]
Jun - Aug	0,10	[SEK/kWh]

Livskostnadsanalys (LCC)



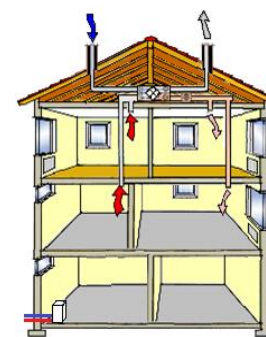
Hus 25

FVP + tilluftsradiorer



Hus 26

Tilluftsradiorer



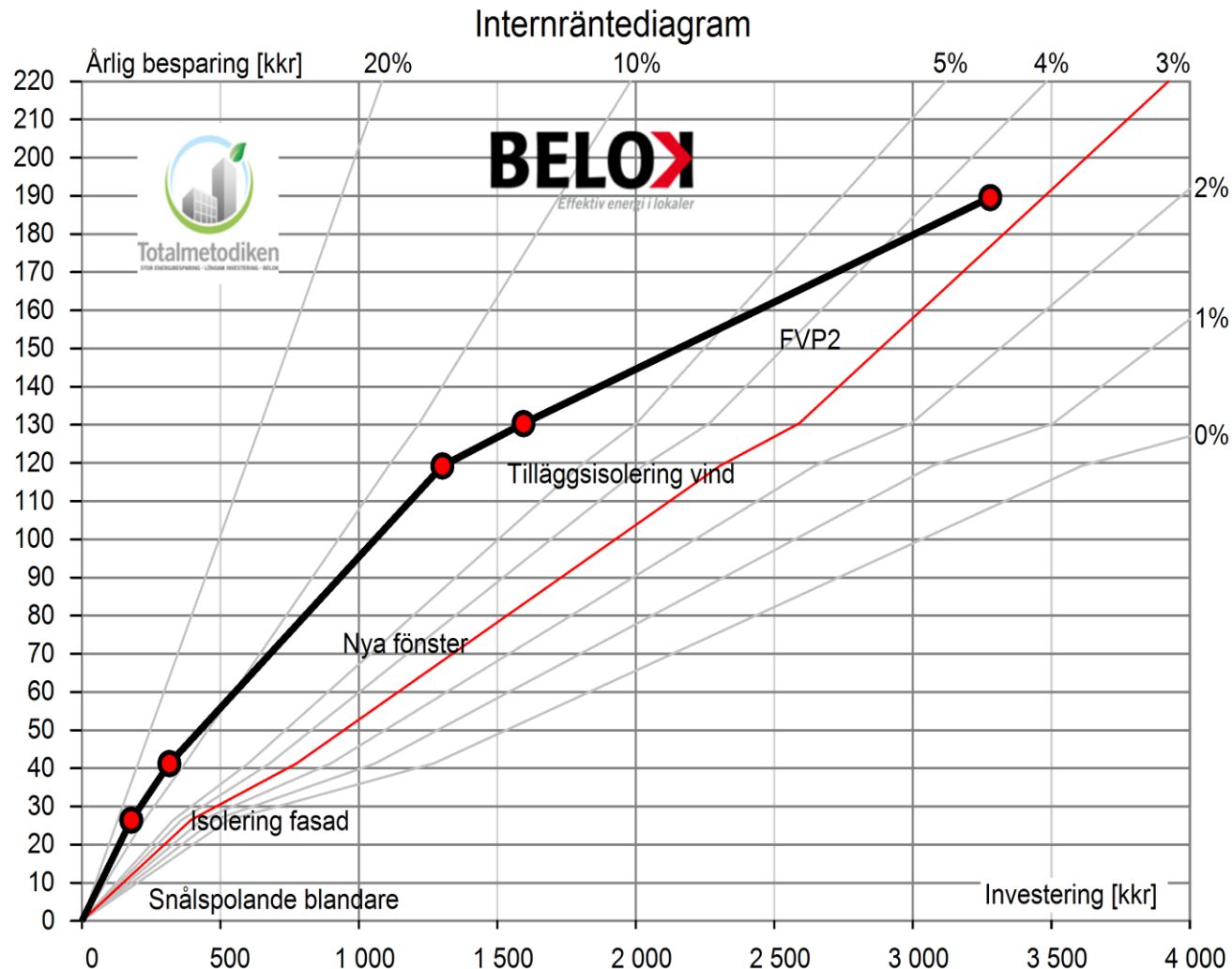
Hus 28

FTX

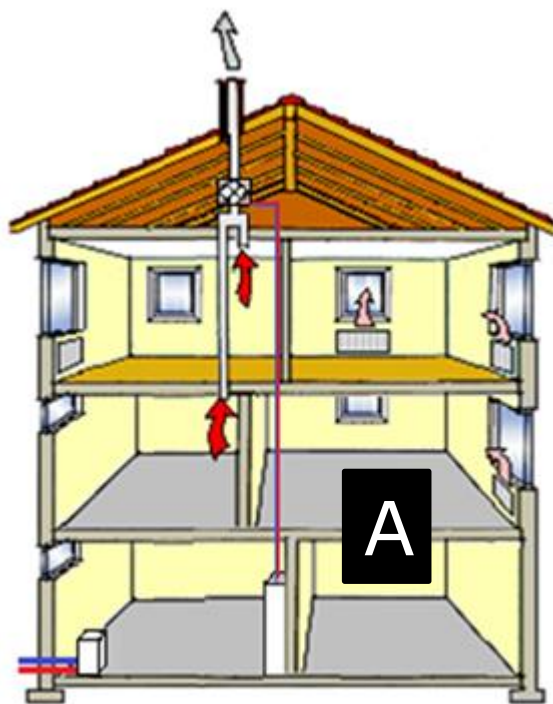
- Renoveringspaketet i Hus 25 ger 3,5% real internränta, vilket överstiger 5% nominell ränta och överträffar fastighetsägarens avkastningskrav



Hus 25
FVP + tilluftsradiorer

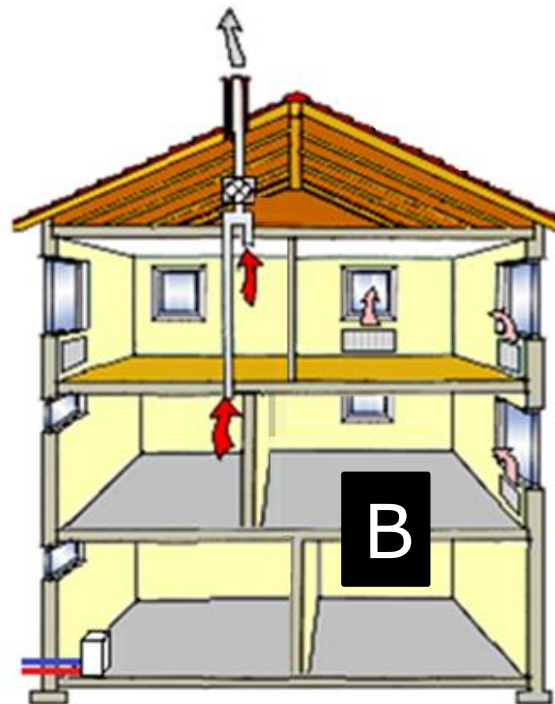


Ekonomisk hållbarhet



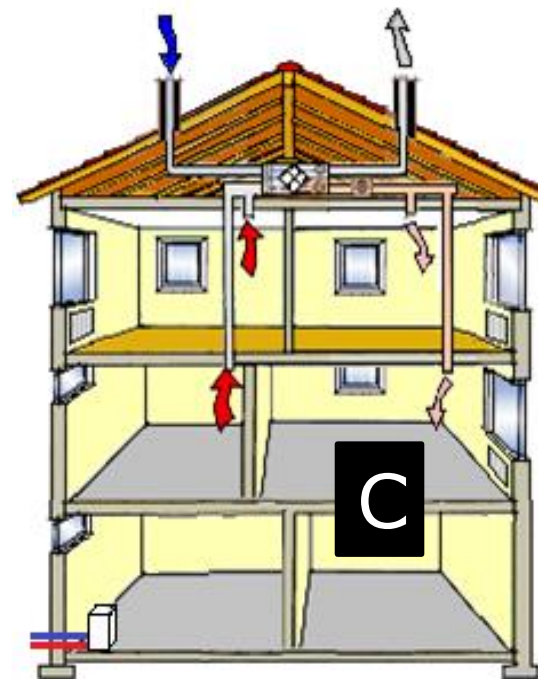
Hus 25

Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26

Tilluftsradiatorer



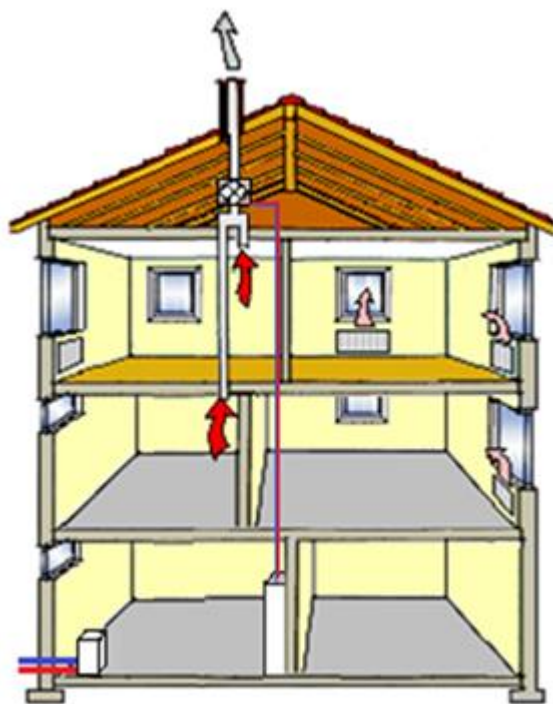
Hus 28

Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)

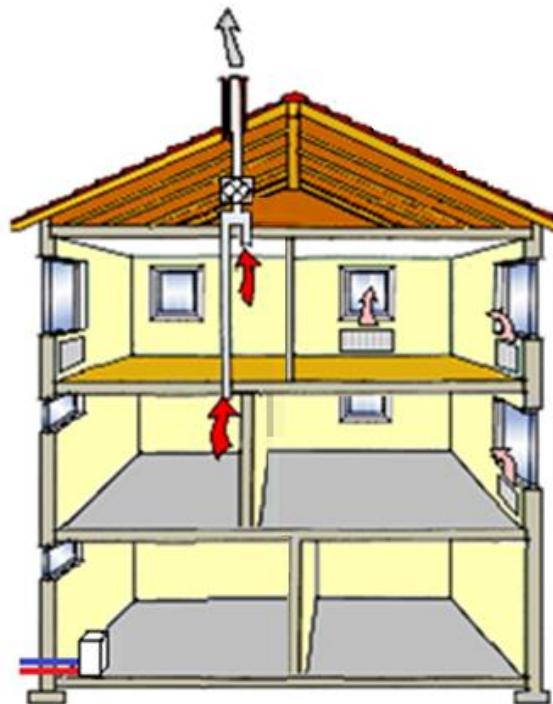


HÖGSKOLAN
DALARNA

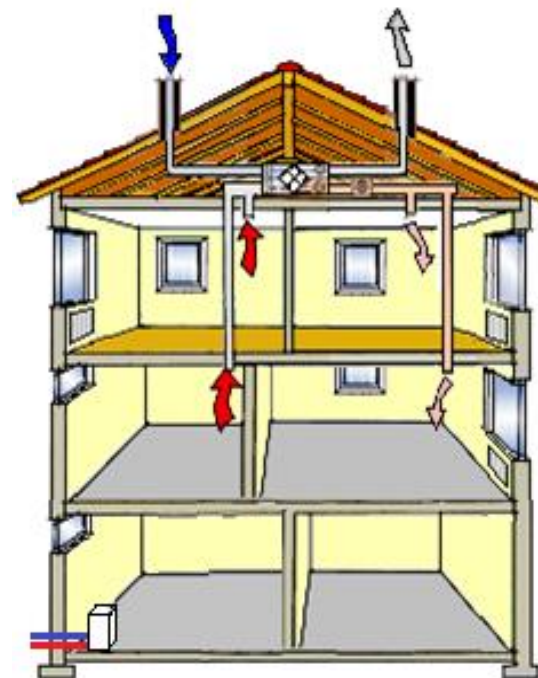
Social hållbarhet



Hus 25
Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26
Tilluftsradiatorer

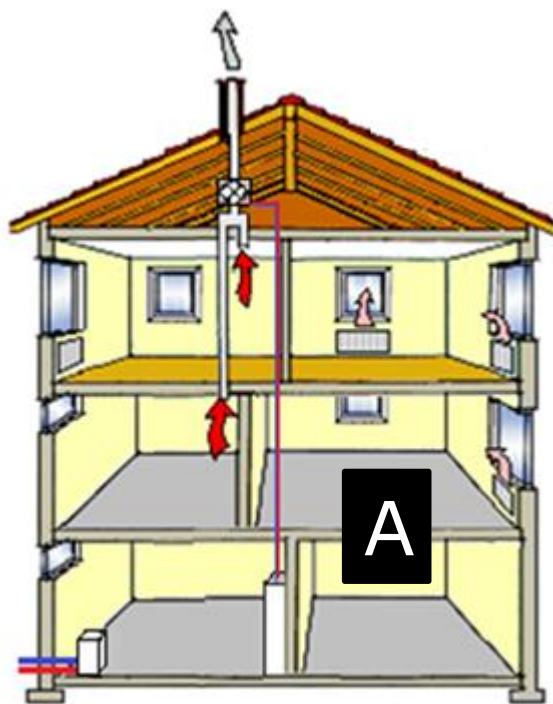


Hus 28
Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)



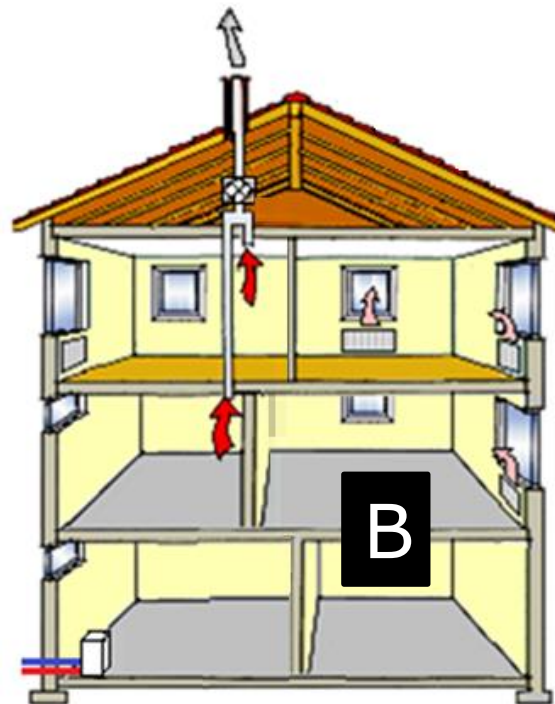
HÖGSKOLAN
DALARNA

Social hållbarhet



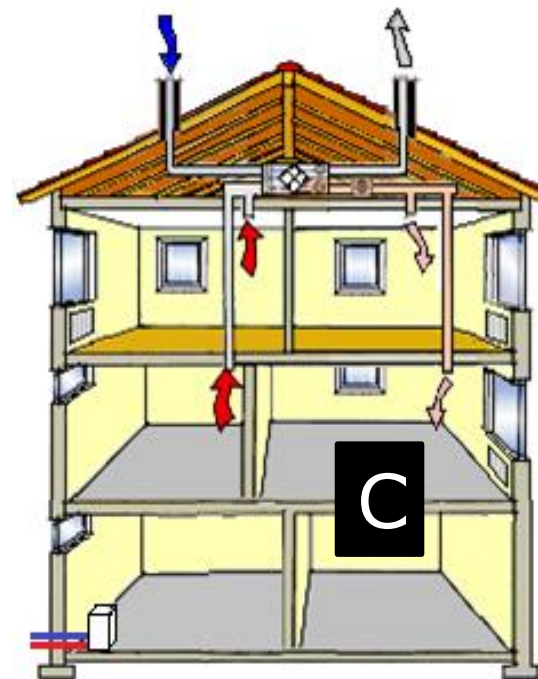
Hus 25

Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26

Tilluftsradiatorer



Hus 28

Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)

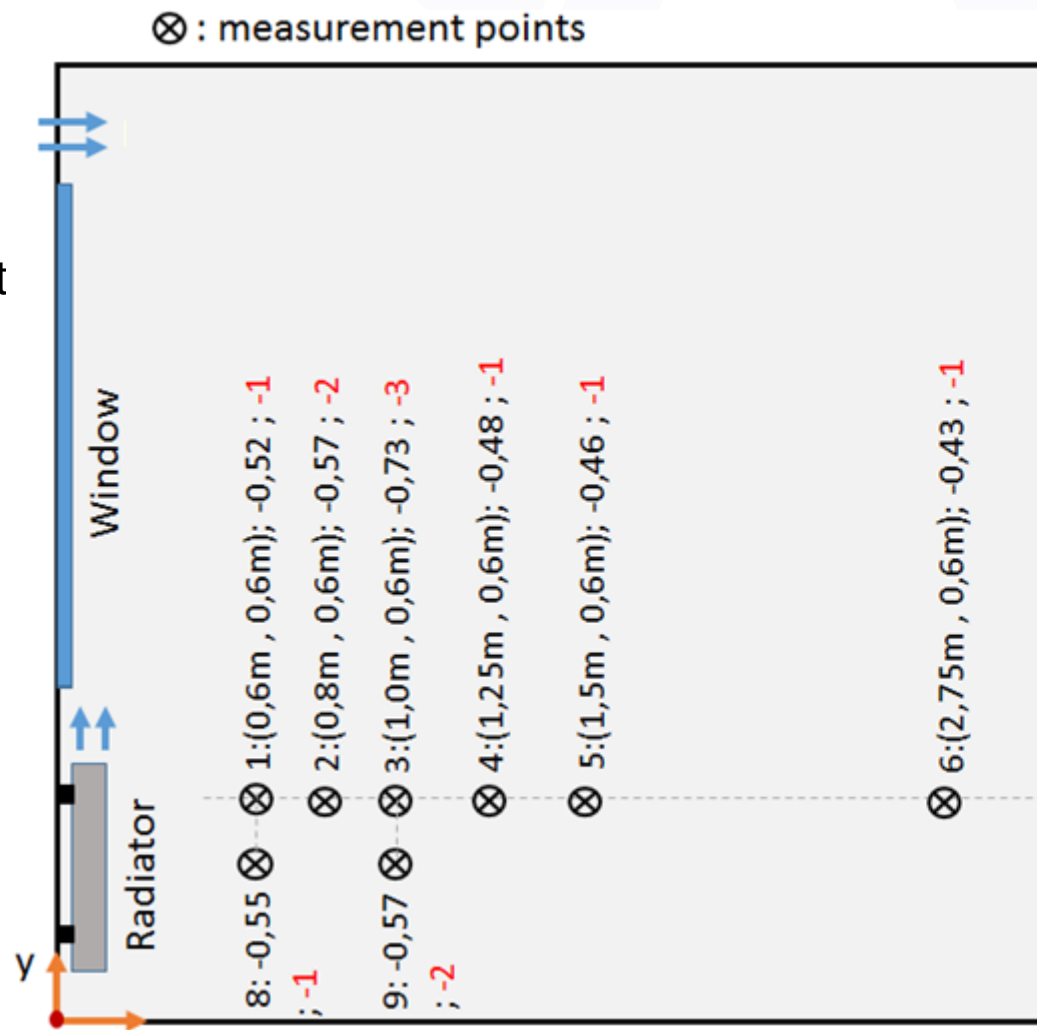
Mätningar

Före renovering

- Lite kyligt (PMV -0,5)

Efter renovering

- Inte lika dragigt och kyligt närmast fönsterväggen trots högre luftomsättning
- Jämnare inomhustemperatur
- Komfortindex något förbättrat (PMV -0,4)



Intervjuer

Före renovering

- Hyresgästerna upplever att det är kallt inomhus (kvinnor upplever mer obehag än män)
- Att själv kunna påverka temperaturen inomhus är ett starkt önskemål
- Standardmått för lämplig termisk komfort tar dålig hänsyn till särskilt sårbara grupper



Under renovering

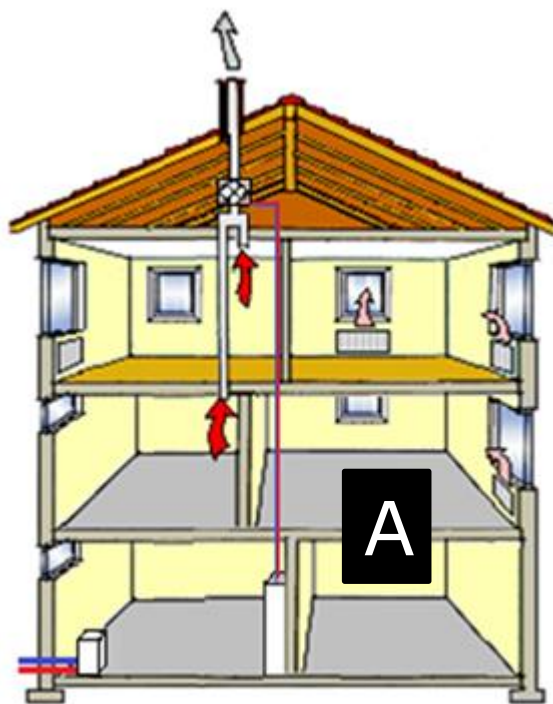
- Hänsyn till boende fungerar bättre än tidigare
- Diskrepans mellan aktörers målbild (hyresgäster, entreprenör och bostadsbolag)



Efter renovering

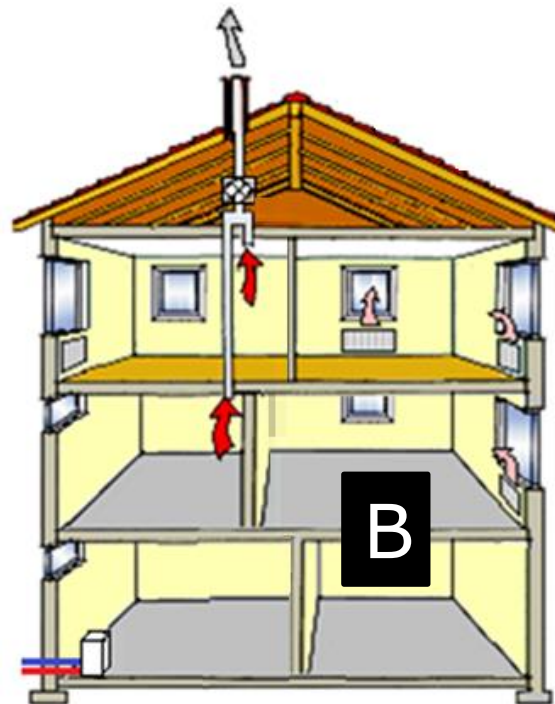
- Byggdamm gör att boende måste städa
- Hyresgästerna upplever fortfarande att det är kallt inomhus

Social hållbarhet



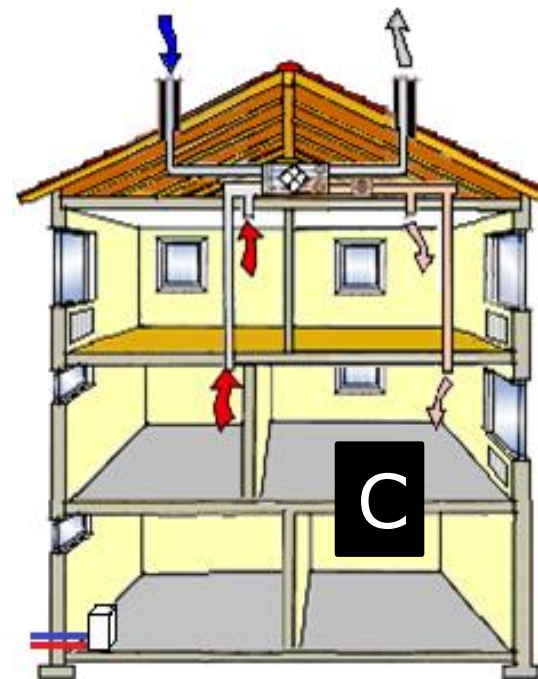
Hus 25

Frånluftsvärmepump (FVP)
+ tilluftsradiatorer



Hus 26

Tilluftsradiatorer



Hus 28

Från- och tilluft med
värmeåtervinning (FTX)



HÖGSKOLAN
DALARNA

Vad har vi lärt oss?

Byggnadsskalåtgärder bör komma först i prioriteringsordningen för att säkerställa flexibilitet avseende systemval inför framtiden och möta de nya byggreglerna är som baserade på primärenergifaktorer. Det viktigaste är att skapa en byggnad med lågt energibehov före funderingarna går till installationer så som värmepumpar eller FTX

Läs flera slutsatser i rapporten "Varsam energieffektiv renovering – Tjärna Ängar", E2B2 Energimyndigheten projekt nr 40811-1

Uppföljning

- **Får vi belasta er med en enkät?**

Vad säger forskningen

vs.

Hur tänker fastighetsägaren

- **Har ni testobjekt för implementeringsstudier?**

Tack!

Jonn Are Myhren jam@du.se
Martin Bergdahl mabe@du.se

Projektledare
Bitr. projektledare

Social hållbarhet

Amir Sattari ami@du.se
Annette Henning ahe@du.se
Maria Wallinder mwn@du.se
Prifloat

Boendestudie, mätningar
Boendestudie, intervjuer
Boendestudie, intervjuer
Attityd och processmätning

Ekologisk hållbarhet

Ricardo R Villegas rrv@du.se
Tina Lidberg tld@du.se
Marcus Gustafsson mgu@du.se

Miljöpåverkan, LCA
Energisystempåverkan
Energisimulering TrnSYS

Ekonomisk hållbarhet

Johan Heier jhe@du.se
Alaa Khadra akd@du.se

Belok Totalmetod
LCC



Extra material

Solel

- Kompenserar ökat elbehov med frånluftsvärmepump och minskar klimatpåverkan
- Taket är förberett för solceller

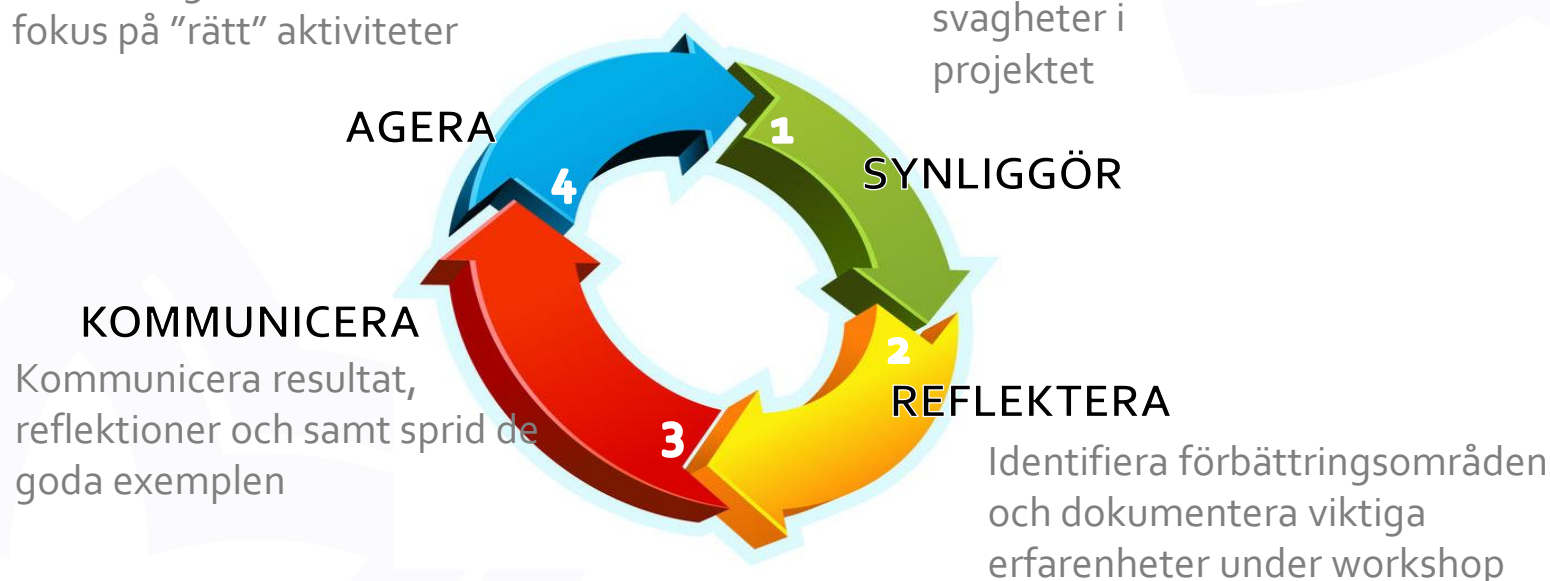


Attityd och processmätning

- Mäta och förbättra byggprocessen

Bedriv ett faktabaserat
förbättringsarbete med
fokus på "rätt" aktiviteter

Mät och synliggör
styrkor och
svagheter i
projektet



Avstämningsenkät för projekt Xxx

Besvara enkäten med utgångspunkt i hur du upplever din arbetssituation i projektet.
 Ditt svar är helt anonymt och är ett viktigt bidrag till arbetet med ständiga förbättringar.
 Det sammanvägda resultatet kommer att återkopplas till alla medarbetare i projektet.
 Missa inte att skriva ner dina egna tips på hur projektet kan bli bättre!

Markera det alternativ under rubrikerna nedan som stämmer bäst in på dig

- Din yrkesroll i projektorganisationen
- ☐ Chef / ledare
- ☐ Yrkesarbetare
- ☐ Administratör / annan roll
- Part i projektet
- ☐ Huvudentreprenör
- ☐ Underentreprenör

Bedöm följande påståenden

Ange först i vilken grad du instämmer i påståendet, och sedan om du tycker att området behöver förbättras omgående eller inte. Kommentera gärna ditt omdöme på frågorna för att hjälpa oss i vårt arbete med att förbättra projektet.

LED₁

De ledare jag kommer i kontakt med i projektet föregår med gott exempel och inspirerar mig att göra mitt allra bästa

Kommentar:

Besvara båda perspektiven

INSTÄMMER INTE ALLS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	INSTÄMMER HELT	VET EJ/ INGEN ÅSIKT	BEHÖVER FÖRBÄTTRAS OMGÅENDE?
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Nej ☐ Ja

LED₂

Arbetet i projektet är mycket väl planerat och effektivt organiserat

Kommentar:

INSTÄMMER INTE ALLS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	INSTÄMMER HELT	VET EJ/ INGEN ÅSIKT	BEHÖVER FÖRBÄTTRAS OMGÅENDE?
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Nej ☐ Ja

LED₃

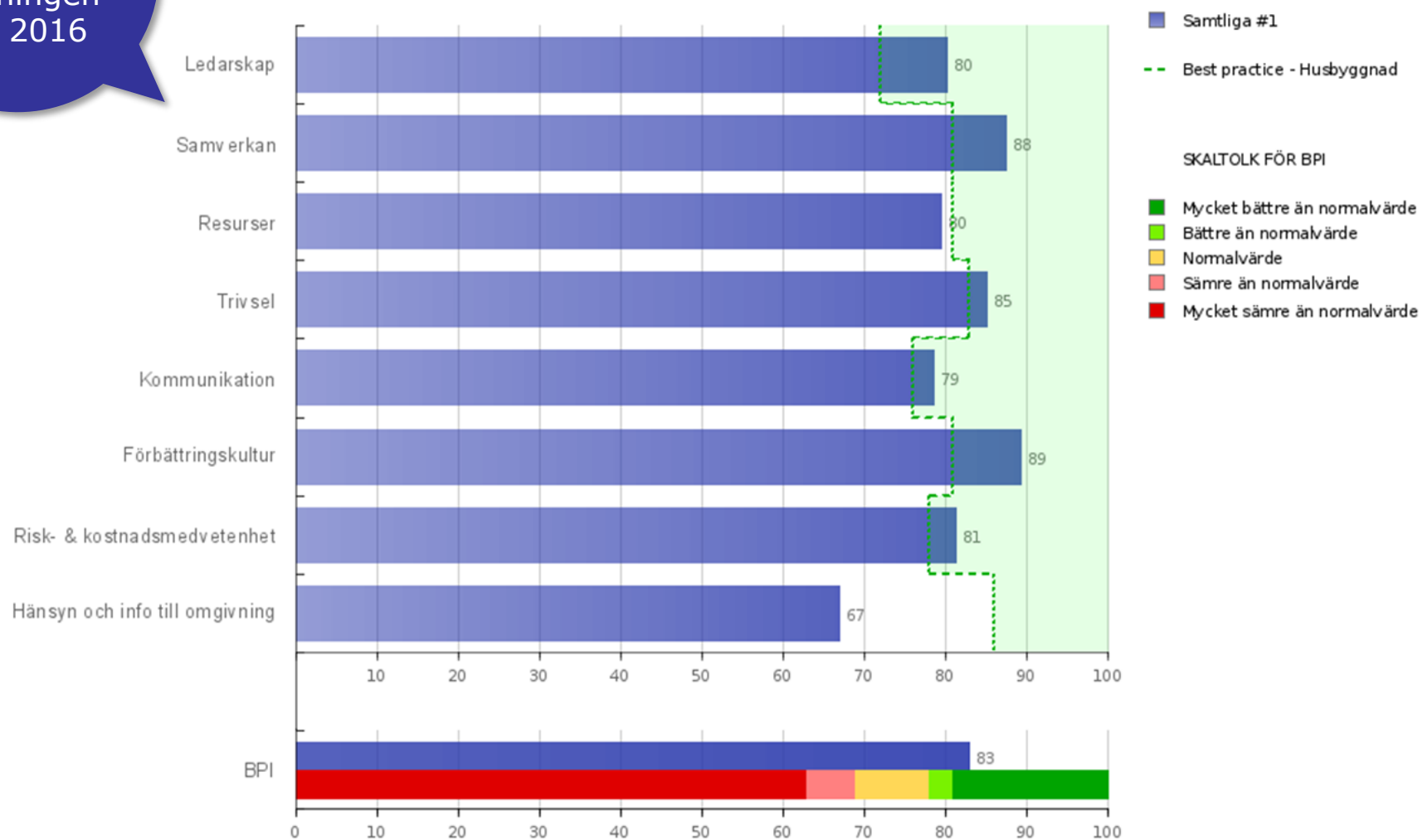
Jag får värdefullt stöd och konstruktiv feedback i mitt dagliga arbete i projektet

Kommentar:

INSTÄMMER INTE ALLS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	INSTÄMMER HELT	VET EJ/ INGEN ÅSIKT	BEHÖVER FÖRBÄTTRAS OMGÅENDE?
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐ Nej ☐ Ja

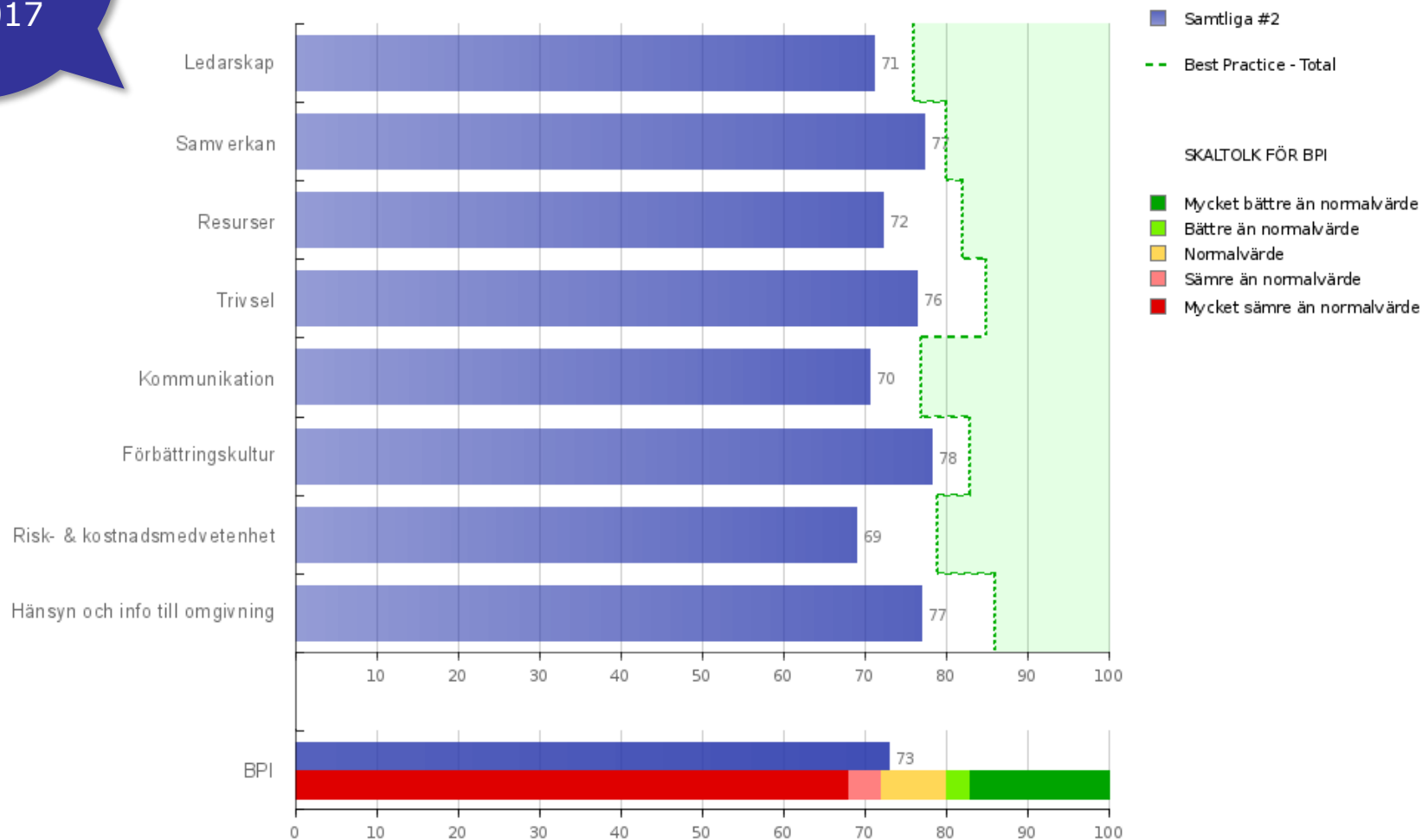
Resultat
från första
mätningen
apr 2016

Byggprocessmätning™



Byggprocessmätning™

Resultat
från andra
mätningen
apr 2017



Styrkor och svagheter

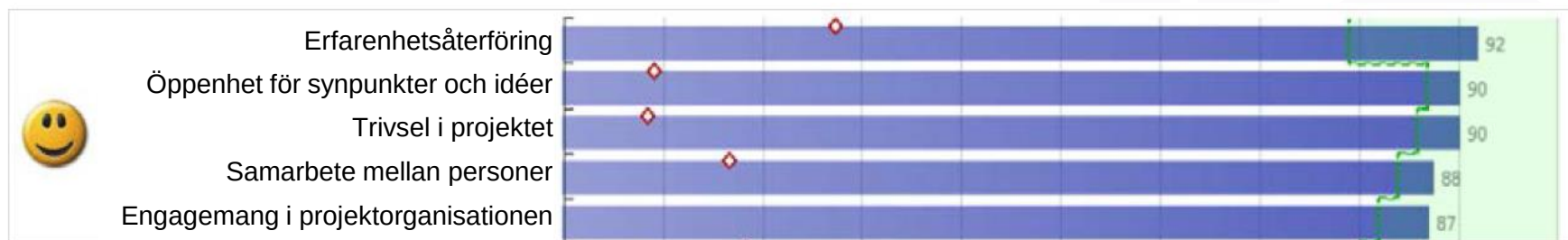


Bild 1: De områden som fått högst betyg i projektmätningen



Bild 2: De områden som har störst gap jämfört med best practice.

