

BAKGRUNDSFAKTA OM ENERGI

ENERGI OCH EXERGI

Energi är ett begrepp som flitigt brukas, och missbrukas, i vardagslivet och i den offentliga debatten. Men vad är egentligen energi? Ordet "energi" kommer från grekiska *en*, "i", och *ergon*, "kraft", och handlar alltså om en "inneboende kraft". Energi kan uppträda i många olika former, som exempelvis kemisk energi, elektricitet eller värmeenergi. Enligt en fundamental naturlag, *termodynamikens första huvudsats*, kan energi varken förstöras eller nyskapas, bara omvandlas mellan olika former. Det är således fel att tala om energiproduktion och energiförbrukning, när det i själva verket är fråga om energiomvandling. Energi förbrukas alltså inte, men en annan fundamental naturlag, *termodynamikens andra huvudsats*, säger att vid varje energiomvandling sjunker 'kvaliteten' på energin. Energins kvalitet kan förklaras med hjälp av exergi-begreppet.

Exergi är ett mått på hur användbar energin är för att omvandla den till den form vi vill ha, eller den mängd nyttigt arbete som kan utvinnas. Elektrisk energi är en hög-värdig energiform (ren exergi), som fritt kan omvandlas till andra former. Värmeenergi däremot, har en lägre 'andel' exergi. Värmeenergins kvalitet, eller hur mycket av värmeenergin som kan omvandlas till nyttigt arbete, beror helt på temperaturskillnaden mellan den varma materian och omgivningen. Värmeenergin hos en kropp vid rumstemperatur är exempelvis i princip helt oanvändbar. Energiformer kan på det här viset rangordnas efter kvalitet, eller exergi-innehåll. Exergi, liksom energi, kan aldrig nyskapas, men till skillnad från energi kan exergi förbrukas. Vid varje energiomvandling förblir ett systems energiinnehåll konstant, men en del av systemets exergi förbrukas.

FJÄRRVÄRME

Fjärrvärme är ett tekniskt system som används för att förse tätbebyggda områden, företrädesvis städer eller stadsdelar, med värme från ett gemensamt värmeledningssystem, som oftast har vatten som distributionsmedium och värmebärare.

Fjärrvärmesystem brukar beskrivas utifrån en uppdelning i tre delsystem:

I **produktionsanläggningarna** omvandlas den tillförda energiråvaran, oftast genom förbränning av ett bränsle i en panna, till värme i form av hetvatten.

Värmen överföres från produktionsanläggningarna till fjärrvärmenätets **distributionsledningar** genom att vattnet i produktionsanläggningens returledning uppvärms från normalt 40-65 °C till 70-120 °C och återförs till produktionsanläggningens framledning. Pumpar ser till att det heta vattnet ständigt cirkulerar i fjärrvärmenätet. Ledningarna är isolerade för att nedbringa värmeförlusterna och normalt markförlagda.

I **fjärrvärmecentralerna**, som består av värmeväxlare, reglerventiler m m, överföres värmen från fjärrvärmenätet till kundens uppvärmningssystem.

Fjärrvärme innebär värmeproduktion i större anläggningar, vilket medför en rad fördelar. Produktion i större anläggningar ger lägre specifika kostnader och normalt även

högre verkningsgrad jämfört med förbränning i mindre byggnadsanknutna enheter. Bättre förbränning i kombination med höga skorstenar leder till bättre lokal miljö och genom att det är enklare och billigare att genomföra miljöskyddande åtgärder i större, centrala produktionsanläggningar förbättras även den globala miljön. Fjärrvärme ger dessutom möjlighet att tillvarata lokala värmeöverskott (spillvärme) från industriella processer och till förbränning av avfall, samtidigt som ett större värmeunderlag ger möjlighet till kombinerad el- och värmeproduktion i kraftvärmeverk.

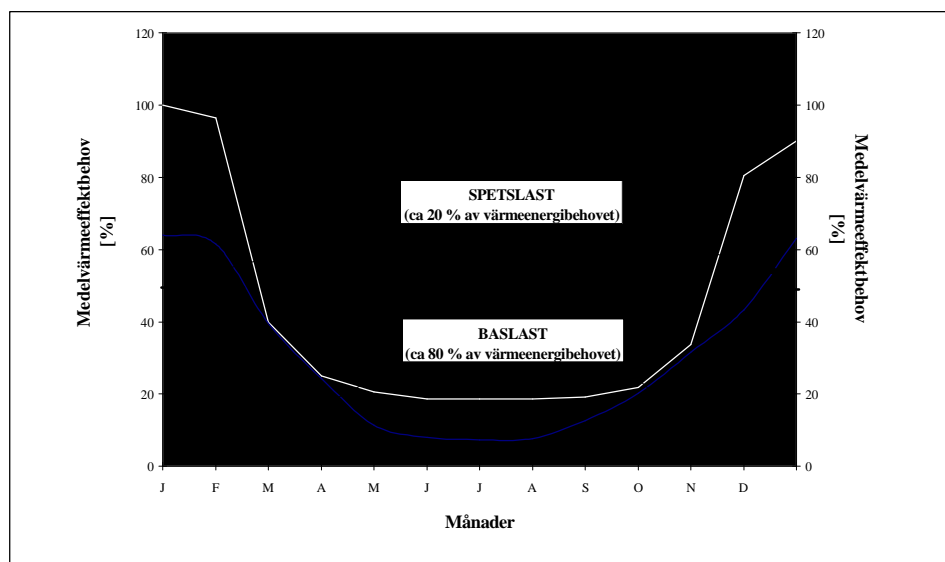
Ytterligare en fördel med fjärrvärme är det att fjärrvärmerna är flexibelt på så sätt att olika sorters bränsle kan användas i anläggningen, vilket ger möjlighet både till att använda billigare bränslen av lägre kvalitet och till att utnyttja lokala energitillgångar.

Det finns olika typer av produktionsanläggningar i ett fjärrvärmesystem, d v s man har en mix av produktionsanläggningar. En anledning till detta är, att man gärna kombinerar spets- med baslastanläggningar.

Baslastanläggningar är anläggningar med låga rörliga kostnader, men med höga fasta kostnader.

Spetslastanläggningar är anläggningar med höga rörliga och låga fasta kostnader.

Vid en lämplig mix av baslast- och spetslastproduktionsanläggningar blir totala produktionskostnaden lägst möjliga. De olika anläggningstypernas roll i fjärrvärmesystemet framgår av figur 1, där ytan under kurvan illustrerar värmebehovets storlek och variation under året och respektive produktionsenhetens del av värmeproduktionen är markerad.



Figur 1 Medeleffektbehov och produktionsutnyttjande i ett fjärrvärmesystem (principiellt)

Fjärrvärmesystemet har höga investeringskostnader. Nätet försörjer därför i första hand stadsbebyggelse där värmeförbrukningen är hög. Värmeförbrukningen kan uttryckas som GWh värmeförbrukning per år och km² (GWh/km²,år). Vid utbyggnadsplanering används

ofta en värmetäthetskarta, en ”värmeatlas”, som visar värmetäthetens geografiska fördelning inom orten ifråga. Genom att se till att nätet försörjer sammanhängande områden med hög värmetäthet, och genom att se till att fjärrvärmens anslutningsgrad inom försörjningsområdet blir hög, kan en god ekonomi för fjärrvärmenätet erhållas.

FJÄRRKYLA

Fjärrkyla fungerar enligt samma princip som fjärrvärme, med den skillnaden att det är kallt vatten som distribueras i ett ledningssystem. Fjärrkyla kräver dock ett separat distributionsnät, vilket innebär att utbyggnaden är relativt kostsam. Detta ställer krav på ett relativt stort kylbehov inom ett koncentrerat område för att få god ekonomi.

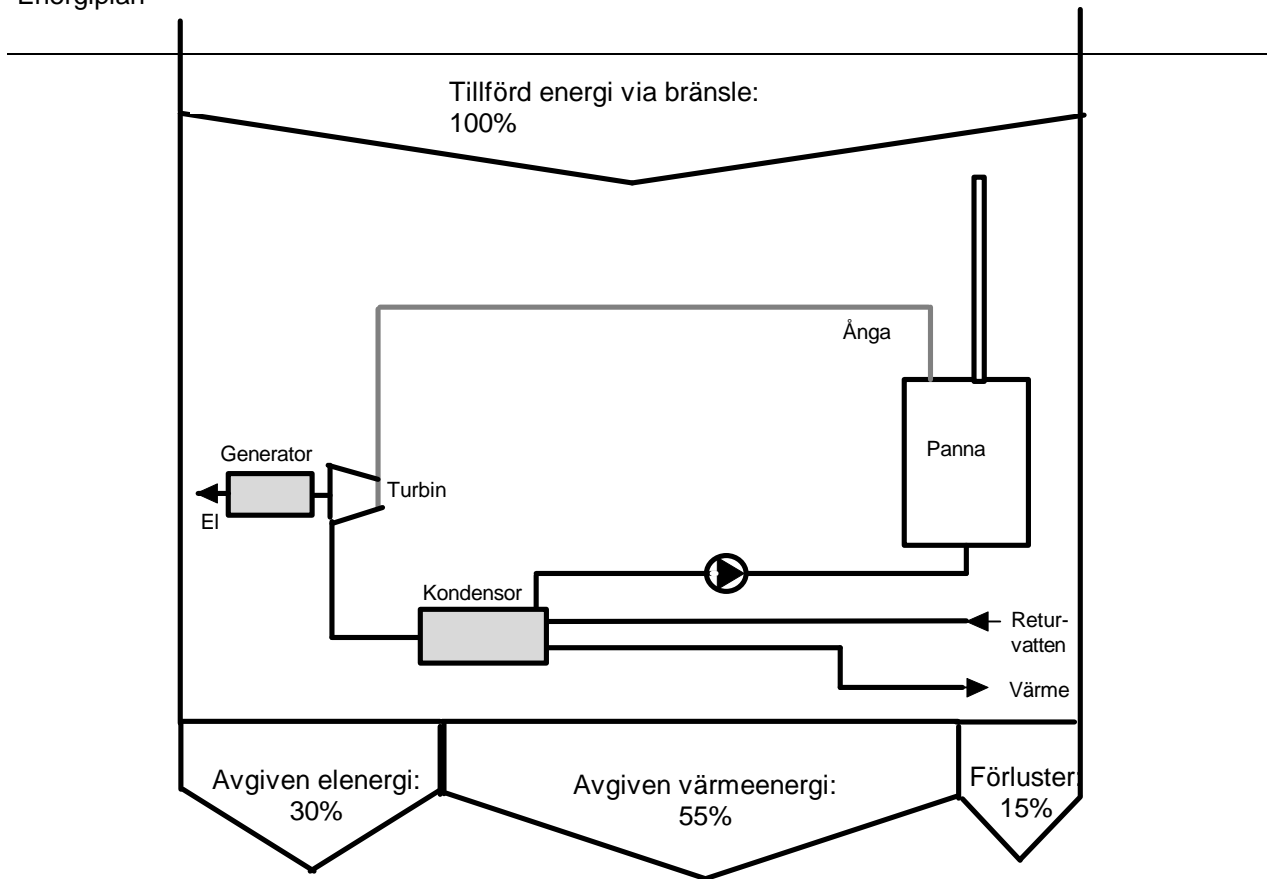
Fördelarna med fjärrkyla är bl a att en stor del elanvändning för drift av kylaggregat kan elimineras och att fjärrkyla ersätter lokala kylaggregat med en stor köldmediemängd. Läckaget av köldmedium från stora anläggningar kan begränsas till 1-2 % per år.

Den tekniska lösningen av fjärrkylsystem varierar beroende på lokala förutsättningar. Det är mycket energieffektivt att samproducera fjärrkyla med fjärrvärme. En värmepumpsanläggning kan då utnyttjas maximalt genom att den ökar temperaturen på fjärrvärmevattnet samtidigt som det sänker temperaturen på kylvattnet. En annan lösning är att använda sig av så kallade absorptionskylmaskiner, där värmen i fjärrvärmenätets returvatten används som drivenergi. Det enklaste sättet att producera fjärrkyla, när förutsättningarna tillåter, är dock att utnyttja kallt bottenvatten från havet eller en sjö.

Fördelarna med fjärrkyla har inneburit en ökad utbyggnad på senare år. Sedan det första fjärrkylanätet togs i bruk i Västerås 1992, hade antalet fjärrkylanät i drift ökat till 13 vid slutet av 1997. Under 1997 levererades cirka 140 GWh fjärrkyla.

KRAFTVÄRME

I ett kraftvärmeverk kombineras produktion av elkraft och värme. I ett vanligt värmekraftverk, ett s.k. kondenskraftverk, kyls man bort värmen i den ånga som passerar ångturbinen, medan man i ett kraftvärmeverk tar till vara denna värme i ett fjärrvärmenät. Ångan kondenseras i en varmvattenkondensator med fjärrvärmenätets vatten som kylmedium. Detta innebär att verkningsgraden för ett kraftvärmeverk är betydligt högre än för ett kondenskraftverk. Uppemot 90 procent av bränslets värmeinnehåll kan utnyttjas i ett kraftvärmeverk, vilket kan jämföras med 40-50 för ett kondenskraftverk. Vanligen levereras cirka en tredjedel elkraft och två tredjedelar värme. Figur 2 visar en schematisk bild av ett kraftvärmeverk samt den typiska fördelningen mellan den avgivna energin i form av el, värme och förluster i förhållande till tillförd energi.

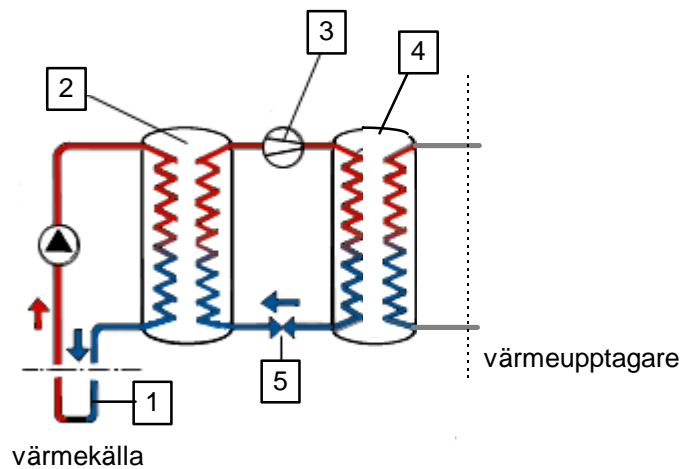


Figur 2 Tillförd och avgiven energi hos ett kraftvärmeverk

VÄRMEPUMP

Principen för en värmepump är att den tar upp energi vid en låg temperatur och avger den vid en högre. Värmepumpen fungerar i princip på samma sätt som en kylmaskin, med den skillnaden att det är värmen och inte kylan som tas till vara. Som värmekälla kan exempelvis luft, mark, berggrund, avloppsvatten eller grundvatten utnyttjas.

Värmepumpen består i huvudsak av fyra komponenter: förångare, kompressor (som höjer trycket), kondensator och expansionsventil (strypventil som minskar trycket). Ett slutet rörsystem, i vilket det flödar ett köldmedium, förbinder komponenterna (se figur 3).



1. Värmekällan värmer upp en köldbärare (vatten/sprit) som cirkulerar i ett rör
2. Köldbäraren värmer upp köldmediet som förångas
3. Köldmediet komprimeras i en kompressor, varvid temperaturen höjs kraftigt
4. Köldmediets värme avges i en kondensor och överförs till värmeupptagaren
5. Trycket på köldmediet sänks i en expansionsventil och återgår till vätskeform, varefter det återvänder till förångaren.

Figur 3 Värmepumpens funktion

Värmepumpens kompressor drivs vanligen av elenergi och för varje kWh el som värmepumpen behöver för att arbeta levereras cirka 3 kWh värme. Den avgivna värmemängden är summan av den ur värmekällan upptagna värmen och energin som tillförs värmepumpens kompressor. Värmepumpens effektivitet, dvs förhållandet mellan den avgivna energin och den tillförda, benämns värmefaktor och ligger vanligen mellan 2,5 och 3,2.

Köldmediet har mycket låg kokpunkt vilket innebär att värmepumpen kan användas även vid låga temperaturer på värmekällan. De vanligast förekommande köldmedierna var tidigare olika freoner, vilka förstör ozonskiktet om de släpps ut i atmosfären. Freoner är numera förbjudna att användas i de flesta länder och ersättningsmedier, som inte har någon ozonnedbrytande verkan, har utvecklats. Flera av dessa har dock en påverkan på växthuseffekten.

BAKGRUNDSFAKTA OM MILJÖ

Energiomvandling innebär i stort sett alltid en negativ påverkan på miljön. Förbränning av fossila bränsle i produktionsanläggningar för el och värme, i industriprocesser och i transportsektorn, medför utsläpp av miljöfarliga ämnen. De ämnen som bildas i förbränningsprocessen och som orsakar negativ påverkan på miljön är i första hand svaveldioxid, kväveoxider, koldioxid och flyktiga organiska föreningar (kolväten - VOC). I värmepumpar och kylmaskiner användes tidigare klorfluorkarboner (CFC - freoner), som också har negativa miljöeffekter.

Svaveldioxid bildas vid förbränning av svavelhaltiga bränslen. I Sverige står industriprocesser, förbränning av olja och gas samt transporter för de största utsläppen. Det nationella miljömålet, uppsatt av Sveriges riksdag, att minska svavelutsläppen med 80% till år 2000 jämfört med 1980 års nivå är redan uppnått. Inhemska källor står dock endast för en liten del av det totala nedfallet av svavel över Sverige. 1996 svarade svenska källor för ca 6,5% medan exempelvis Tyskland och Polen bidrog med sammanlagt 25%.

Kväveoxider bildas vid förbränningprocessen, dels på grund av bränslets kväveinnehåll och dels på grund av att förbränningsluftens kvävgas och syrgas reagerar med varandra vid upphettning. Utsläppen av kväveoxider kommer till 80% från transportsektorn och resterande från förbränning av olja, kol och gas samt från industriprocesser. Det nationella målet är att sänka utsläppen av kväveoxider från energi- och industrisektorn med 50% till år 2000 jämfört med 1980 års nivå. Svenska källor bidrar med ca 16% av det totala nedfallet medan Tyskland och Storbritannien tillsammans står för cirka 20%.

Koldioxid bildas vid all förbränning av material som innehåller kol. Förbränning av biobränsle anses dock inte ge något nettoutsläpp av koldioxid, så länge tillväxten av biobränslet sker i samma takt som användandet. I Sverige står transportsektorn för den största delen av koldioxidutsläppen, följt av förbränning i industrin och industriprocesser samt förbränning i el- och värmeverk. I ett globalt perspektiv, står Sverige för en mycket liten del av koldioxidutsläppen, endast några promille. De sammanlagda utsläppen från energisektorn hade 1996 minskat med 20% jämfört med 1980, men under perioden 1990 till 1996 steg utsläppen med 13%. Det nationella målet är att år 2000 ha stabiliserat koldioxidutsläppen från användningen av fossila bränslen till 1990 års nivå, för att därefter minska.

Flyktiga organiska föreningar (VOC- volatile organic compounds) är kolväten som avges till atmosfären från bland annat bensin och lösningsmedel. Det nationella miljömålet är att minska utsläppen av flyktiga organiska ämnen med 50% till år 2000 jämfört med utsläppsnivån 1988.

Klorfluorkarboner (CFC), halogenerade kolväten eller freoner, bryter ned ozonskiktet i stratosfären. CFC har tidigare använts i stor utsträckning i bl a värmepumpar och kylmaskiner, men är idag förbjudna i de flesta länder. Ersättningsmedel, som inte bryter ner ozonskiktet, har utvecklats. Flera av dessa bidrar dock till växthuseffekten.

De miljöskador som energiomvandlingen ger upphov till kan i princip delas in i tre nivåer; lokal, regional och global. Lokal miljöpåverkan innefattar bl a utsläpp av bilavgaser, smog och utsläpp av stoft och cancerogena ämnen från småskalig vedeldning, medan regional miljöpåverkan framförallt innefattar försurningen av mark och vatten och övergödning samt bildandet av marknära ozon. Till de globala miljöproblemen hör nedbrytning av stratosfärens ozonskikt och påverkan på jordens klimat genom den s.k. växthuseffekten.

Försurning av mark och vatten: Försurning leder bl.a. till skogsskador, att tungmetaller löses ut i mark och vatten samt skador på djur- och växtliv i sjöar. Stora delar av Sverige är idag påverkade av surt nedfall och minst 650.000 hektar skogsmark, cirka 1/4 av sjöarna och 100.000 kilometer rinnande vatten har konstaterade försurningsskador. Det sura nedfallet medför också korrosionsskador på byggnadsverk och andra konstruktioner. Det sura nedfallet beror på utsläpp av svavel och kväveoxider.

Övergödning: Övergödning och kvävemättnad i skogar, algblomning och syrefria bottenar i havet är resultatet av för mycket gödningsämnen i mark och vatten. Kvävednedfall är en viktig orsak till övergödning.

Bildandet av marknära ozon: Marknära ozon är skadligt både för människors hälsa och för växtlighet och är dessutom en växthusgas. Höga halter kan ge huvudvärk, andningsbesvär och ögonirritation. Marknära ozon ska inte förväxlas med stratosfärens ozon, och kan inte 'ersätta' ett förtunnat stratosfäriskt ozonskikt. Marknära ozon bildas när flyktiga organiska föreningar reagerar med kväveoxid under påverkan av solljus.

Växthuseffekten: Att temperaturen på jorden är ganska behaglig beror på en naturlig "växthuseffekt". Naturligt förekommande gaser bildar ett 'lock' runt jorden, vilket hindrar en del av värmeutstrålningen från att lämna atmosfären. Ökade halter av växthusgaser i atmosfären förstärker den naturliga växthuseffekten och kan leda till global uppvärmning, med extrema vädersituationer, höjning av havsytans nivå, översvämningar mm som följd. Den viktigaste växthusgasen är koldioxid, som står för ca 60 – 80% av den totala ökningen av växthusgaser. Andra växthusgaser är bl a metan och marknära ozon. Koldioxid har en mycket lång uppehållstid i atmosfären, vilket innebär att utsläppet hinner att fördelas i hela atmosfären. Således påverkas hela planeten oavsett var utsläppen sker.

Nedbrytning av stratosfäriskt ozon: Uttunnningen av det stratosfäriska ozonskiktet är ett av de allvarligaste globala miljöhoten. När det ozon som absorberar ultraviolett strålning minskar, ökar den mängd strålning som når ned till jordytan. Ultraviolett strålning är skadligt för människor, växter och djur. Klorfluorkarboner (CFC eller freoner) bryter ned det stratosfäriska ozonet. Dessa ämnen stiger mycket långsamt mot stratosfären, så utsläppen från de senaste decennierna har ännu inte nått dit. En fortsatt uttunnning av ozonskiktet är därför att vänta i cirka trettio år framåt.