

Bygganden som system – om energihushållning i ett helhetsperspektiv

Leif Gustavsson
Växjö 6 april 2009



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Disposition

- Biomassa (från skog) för att reducera utsläpp av fossil koldioxid och användandet av olja
- Energibalanser vid produktion av byggnader
- Energhushållning i befintlig bebyggelse i ett helhetsperspektiv



Världens primärenergianvändning 2006 (≈ 490 Exajoul)

• Olja	34%
• Kol	26%
• Gas	21%
Totalt fossilt	81%
• Bioenergi	10%
• Kärnkraft	6%
• Övrigt	3%

Exa = 10^{18}

Källa: International Energy Agency. *Key World Energy Statistics 2008.*



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

51,5 miljoner ton koldioxidutsläpp 2006 - Sverige

- Förbränning i industrin 21 %
- Industriprocesser m.m. 9 %
- Bostäder, service m.m. 9 %
- Förbränning i el-, gas- och värmeverk m.m. 21 %
- Transporter 39 %
- Diffusa utsläpp 1 %

Källa: Energimyndigheten. *Energiläget i siffror 2008.*



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

131 TWh slutlig användning av fossil olja 2006 - Sverige

- Industri 16%
- Bostäder, service mm 11%
- Transporter 73%
 - Bensin 36%
 - Diesel 29%
 - Flygbränsle 8%

Källa: Energimyndigheten. *Energiläget i siffror 2007.*



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Hur kan vi minska utsläppen av koldioxid och oljeberoendet?

- Energi- och materialeffektiva system från naturresurs till levererad samhällsservice
- Ökad användning av förnybara resurser
- Skogsbiomassa en viktig men begränsad förnybar resurs



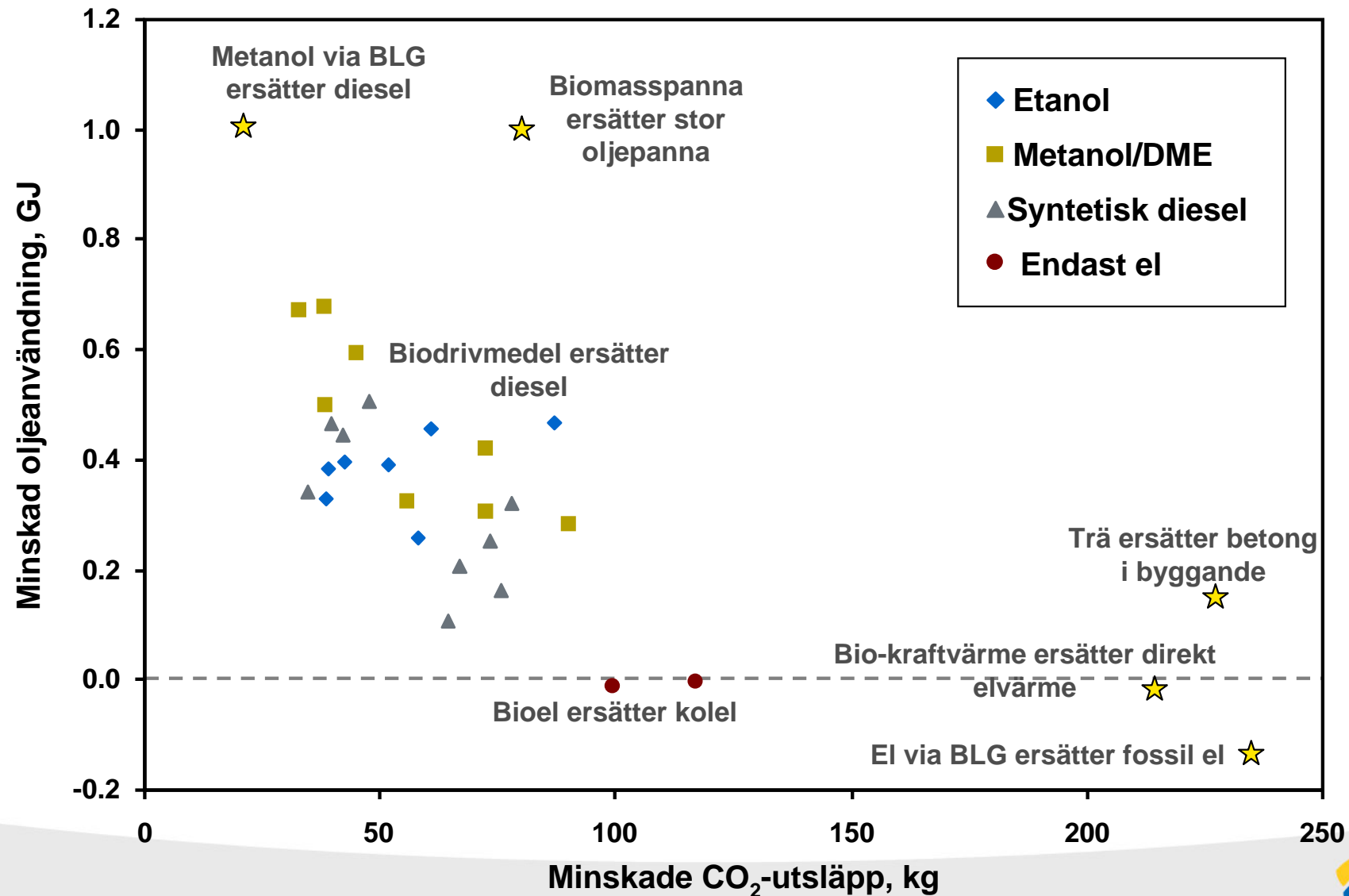
Att tänka på

- Beakta energi- och materialkedjor från naturresurs till levererad tjänst
- Jämför äpplen och äpplen
- Elproduktion i ett Europa perspektiv är fossil kondensel på marginalen
- Överskott av spillvärme (främst pga. kondensbaserad elproduktion)
- Spillvärme kan värderas som skillnad i verkningsgrad mellan kondens- och kraftvärmeproduktion

Kraftigt planerad utbyggnad av fossil elproduktion i Europa: $\approx 150\,000$ MW

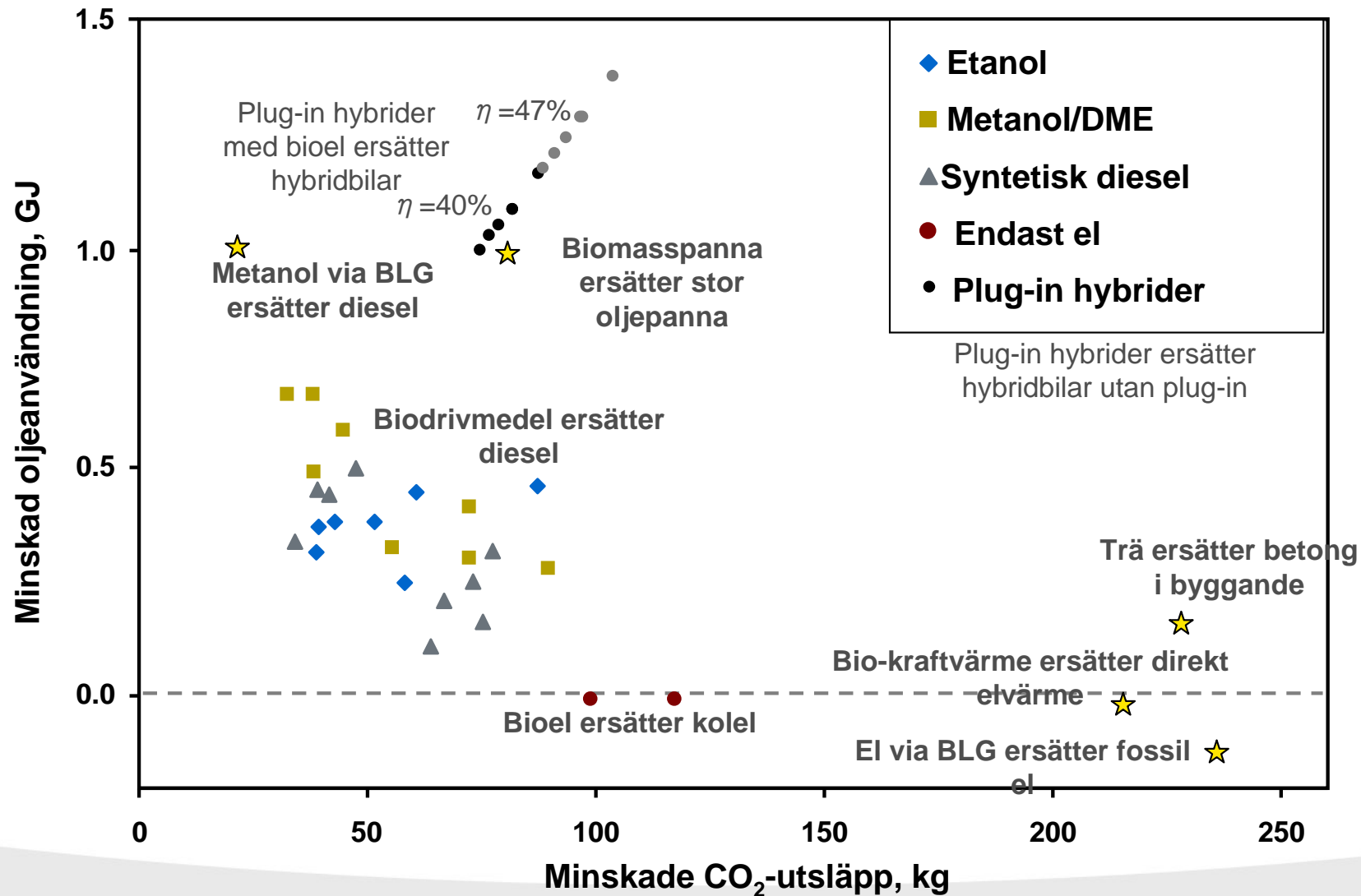


Minskad oljeanvändning och minskade CO₂-utsläpp med 1 GJ biomassa



Källa: Joelsson, J. M. and L. Gustavsson (2009). "Reduction of CO₂ emission and oil dependency with biomass-based polygeneration." Manuskript.

Minskad oljeanvändning och minskade CO₂-utsläpp med 1 GJ biomassa



Källa: Joelsson, J. M. and L. Gustavsson (2009). "Reduction of CO₂ emission and oil dependency with biomass-based polygeneration." Manuskript.

Förutsättningar för analyser på byggnadsnivå

- **Hög energieffektivitet i våra tekniska system från naturresurs till samhällstjänst**
- **Biomassa för el- och värmeproduktion**
 - Expandera fjärrvärmesystemen
 - Bygg fjärrvärmeanläggningar med högt utbyte av högvärdiga energiprodukter
- **Ersätt elvärme och oljepannor**
- **Bygg trähus**
- **Bioförgasningsteknik ger hög energieffektivitet**
både vid drivmedels- och elproduktion
- Laddhybrider med bioel
- Svartlutsförgasning för produktion av flytande biobränslen



Energibalanser vid produktion, renovering och rivning samt för brukarfasen av ett fyra våningshus i Växjö

Uppförd byggnad med trästomme



16 lägenheter och 1190 m² boyta

Referensbyggnad med betongstomme



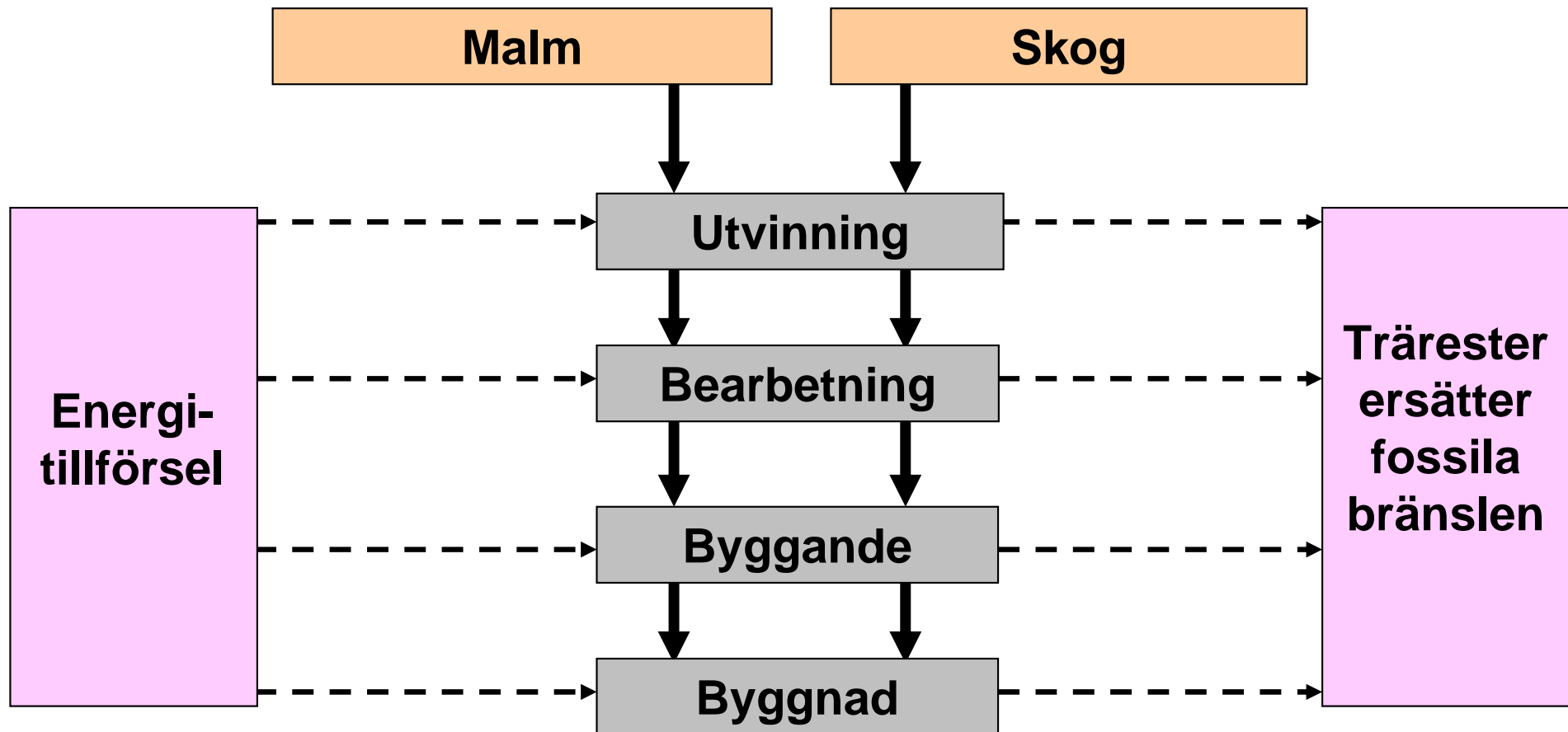
Hypotetisk byggnad med identisk storlek och funktion

Vi har beaktat följande i analyserna

- Primärenergianvändning vid produktion av byggnad
- Primärenergianvändning för brukarfasen
- Primärenergianvändning vid renovering
- Primärenergianvändning vid rivning



Materialflöden: från naturresurs till byggnad



Material flöden

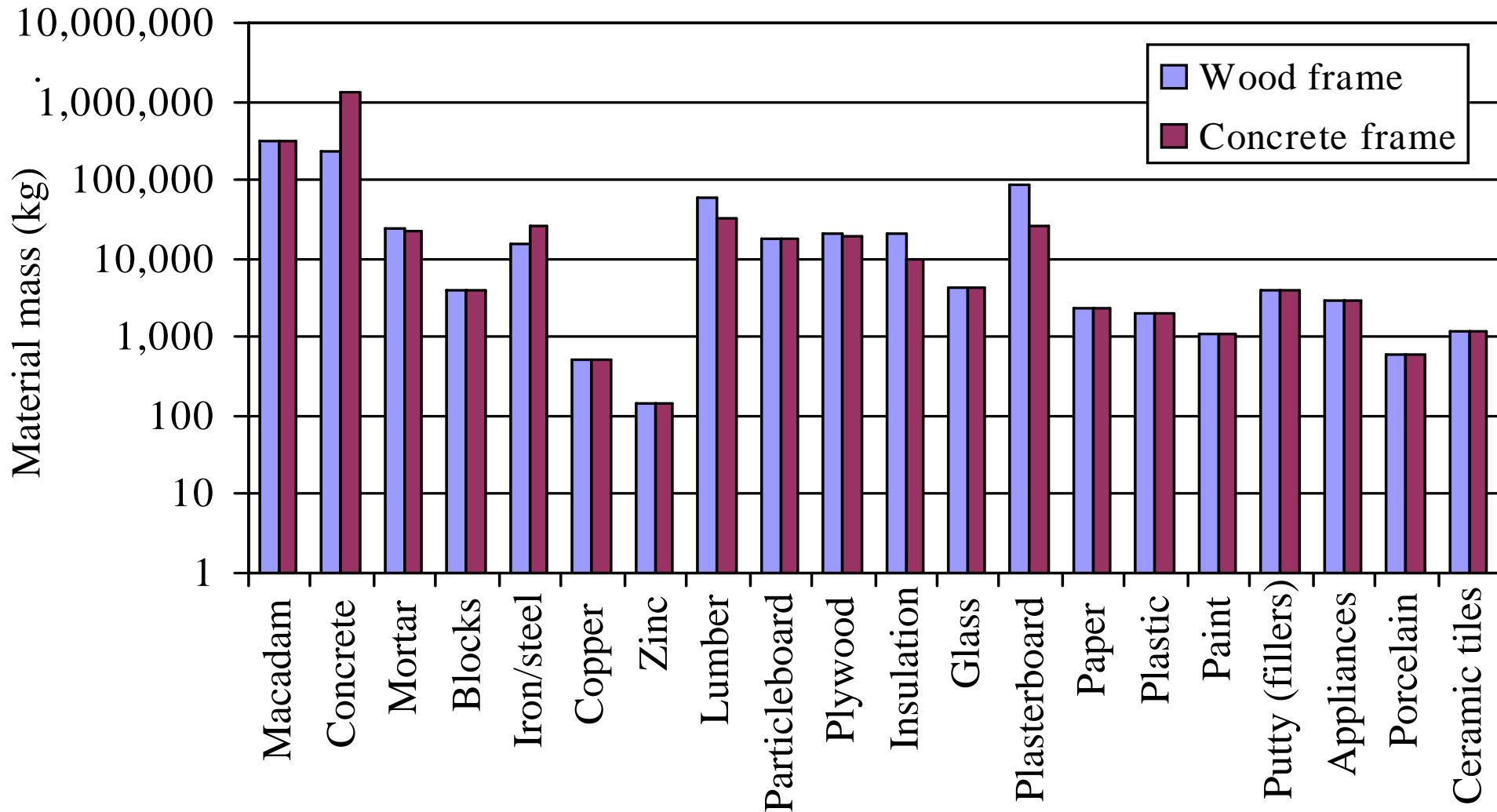


Bränsle-/energiflöden

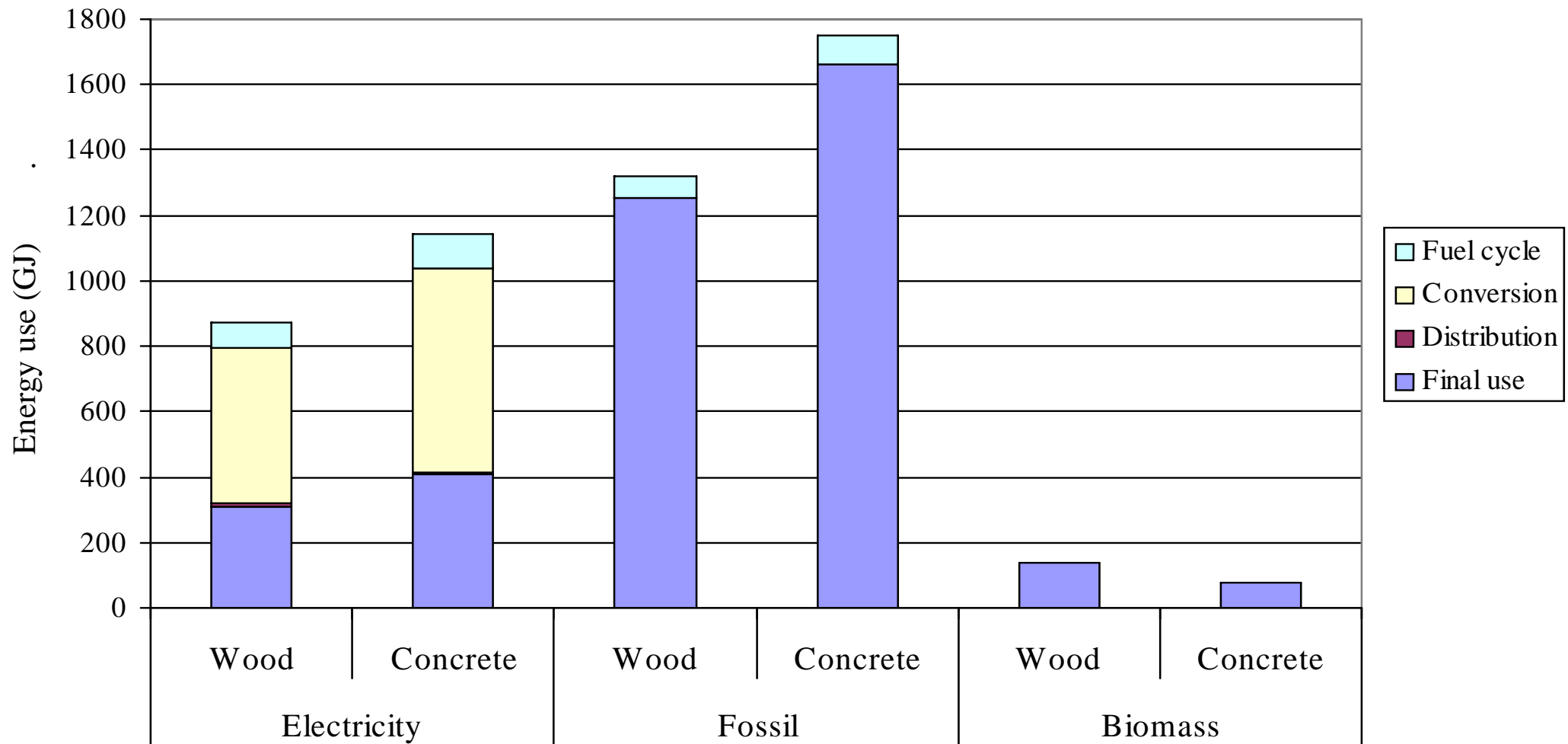


Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Många olika byggnadsmaterial att beakta



Primärenergianvändning vid produktion av byggnader med trä- och betongbyggnaden



Källor för biomassa - restprodukter



Slutavverkning



Träbearbetarbetning

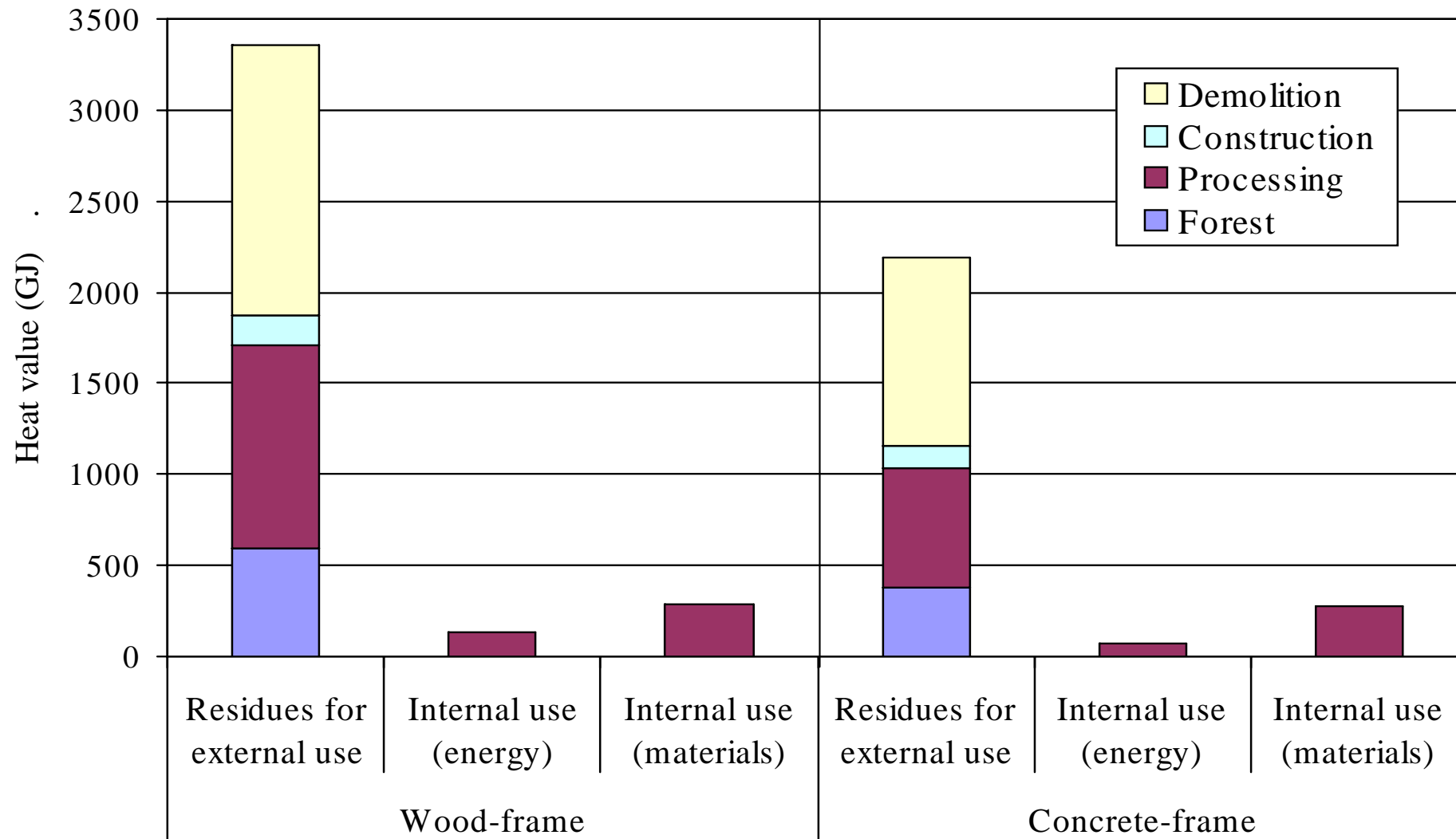


Byggande



Rivning

Återvinning och användning av restprodukter från skogsbiomassa



Källa: Gustavsson et al. 2006

Slutlig användning av energi i befintlig byggnad med trästomme (kWh/m² year)



Minskad slutlig energianvändning (kWh/m²,år) med olika energihushållningsåtgärder

<i>Parameter</i>	<i>Retrofitting measure</i>	<i>Space heating</i>	<i>Tap water heating</i>	<i>Ventilation electricity</i>	<i>Household/ facility electricity</i>	<i>Total</i>
<i>Reference</i>	–	70	40	4	52	166
Taps	From conventional to efficient taps	70	24	4	52	150
Roof	U-value from 0.13 to 0.08	69	24	4	52	149
Windows	U-value from 1.9 to 0.90	51	24	4	52	131
Doors	U-value from 1.19 to 0.90	51	24	4	52	131
Ground floor	U-value of 0.23 maintained	51	24	4	52	131
External walls	U-value from 0.20 to 0.10	43	24	4	52	123
Ventilation	Heat recovery, $\eta = 85\%$	13	24	19	52	108

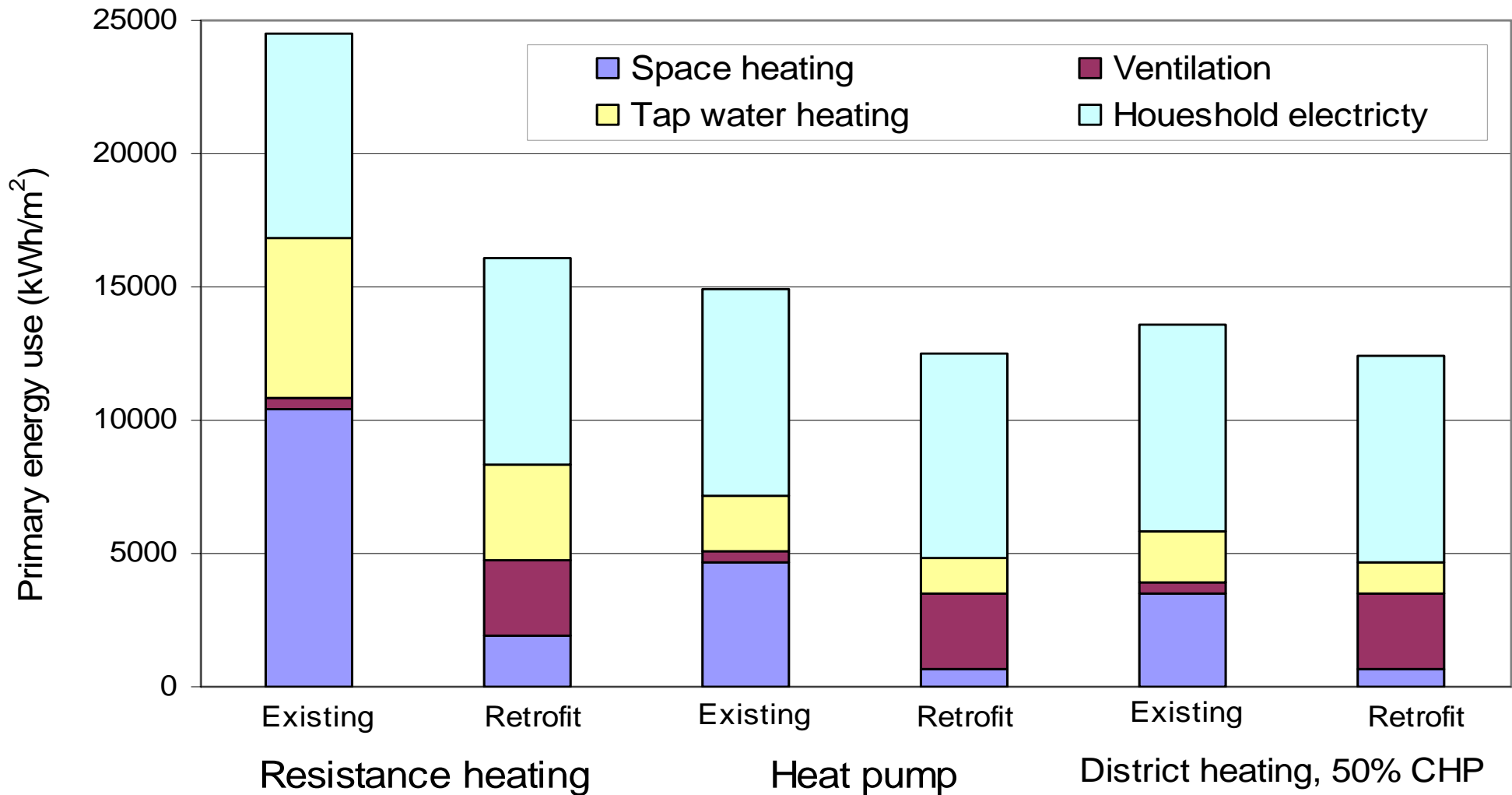
Energhushållningsåtgärder genomförs 2010. Sedan nyttjas byggnaden under 50 år.

Vi har inte gjort ekonomiska analyser. Energibalans värmeåtervinning ventilation baserad på föreslagna krav vid teknikupphandling.

U-värden i W/m² K



Primärenergianvändning i brukarfasen under 50 år



Biomass-based steam turbine

Household electricity includes facility electricity excluding for ventilation

Primärenergibalans för produktion av byggnaden och energihushållningsåtgärderna

<i>Description</i>	<i>Primary energy used</i> (kWh/m ²)	
	<i>Initial construction</i>	<i>Retrofitting</i>
Production of building materials	579	101
On-site construction work	50	9
Recovered biomass residues	-345	-10
Total	284	100

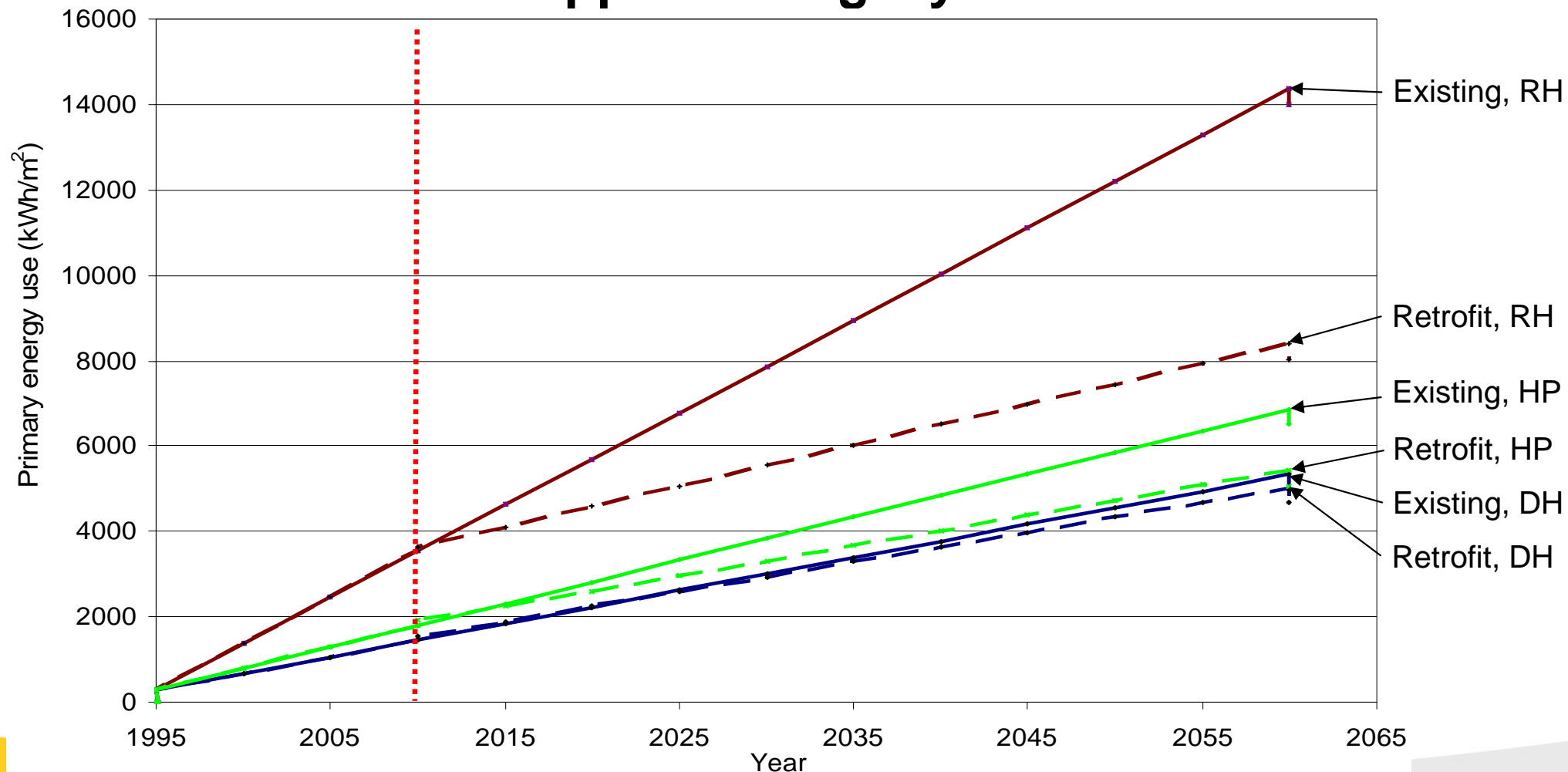


Primärenergibalans för rivningsfas

<i>Description</i>	<i>Primary energy used (kWh/m²)</i>	
	<i>Original building</i>	<i>Retrofitted building</i>
Disassembly	5.2	5.2
Concrete recycling	-3	-3
Steel recycling	-60	-60
Wood recovery for fuel	-304.6	-310.9
Total	-362.4	-368.7

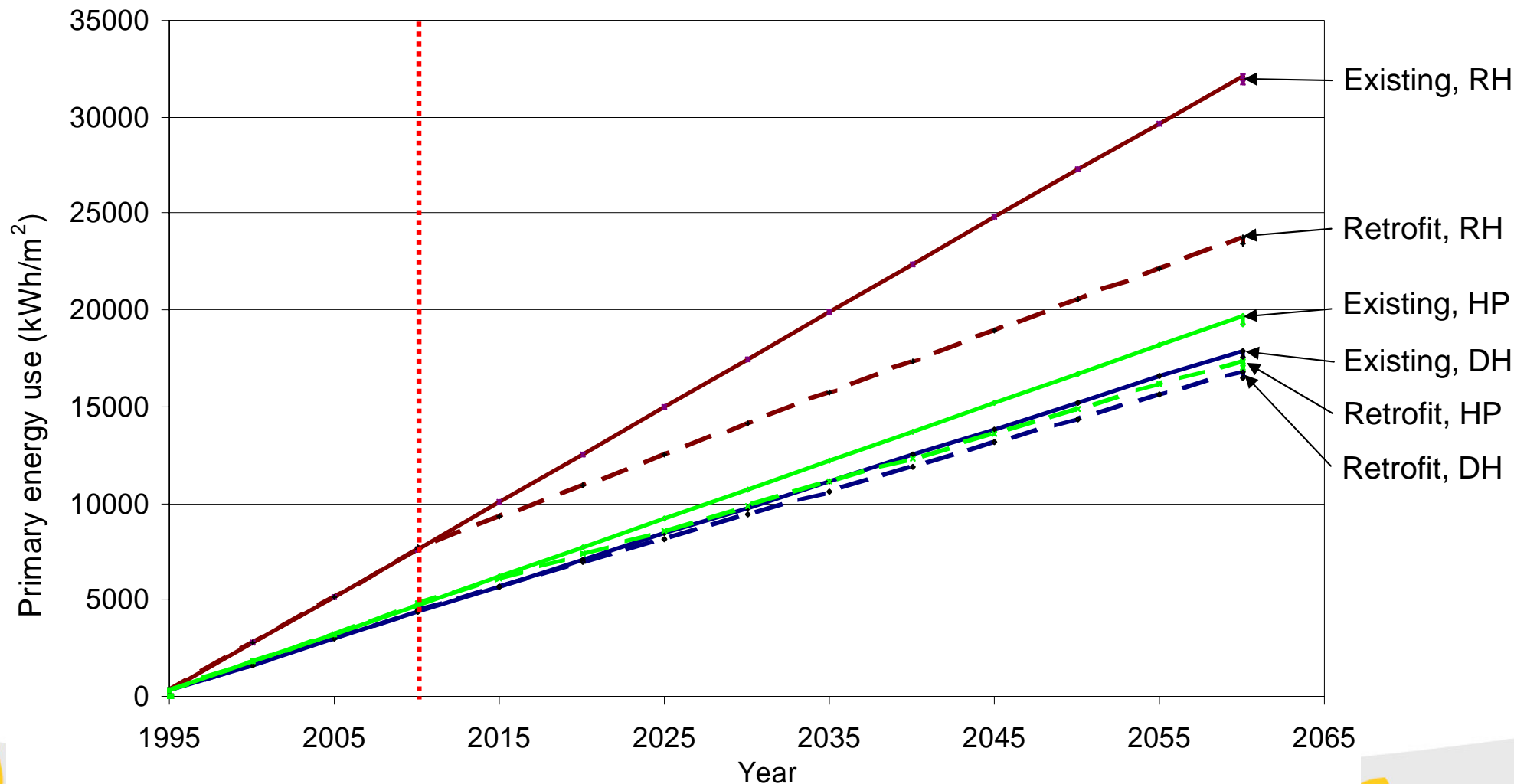


Primärenergianvändning för produktion av byggnad och energihushållningsåtgärder samt för byggnadsuppvärmning med olika uppvärmningssystem 1995 - 2060



DH = District heating, 50% CHP; RH = Resistance heating; HP = Heat pump
 BST= Biomass-based steam turbine supply technology

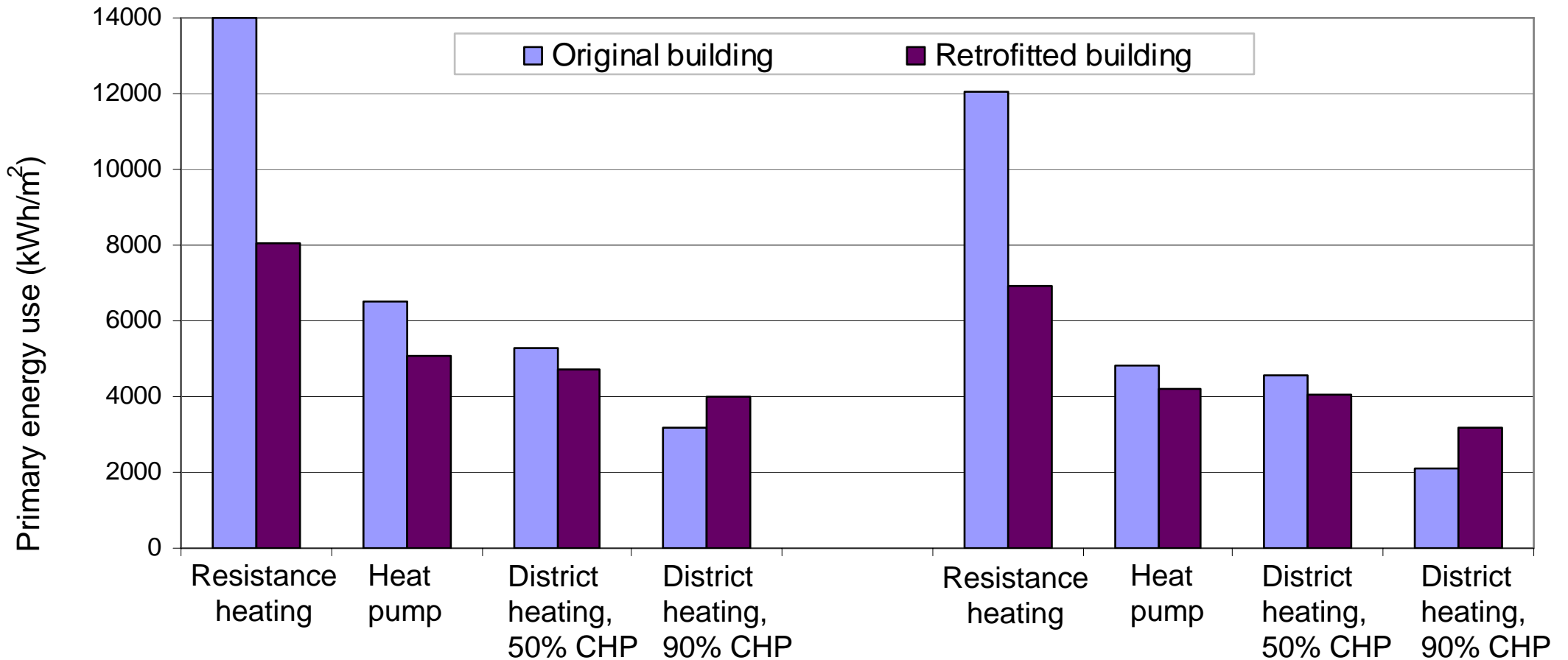
Total primärenergianvändning över livscykeln med olika energitillförselsystem 1995 - 2060



DH = District heating, 50% CHP; RH = Resistance heating; HP = Heat pump
 BST= Biomass-based steam turbine supply technology



Primärenergianvändning för byggnadsuppvärmning över livscykeln 1995-2060

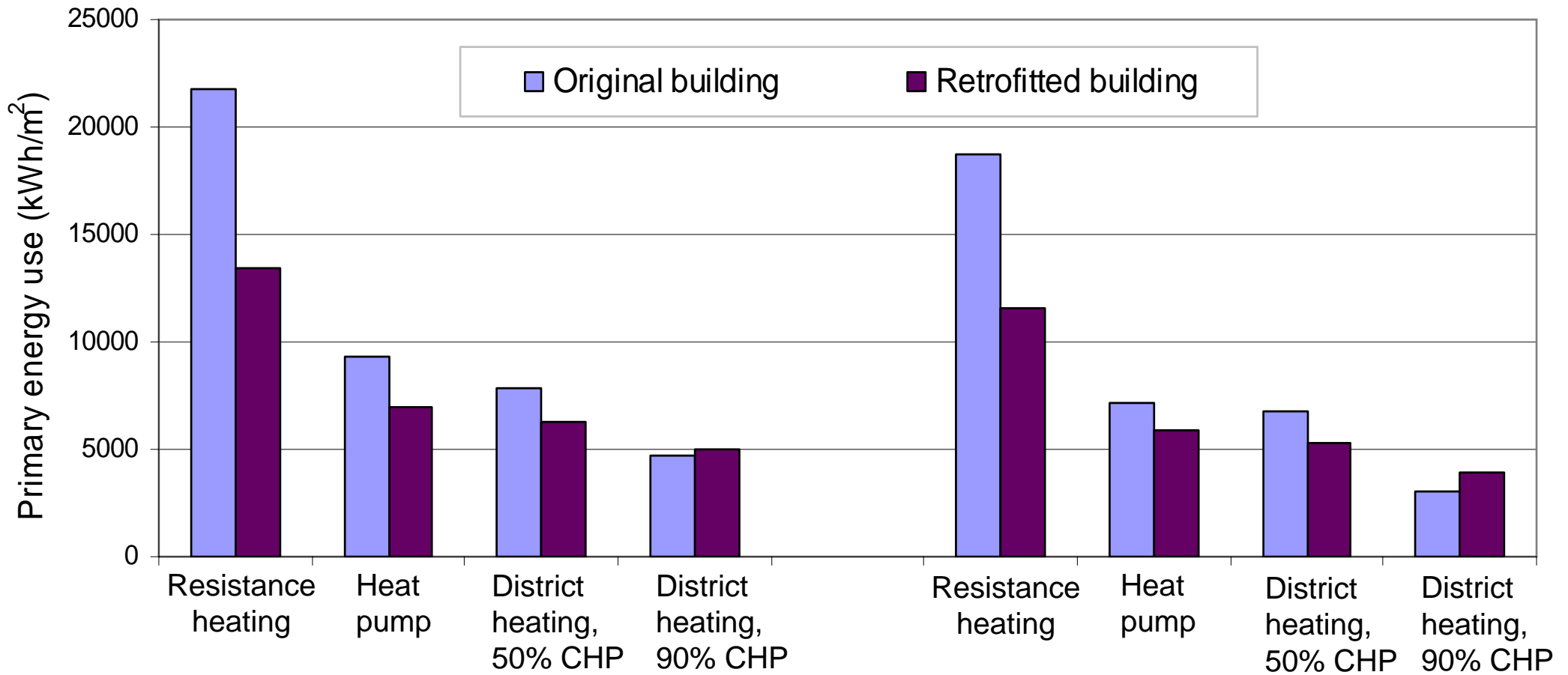


Biomass-based steam turbine

Biomass-based integrated gasification combined-cycle



Primärenergianvändning för byggnadsuppvärmning och tappvarmvatten över livscykeln 1995-2060

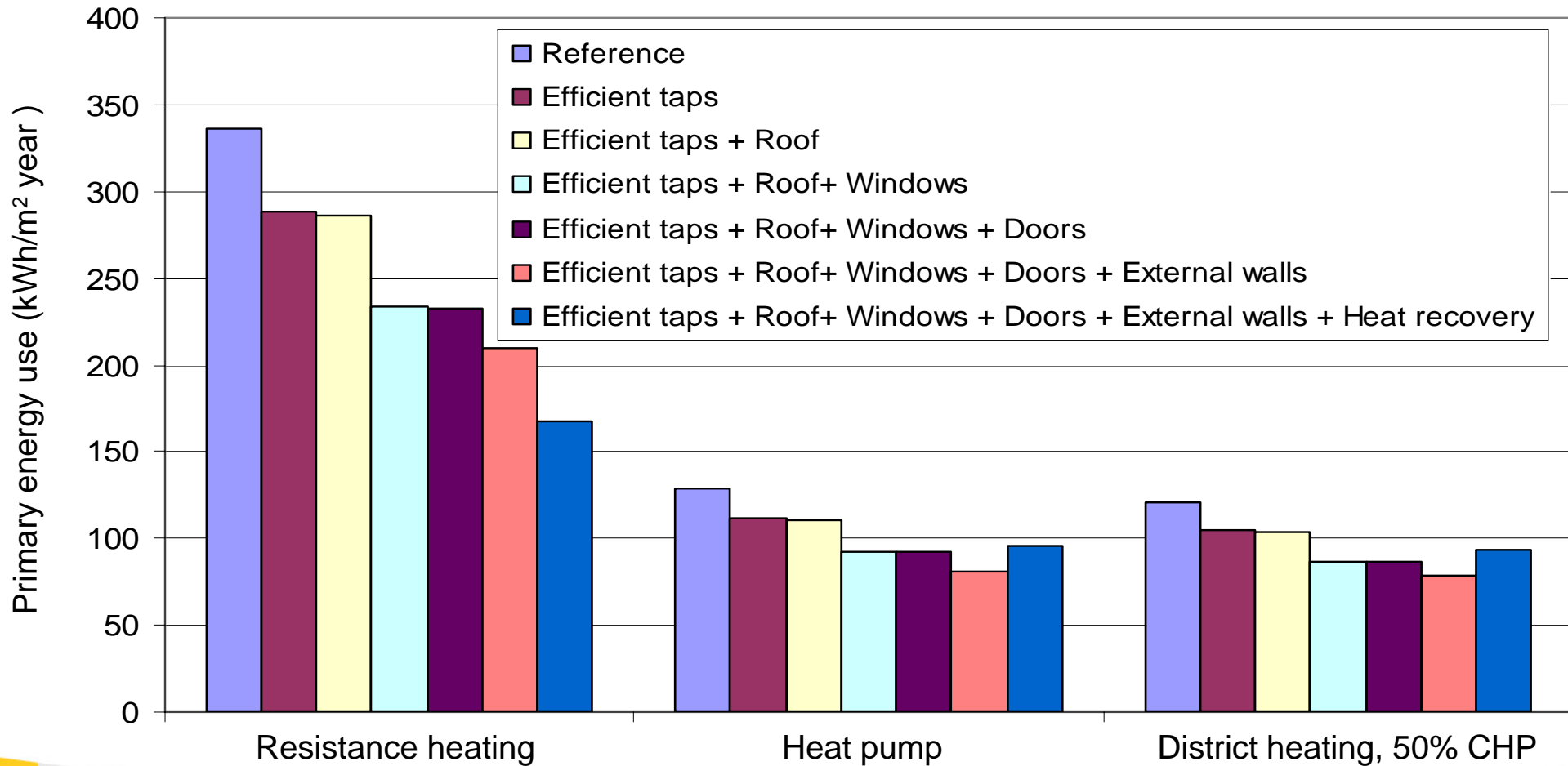


Biomass-based steam turbine

Biomass-based integrated gasification combined-cycle

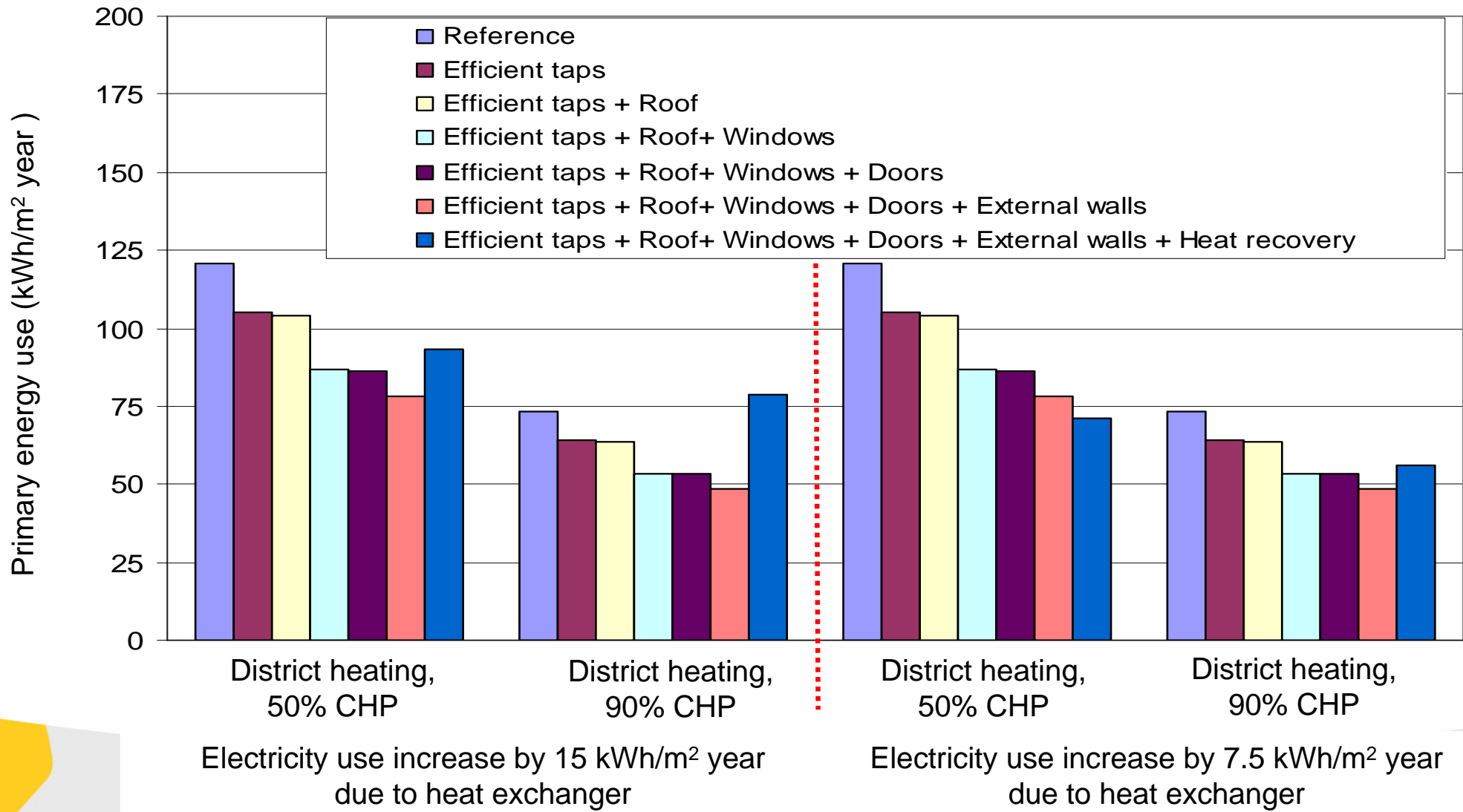


Årlig primärenergianvändning för byggnadsuppvärmning och tappvarmvatten



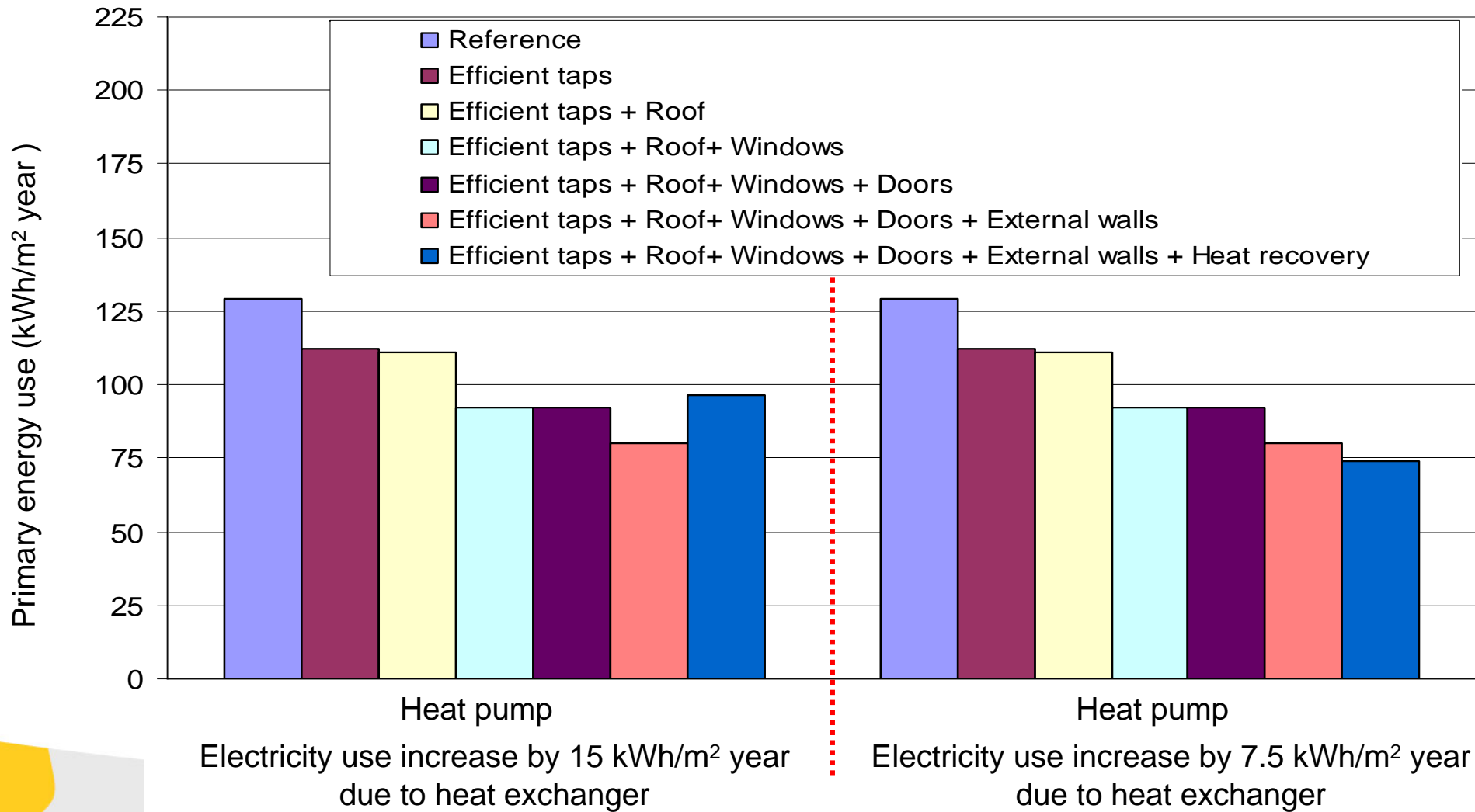
Biomass-based steam turbine

Årlig primärenergianvändning för byggnadsuppvärmning och tappvarmvatten



Biomass-based steam turbine

Årlig primärenergianvändning för byggnadsuppvärmning och tappvarmvatten



Biomass-based steam turbine

Energi- och klimateffektiv byggd miljö

några slutsatser

- Långsiktigt strategiskt perspektiv
- Förnybara resurser
- Energi- och materialeffektiva system
- Energisnåla byggnader (täta och mycket välisolerade) och energieffektiva tillförselsystem (t.ex. fjärrvärme med kraftvärmeproduktion)
- Använd restprodukter på ett bra sätt (t. ex. trärester för att ersätta fossil energi)



Energihushållning

- Lågt primärenergiebehov för att producera energihushållningsåtgärder
- Kombinera energihushållning och effektiv energitillförsel
- Minimera användandet av el och undvik elvärme
- Lågt elbehov krävs för värmeåtervinningssystem
- Förstå interaktionen mellan energianvändning och energitillförsel





Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY