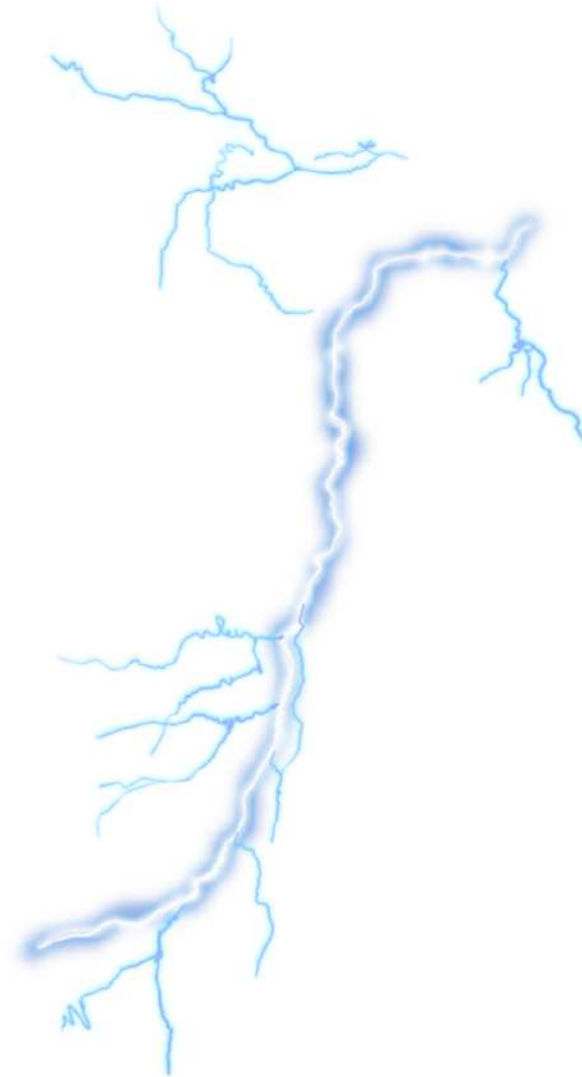




Kraft och energi

Den här modulen handlar om energi.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer





Diagnostiskt test

Här kommer några inledande frågor.

Om du svarat fel på någon eller några av frågorna behöver du troligen en genomgång av denna modul. Börja med första kapitlet och gå sedan vidare genom hela modulen.

Du kan också välja att gå direkt till det kapitel som behövs repeteras.

Detta diagnostiska test kan köras hur många gånger som helst utan att resultatet registreras.





Diagnostiskt test



Flödande och lagrade energikällor är ett annat namn för förnybara och icke förnybara energikällor.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:1





Diagnostiskt test



Fossila bränslen är den viktigaste energikällan för elproduktion i Sverige.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:2





Diagnostiskt test



Vindkraften står för en stor del av elproduktionen i Sverige (2012).

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:3





Diagnostiskt test



Naturgas är ett biobränsle.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:4





Diagnostiskt test



Geotermisk energi får sin energi från solen.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:5





Diagnostiskt test



Med reglering syftar man på konkurrenslagstiftningen inom elbranschen.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:6





Diagnostiskt test



En turbin i ett vindkraftverk har oftast en kapacitet på omkring 500 MW.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:7





Diagnostiskt test



Det är mycket effektivare att producera all värme för uppvärmning på en plats och transportera ut den till fastigheterna, istället för att varje fastighet har sin egen uppvärmning.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



De flesta fjärrvärmeverk eldas med olja.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:9





Diagnostiskt test



En värmepump fungerar liknande sätt som kylanordningen i ett kylskåp, fast tvärt om.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:10





Diagnostiskt test

Det diagnostiska testet är nu avslutat

Om alla frågorna är rätt besvarade, gå antingen direkt till modultestet i slutet av denna modul, eller fortsätt till första kapitlet.

Om du svarat fel på någon eller några av frågorna behöver du troligen gå igenom de olika kapitlen i denna modul. Du kan välja att gå direkt till det kapitel som behövs repeteras, eller börja från början genom att trycka på menyknappen.

Vi rekommenderar att du börjar från början.

Du kan när du vill återvända till detta test för att kontrollera dina kunskaper.
Resultatet kommer inte att registreras.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
0:11



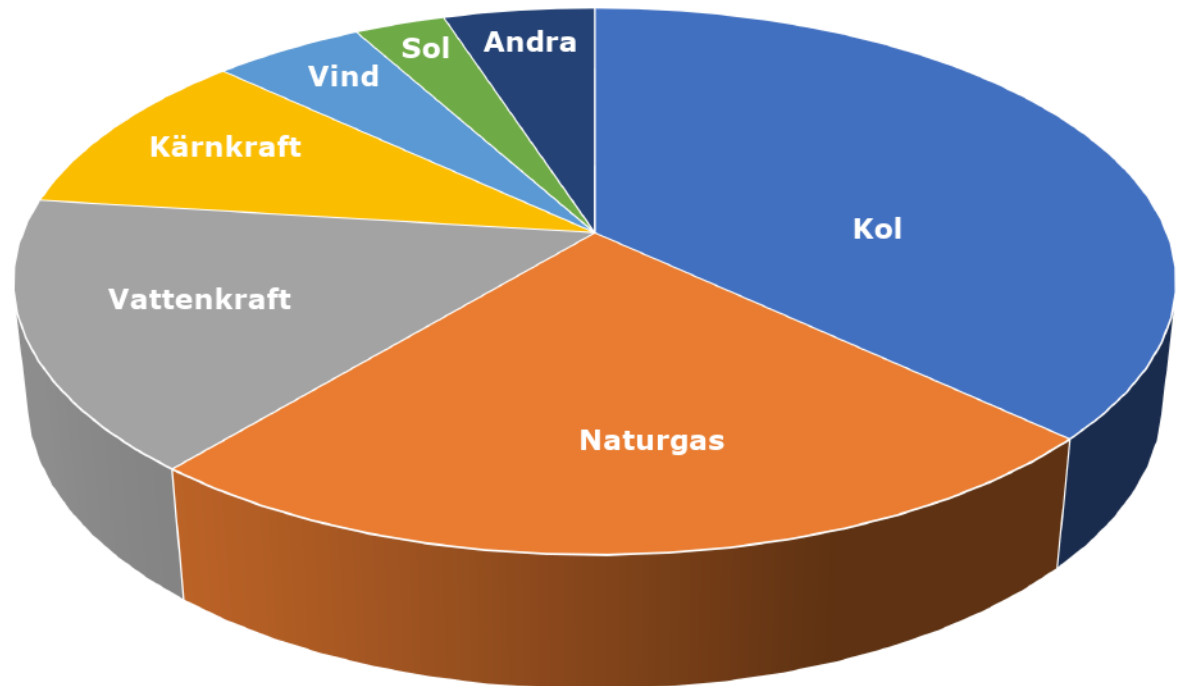
Kraft och energi

I takt med människans utveckling har vi uppfunnit maskiner och hjälpmedel som kräver energi för att fungera. Veden har givetvis varit en viktig energikälla, men vind- och vattenkraft upptäcktes tidigt av människan som energikälla för att driva såväl maskiner som fartyg.

I dagens samhälle är vi helt beroende av våra energikällor. Tänk dig ett liv utan elektricitet, mobiltelefoner, datorer eller tv. Det är inte länge sedan det var vår verklighet, men idag är det helt otänkbart.

Sedan 1800-talet har de fossila bränslena varit vår huvudsakliga energikälla. Trots problemen de för med sig finns det i nuläget ingen energikälla som är på väg att helt ersätta dem.

Energiförbrukning i världen 2019



Energiförbrukning i världen

Användandet av energi är väldigt olika runt omkring i världen. Genom att räkna ut hur mycket energi varje person i genomsnitt använder i ett land kan man få en ganska bra bild över vilka delar av världen som förbruka mycket respektive lite energi.

På världskartan till höger kan du se mer om följande regioner:

- Nordamerika
- Mellanöstern
- Kina
- Latinamerika
- Afrika
- Indien



Vilken av följande regioner ovan tror du använder mest energi per person. Klicka i världskartan på den region du tror använder mest.

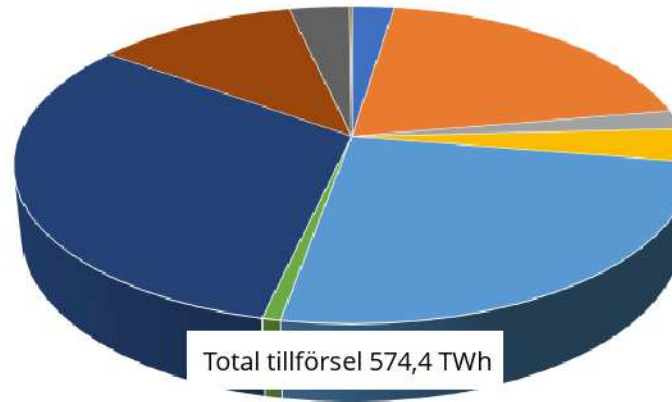


Energiförbrukning i Sverige

Energiförbrukningen i Sverige brukar man dela upp mellan total energiförbrukning och elförbrukning.

Eftersom energi försvinner i omvandlingsförluster på vägen räknar man med den energi som tillverkas för att en viss mängd ska förbrukas. Det innebär att Sveriges totala energitillförsel 2019 var 574,4 TWh men endast drygt hälften av den användes, resten är energiförluster mellan producent och användare.

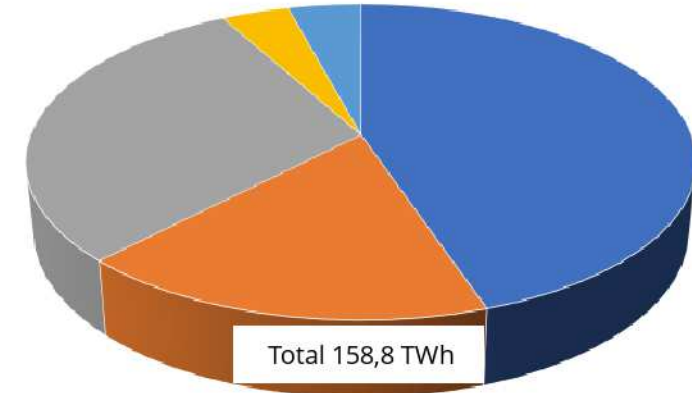
Energitillförsel Sverige 2019



Fördelat på energislag (i TWh)

Kärnkraft 180,9	Råolja och petr. 114,1
Vattenkraft 65,3	Naturgas 11,3
Vindkraft 19,8	Kol 19,3
Solkraft 0,7	Biobränsle 144,9
Övriga 13,8	Biobränsle 4,3

Elproduktion i Sverige 2020



Vattenkraft 71,2 (45 %)
Vindkraft 27,6 (17 %)
Kärnkraft 47,3 (30 %)
Kraftvärme industrin 6,1 (4 %)
Kraftvärme 6,6 (4 %)

Historik

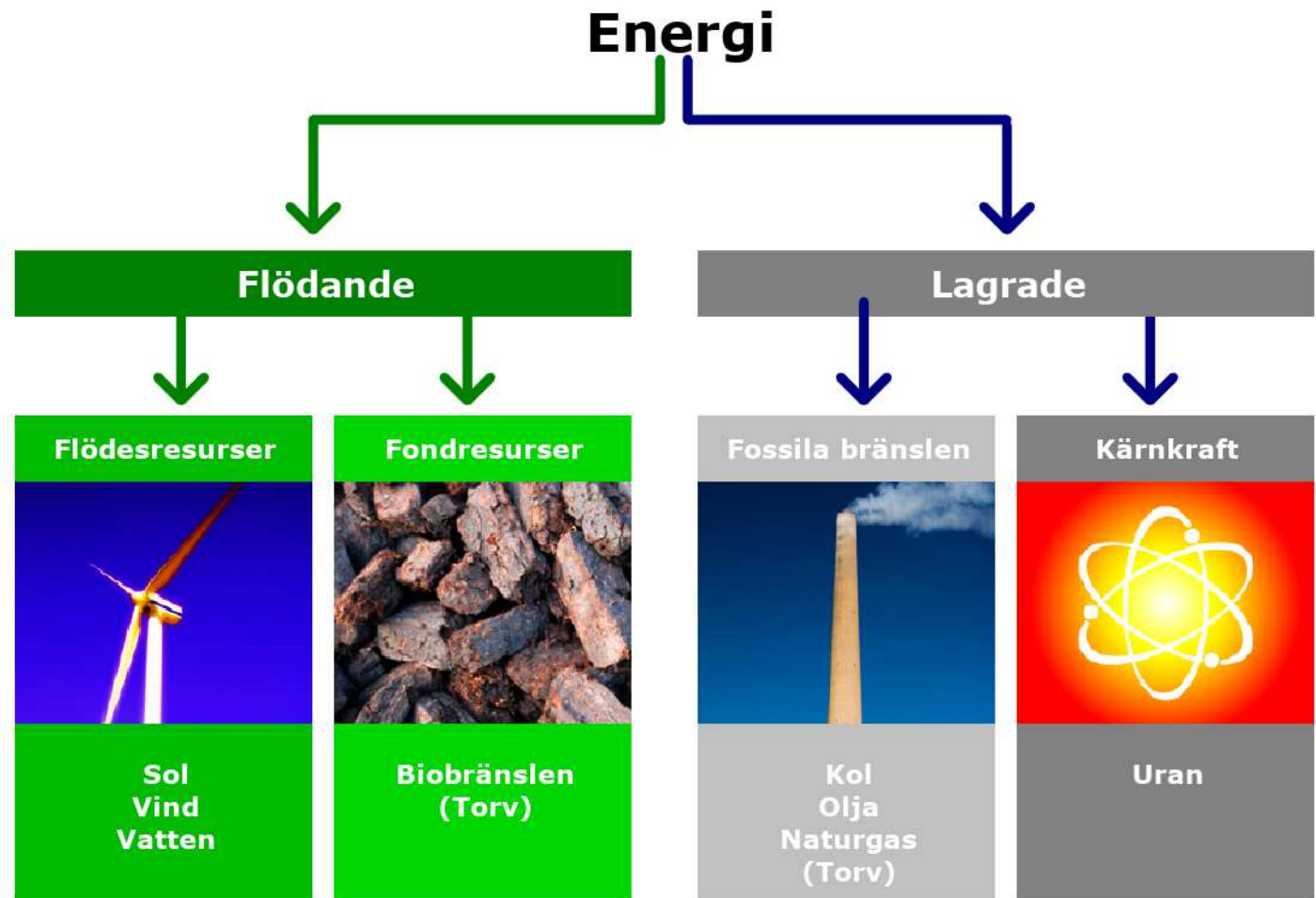


Lagrade och flödande energiformer

Energikällorna brukar man dela upp i två olika typer - icke förnybara(lagrade) eller förnybara(flödande).

I vanligt tal är icke förnybara och förnybara de vanligaste uttrycken, trots att de är något missvisande, då energi inte kan förnyas, bara omvandlas. De icke förnybara består av fossila bränslen och kärnkraft och de förnybara av flödesresurser och fondresurser.

Men inte alla energikällor är lätta att dela in i en kategori. Torv är en energikälla som passar in på flera ställen.



Torv

Torv består av växtmaterial som är på väg att förmultna, men som inte gjort det färdigt på grund av brist på syre. Faktum är att torv är början på fossilt kol. Torv tar tusentals år att bilda, medan kol tar miljontals år på sig för att bildas. Därför är det inte helt klart i vilken kategori torv ska hamna i.

I Sverige klassas torv som en egen energikälla, inom torvbranschen vill man att det ska klassas som biobränsle och i EU klassas det som fossilt bränsle.

Torv räknar man som det första steget i inkolningskedjan, där mängden av ämnet kol i varje steg ökar.



Fossila bränslen

Den viktigaste energikällan för vårt samhälle är de fossila bränslena. De utgör omkring 90 % av vår totala energiförsörjning på jorden.

I Sverige däremot utgör de en ständigt minskande del. Från att ha utgjort ca 80 % av vår energiförbrukning 1970 till att idag ligga på ungefär 30 %.

De fossila bränslena har bildats genom att döda växter och djur sedimenterats i syrefattiga miljöer och sedan under miljontals år utsatts för högt tryck och hög värme. Därför är fossila bränslen inte en förnybar energikälla då det tar miljontals år för bränslet att bildas igen.

Till fossila bränslen hör kol, olja och naturgas.



Visste du att...

Det finns en alternativ teori, den så kallade djupgasteorin när det gäller bildandet av fossila bränslen som förts fram av sovjetiska forskare redan på 1960-1970-talet och som 2009 kunde demonstreras vid KTH 2009, nämligen att bildandet av fossila bränslen beror på att kolväten utsatts för högt tryck djupt nere i jorden.

För att undersöka om teorin stämde borrade man under ledning av den österrikiske astrofysikern Thomas Gold efter gas vid Siljan 1986-1993. Man lyckades aldrig hitta något hållbart stöd för teorin.



När är bränslet i den fossila tanken slut?



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:6



Fossila bränslen, kol

Med kol menar man många olika saker, därför ska vi här försöka reda ut begreppen en aning. När det gäller bränslen så finns det träkol och fossilt kol. Men det finns också ett grundämne som heter kol, men det är inte samma sak som någon av de ovan nämnda bränslena. Visserligen innehåller bränslet kol ämnet kol men inte i sin renaste form, utan mellan 60-90 %

Om vi tittar på engelskan så kallas bränslet kol för coal, medan grundämnet kol kallas carbon. På svenska blir det en aning förvirrande däremot.

Det finns tre olika typer av fossilt kol, brunkol, stenkol och antracit.



Brunkol



Stenkol



Antracit

Total produktion av kol i världen



Fossila bränslen, hur mycket finns det kvar?

Hur länge de fossila bränslena räcker råder det väldigt delade uppgifter om beroende på att nya källor hittas, tekniken för att utvinna olja utvecklas och i takt med att priset höjs lönar det sig att utvinna resurser som tidigare ansågs för dyra att exploatera.

1989 var oljereserverna i världen 1 000 miljarder fat och 2020 var samma oljereserv 1 730 miljarder fat. De har alltså ökat med omkring 700 miljarder fat på 30 år! Hur det ser ut om ytterligare 30 år vet ingen, men de allra flesta bedömare som förutsagt när oljan ska ta slut har haft fel.

Däremot så påverkar användandet av fossila bränslen vår planet så pass negativ att det inte är en hållbar lösning i längden att använda dem, vi måste gå över helt eller till större delen till förnybara energikällor.



Fossila bränslen, brunkol

Brunkol (kallas också lignit) är den yngsta formen av kol. Brunkol är fossila växtdelar som är mellan 5-50 miljoner år gamla. Brunkol innehåller mycket vatten, omkring 50 %. Väl torkat är innehållet av ämnet kol omkring 60-80 %.

Brunkol bryts i stora dagbrott med enorma maskiner. På grund av sin låga effektivitet transporteras brunkol inte, utan bränns i kolkraftverk i närheten av koltäkten och används nästan uteslutande för elproduktion. Stora producenter av brunkol är Tyskland, Kina, Ryssland och USA



Klicka på de olika koltyperna för att direkt jämför dem.

INKOLNINGSKEDJA



TORV



BRUNKOL

Kolinnehåll:

60 - 80 %



STENKOL



ANTRACIT



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:9



Fossila bränslen, stenkol

Stenkol har bildats på samma sätt som brunkol.

Den enda skillnaden är att stenkolet utsatts för högre tryck och/eller värme längre tid än brunkolet. Omkring 300 miljoner år mot brunkolets 5-50 miljoner år.

Stenkol innehåller betydligt mindre vatten än brunkol och betydligt mer av ämnet kol, omkring 80-90 %.



Klicka på de olika koltyperna för att direkt jämför dem.



Fossila bränslen, antracit

Antracit innehåller mer än 91 % av ämnet kol. Det är svart, hårt och färgar inte av sig som andra kolformer gör. Antracit brinner med nästan osynlig låga, knappt någon rök och väldigt lite sot. Därför har det använts och används fortfarande på vissa platser i världen, bl a USA för uppvärmning av hus.



Klicka på de olika koltyperna för att direkt jämför dem.



Fossila bränslen, petroleum

Petroleum är en av människans viktigaste energikällor om inte den absolut viktigaste. Petroleum är rester av döda växter och djur som liksom kol utsatts för högt tryck under flera miljoner år, men istället för att omvandlas till ett hårt mineral förvandlas de fossila lämningarna till en mörk tunn flytande brännbar vätska som vi i dagligt tal kallar olja (fast olja egentligen är benämningen på vätskor som inte löser sig i vatten s k hydrofoba vätskor).

Ur olja framställer man bl a eldningsolja, bensin, diesel, gasol och flygbränsle i oljeraffinaderier. Genom upphettning av oljan skiljer man ut olika typer av kemiska föreningar vid olika temperaturer. Gasol har en väldigt låg kokpunkt, medan eldningsolja har en väldigt hög kokpunkt.



Fossila bränslen, naturgas

Naturgas är en färg och luktfri gas som finns i stora källor på land eller under havets botten. Oftast hittar man naturgasen tillsammans med olja. Gasen består till största delen av metan. De största fyndigheterna finns i Ryssland, Iran och Qatar. Dessa länder har i sin ägo omkring 55 % av världens reserver, men även Norge och Danmark har naturgasfyndigheter och Norge är faktiskt världens femte störste exportör av naturgas.

Då naturgas innehåller färre kolatomer per energienhet än kol och olja släpper naturgas ut upp till 40 % mindre koldioxid.

Naturgas används framför allt till kraft och fjärrvärmeproduktion, som processbränsle inom industrin, och som fordonsbränsle.

I Sverige importerar vi naturgas från Danmark via nedgrävda ledningar som sträcker sig från västra Skåne upp till Göteborg.



Gasnätets utbyggnad i Sverige.



En ledning ovan jord för naturgas i USA, en pipeline



Lagrade energiformer, kärnkraft

Den huvudsakliga källan till energiframställning via atomklyvning är uranmalm. Uranmalmen består i naturligt tillstånd av omkring 99% U238 och en knapp procent U235.

För att uranet ska kunna användas måste det anrikas, vilket innebär att mängden U235 höjs till omkring 3%.

En stor del av världens uran bryts i Kazakstan, Kanada, Australien och Ryssland.



Uran är ett radioaktivt grundämne. Gamla varningssymbolen för att något är radioaktivt.



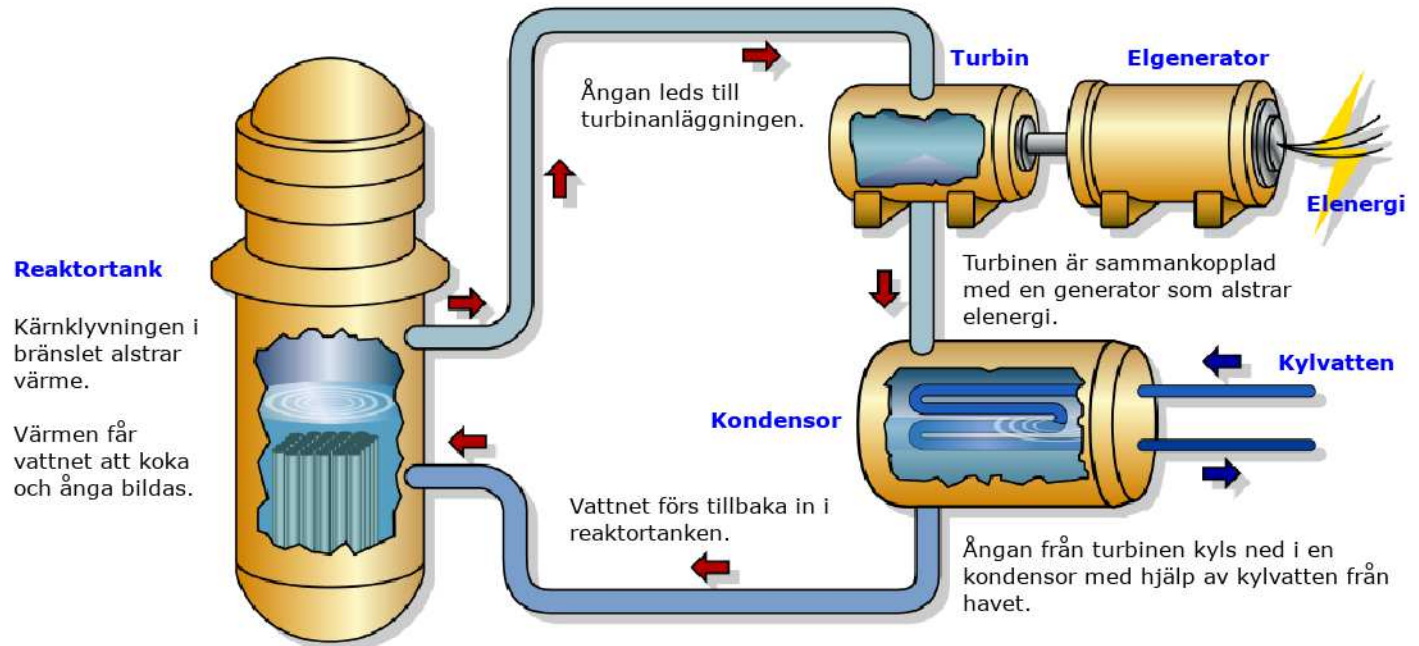
Ny standard för varningsskylt från IAEA (Internationella atomenergiorganet).



Lagrade energiformer, kärnkraft

I kärnkraftverket aktiverar man uranet genom något som kallas fission. Det innebär att uranatomkärnorna börjar klyvas. Detta frigör enorma mängder energi i form av värmeenergi. Värmen används för att värma upp vatten till ånga som sedan driver en ångturbin. Turbinen driver i sin tur en generator som genererar el.

Kärnkraft är en kontroversiell energikälla. Så länge allt fungerar som det ska är kärnkraft en nästan utsläppsfri energikälla. Men om något går på tok kan följderna bli katastrofala.



Källa: Strålskyddsmyndigheten



Lagrade energiformer, kärnkraft

Det har skett tre allvarliga kärnkraftsolyckor i världen, Harrisburg i USA 1979, Tjernobyl 1986 i Ukraina (dåvarande Sovjetunionen) och Fukushima i Japan 2011.

Olyckan i Harrisburg ledde till en partiell härds smälta. Det innebär att reaktorhärden delvis smälte då kylningen slutade fungera. Olyckan ledde inte till några större utsläpp men en väldig opinion mot kärnkraften bildades.

I Tjernobyl som är den värsta olyckan hittills, exploderade taket på grund av överhettning och stora mängder radioaktivt material läckte ut. Över 100 000 människor fick evakueras permanent.



Kärnkraftverket på Three mile island. Fotot taget ett par dagar efter olyckan



Olyckan i Tjernobyl var så omfattande att radioaktivt material spreds ända till Sverige.



Lagrade energiformer, kärnkraft

2011 inträffade i Fukushima i Japan en allvarlig kärnkraftsolycka. En kraftig jordbävning slog ut elektriciteten och dieseldrivna aggregat startade för att kyla ner de tre reaktorerna som vid tillfället var i drift. En timme senare svepte en tsunamivåg in över kärnkraftverket, vilket innebar att dieselaggregaten stannade. Dessutom sveptes dieselbränslet iväg.

Detta ledde till att reaktorerna till slut blev utan kylning och flera explosioner frigjorde stora mängder radioaktivt material. Till slut lyckades man pumpa in havsvatten direkt in i reaktorn för att kyla ner härden. Verket är bortom räddning och hur man ska lösa problemet slutligt är det ingen som vet.

Hälsokonsekvenserna för olyckan i Fukushima blev under omständigheterna små. En del arbetare blev utsatta för hög strålning, men ingen dog. Mängden radioaktivitet som släppts ut är i jämförelse med Tjernobyl väldigt liten.



Fukushima före



Fukushima efter



Flödande energiformer

De flödande energikällorna är energikällor som hela tiden återbildas.

Därför kallas de ofta för förnybara energikällor.

Sveriges regering satte som mål att den svenska energiförbrukningen år 2020 ska bestå av 50 % förnybara energikällor. Det uppfylldes redan 2012, 2019 var den 56,4 %.



Vindkraftverk, solen och biobränsleanläggning



Flödande energiformer, solkraft

Solen är den huvudsakliga källan till de flesta av våra energikällor. Antingen genom uppvärmning av vatten till vattenånga för vattenkraften, skapandet av vindar för vindkraften eller växternas fotosyntes. Men även i direkt form kan man använda solens kraft. Dels genom solpaneler som omvandlar solens energi till elektrisk energi, eller i form av solfångare som omvandlar solenergi till värme.

Det finns också termiska solkraftverk som genom speglar koncentrerar solens strålar så att de kan värma en vätska som sedan blir till ånga som driver en turbin som alstrar el.

Solkraften har fått en pånyttfödelse under senare år på grund av debatten om global uppvärmning och på många platser runt omkring i världen har det byggts och byggs nya stora termiska solkraftverk, bl a i Sevilla Spanien och Mojaveöknen i USA.



Termiskt solkraftverk i Sevilla i Spanien. Spegelarna reflekterar solens strålar som lyser mot en punkt uppe i tornens topp. Vätska värms som sedan blir till ånga som driver en turbin som genererar el.

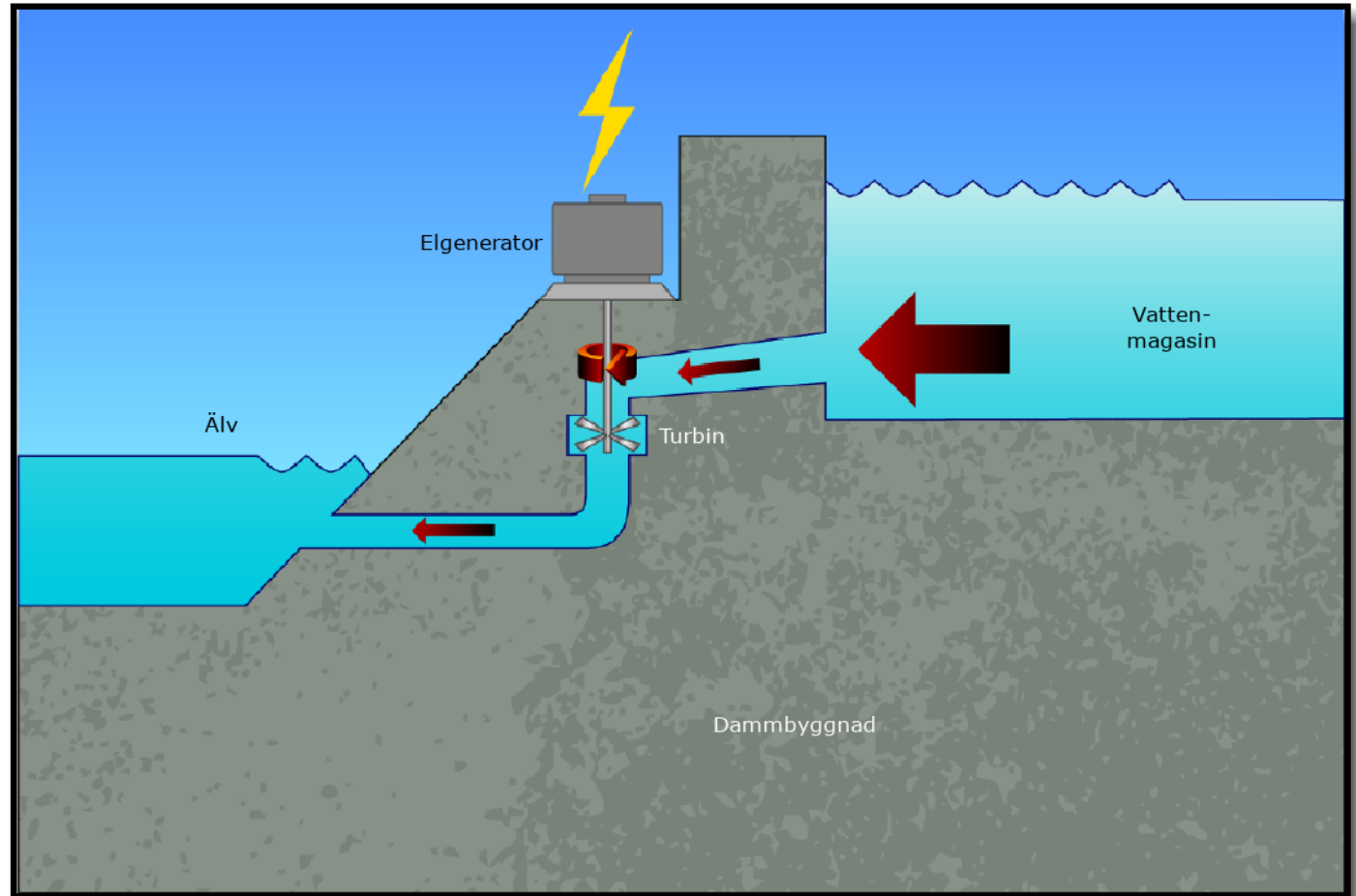


Flödande energiformer, vattenkraft

I Sverige står vattenkraften för omkring hälften av vår totala elproduktion. Det är i en internationell jämförelse ganska mycket, även om det naturligtvis finns de länder som producerar ännu mer. Exempelvis Norge får ca 95 % av sin elförsörjning från vattenkraft.

Det finns omkring 2 000 vattenkraftverk i Sverige. Av dessa har ungefär 500 en effekt som är högre än 1,5 MW. Dessa 500 verk producerar 97 % av all vattenkraftsproducerad el. Resterande 1500 kraftverk är med andra ord ganska små.

Som för alla andra flödande energiformer så är vattenkraften en produkt av solens aktivitet. Solen värmer vatten som avdunstar, bildar moln och regnar. Regnet samlas i vattendrag som man sedan dämmer upp i dammar eftersom flödet av vatten inte är konstant och för att mängden el som förbrukas är olika under året. Mest el förbrukas på vintern, och minst under sommaren.



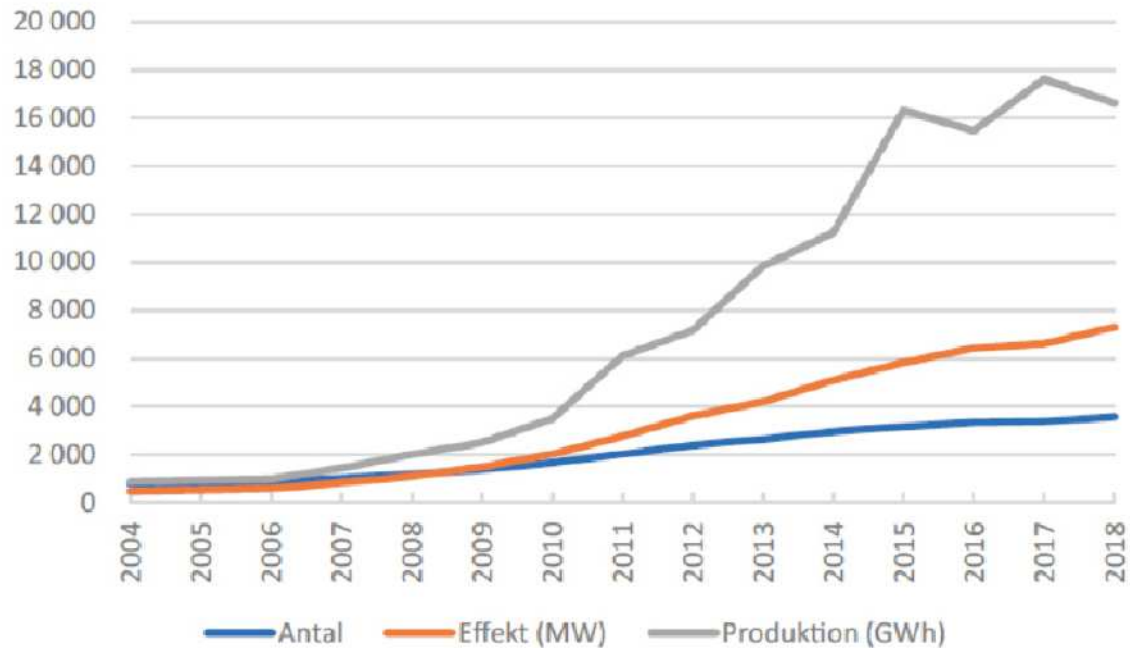
Flödande energiformer, vindkraft

Vindkraften är en förhållandevis ny energikälla om man tittar på elproduktion. När det gäller andra användningsområden har människan använt vindkraft i hundratals år. Mest för pumpning av vatten, och malning av spannmål. Sedan början av 80-talet har vindkraften byggts ut rejält.

2010 stod vindkraften för ungefär 2% av elproduktionen i Sverige med 4 TWh producerad el. 2020 hade produktionen ökat till nästan 30 TWh. Riksdagens mål var att det ska produceras 30 TWh el år 2020.

En viss ökning av kraftverk krävs alltså, och utvecklingen inom vindkraften har gått kraftigt framåt sedan de första vindkraftverken byggdes i slutet av 80-talet. Då låg de på en effekt på ca 200 kW. Idag ligger verken på en effekt på mellan 3,5 - 4,3 MW, och nya verk har uppförts bl a i Belgien på 6 MW.

Karta över vindförhållanden i Sverige.
Rött = mycket vind. Blått, lila, grönt = lite vind



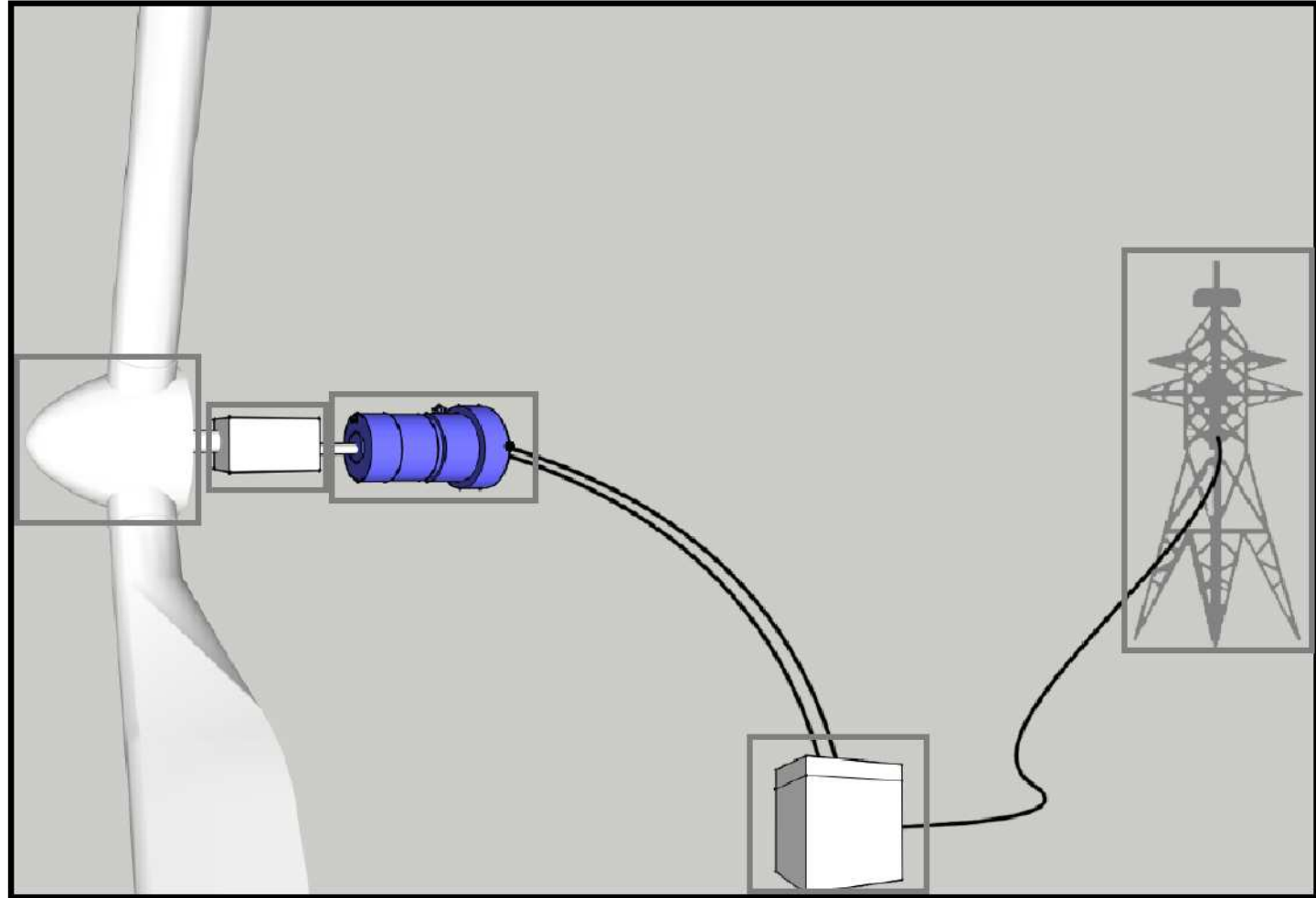
Hur fungerar vindkraft?

Principen för hur vindkraft fungerar är enkel.

Vinden blåser på turbinbladen vilket leder till att navet roterar. När navet roterar börjar drivaxeln snurra. Drivaxeln är kopplad till en växellåda som ökar hastigheten på rotationen på en annan drivaxel som är kopplad till generatorn. I generatorn alstras strömmen som skickas vidare ner till en transformatorstation som omvandlar strömmen så att den går att skicka ut på det allmänna elnätet.



Klicka på de olika delarna i bilden för förklaringar.



Big Glenn

Sveriges största vindkraftverk (mätt i produktion) var Big Glenn. Big Glenn invigdes i mars 2012 och är ett samarbete mellan Göteborg wind lab, SFK, Chalmers och GE. Verket stängdes 2018. Syftet var att utveckla nya vindkraftverk som ska placeras till havs.

Big Glenn var nästan 150 meter hög, räknat till rotorbladens topp. Det kunde förse 3 000 lägenheter med hushållsel.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:23



Att bygga vindkraft

När man bygger vindkraftverk börjar processen med att man först ska hitta en bra plats för att etablera en vindkraftspark. För att göra detta använder man datorprogram som ger förslag på lämpliga platser. För att platsen ska vara lämplig ska den ligga långt från olika saker som kan störas, t ex master och flygplatser. Det är också en stor fördel om det inte är för nära bebyggelse.

Till sist måste det naturligtvis blåsa ordentligt och det gör det ofta på toppen av en ås. I filmklippet besöker vi en sådan byggarbetsplats där det håller på att byggas fyra stora vindkraftverk på 3,3 MW styck.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:24



Titta in i ett vindkraftverk

Principen för ett vindkraftverk är att vinden driver en turbin, som via en växellåda omvandlar turbinens långsamma rotation till ett högre varvtal för generatorn. I generatorn omvandlas rörelseenergi till elektrisk energi, som sedan transporteras ut på elnätet.

Följ med driftingenjörerna Casper och Johan i filmen till höger för att titta närmare inne i ett vindkraftverk.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



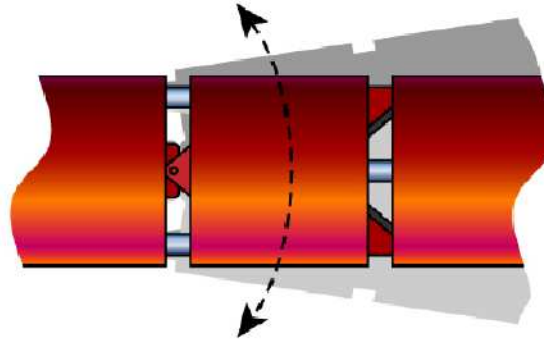
Sidnummer
1:25



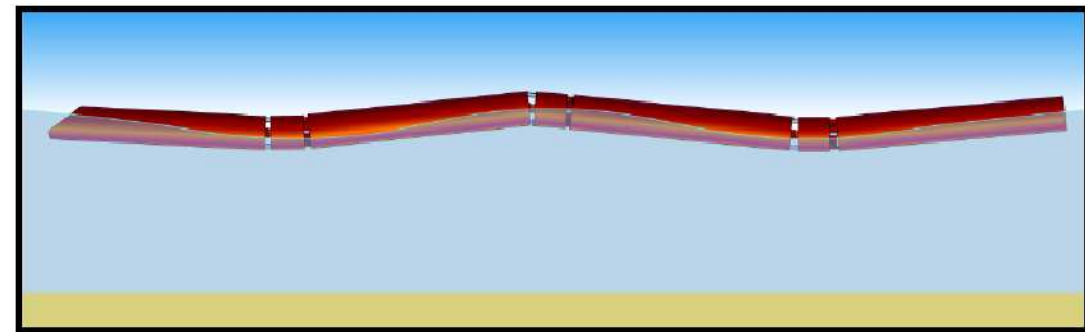
Flödande energiformer, vågkraft

Vågkraften är ännu inte kommersiellt exploaterad i världen i någon större utsträckning. Utanför Portugals kust invigdes 2008 Pelamis, världens första kommersiella vågkraftverk. Utanför Lysekil genomför Uppsala universitet ett experiment med en vågkraftspark av en annan konstruktion.

Däremot räknar man med att vågkraften i framtiden kommer att bli en energikälla att räkna med.



Vågkraft utanför Portugals kust



Vågkraftverket består av ett antal sektioner som flyter på vattenytan. Sektionerna sitter ihop med en sorts hydrauliska gångjärn som driver generatorer. Ett Pelamisvågkraftverk genererar 750 kW.



Flödande energiformer, biobränsle

Med biobränsle syftar man på bränslen som är producerade av levande organismer. Det kan vara avfall, biogas, biprodukter från industrin, förädlade biobränslen, trädbränslen och åkerbränslen.

Läs mer om biobränslen under fjärrvärme

[Länk till fjärrvärme](#)



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:27



Flödande energiformer, geotermisk energi

Geotermisk energi utnyttjar den energi som finns lagrad i berggrunden. På exempelvis Island utvinns energi från geotermiska heta källor.

Att utvinna geotermisk energi för framställning av el är inte lika effektivt som att utvinna den geotermiska värmeenergin vilket innebär att de flesta geotermiska kraftverk används för att generera fjärrvärme.



Det geotermiska kraftverket Nesjavellir på Island



Flödande energiformer, tidvattensenergi

När månen och till viss del solen, rör sig kring jorden påverkas vattennivån på grund av deras gravitationskraft. Havsnivån ökar och minskar, och på vissa platser sker detta med upp till 10-12 meters variation.

I nuläget finns det två sätt att utvinna elenergi från tidvattnet. Det ena sättet, som man har använt längst, är att fånga det inkommande tidvattnet i en damm och sedan driva en turbin med vattnet när det passerar.

Det andra sättet som nyligen kommersiellt installerades i Strangford Lough i Skottland, bygger på ungefär samma princip som ett vindkraftverk, fast under vatten. Två stora turbiner finns på var sida om ett torn, som står på havsbotten, som sedan drivs av den förbipasserande havsströmmen.



Tidvattenkraftverk i Frankrike



Reglering

El kan inte lagras utan måste användas direkt när den produceras, med undantag av batteri.

Vissa källor kan man inte alls styra när el ska produceras, t ex vindkraften som bara producerar el när det blåser. Vattenkraft däremot klarar att lagra energi, genom att lagra vattnet som används för att alstra elen. Det finns till och med försök med att använda en pump för att pumpa upp vatten i dammen till vattenkraftverk när man har överproduktion av el.

Kärnkraften kan också till viss del styra om hur mycket el som produceras.

Detta kallas för reglering.



Prova att ändra hur snabbt han cyklar, och se hur mycket energi som produceras.

För att möta vårt lands behov av el behöver därför de olika energikällorna samarbeta. När vindkraften inte producerar någonting, så kan man omedelbart öka produktionen av el från vattenkraften genom att bara öppna luckorna lite mer. Kärnkraften kan man också reglera, men det går inte lika snabbt som vattenkraften utan det tar flera dagar att ändra produktionen.



Lågenergilampa	3-20 W
TV (LCD)	200 W
Gå upp för en trappa på 30 sekunder per våning	100 W
Springa upp för en trappa på 10 sekunder per våning	300 W
Värma ett hus (medelvärde per timme)	1 500 W
Värme 1 kg vatten från 20°C till 100°C på 60 sekunder	5 570 W

Energi som produceras:
125 Watt

Beräknat på en man på 80kg som cyklar, samt en verkningsgrad på kroppen på 25%.



Reglering

Att el måste produceras samtidigt som den förbrukas blir extra tydligt i små system. På filmen här bredvid kan du se (och framförallt höra) vad som händer när en värmefläkt kopplad till ett litet elverk startas och stoppas.

Det finns inget annat kopplat till elverket och det hörs tydligt hur det måste arbeta hårdare när förbrukningen ökar.

När belastningen ökar minskar varvtalet på generatoren och motorn något, vilket resulterar i att gasreglaget öppnar för att få upp varvtalet igen. När belastningen minskar sker det motsatta och varvtalet ökar tillfälligt.

Samma princip gäller även för exempelvis ett nationellt elnät, där ett stort antal kraftstationer hela tiden är beredda att öka eller minska sin produktion.



Reglering

Simuleringen här till höger visar principerna för ett nationellt elnät. Utgångsvärdena är ungefärliga och tagna från svenska förhållanden och åren ca 2008-2011.

Eftersom el måste produceras samtidigt som den förbrukas måste det finnas tillräckligt mycket producenter som kan ställa om sin produktion i takt med de störningar på elnätet som förekommer i fråga om förbrukare som startas och stoppas samt de producenter som inte kan styra sin produktion såsom vindkraft. I Sverige utgörs större delen av denna reglerkraft av vattenkraft.

På de följande sidorna kommer det några laborationer att utföra på denna simulering.

Förbrukning

16.3GW



☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)



Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)



Tillrinning 7.40GW

Vattenmagasinens fyllnadsgrad: 80.0%

Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)



Antal reaktorer 10 varav 10 i drift



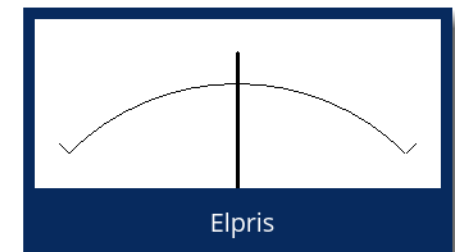
Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)



Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)



Återställ värden



Reglering



Ta bort allt som varierar automatiskt genom att kryssa bort "Variera automatiskt" under Förbrukning samt sätta vindkraften till 0 (ändra i den gråa rutan för installerad effekt). De automatiska variationer som är kvar nu beror enbart på att nivåerna i vattenmagasinen ändras och därmed påverkar elpriset.

Prova nu att ändra förbrukningen genom att dra i skjutreglaget. Hur reagerar elsystemet på:

- små snabba förändringar (t ex Earth Hour sänker förbrukningen med ca 4%)
- långsamma stora förändringar
- snabba stora förändringar
- lång tid med hög förbrukning
- lång tid med låg förbrukning.

Eftersom vattenkraften i genomsnitt producerar så mycket el som det rinner till vatten i vattenmagasinen, varken mer eller mindre (linjen vid skjutreglaget visar var vattenkraften går jämnt upp). Hög eller låg förbrukning kommer att antingen tömma eller fylla vattenmagasinen och i genomsnitt får andra elproducenter stå för förändringen.

Förbrukning

16.3GW



☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)



Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)



Tillrinning 7.40GW

Vattenmagasinens fyllnadsgrad: 80.0%

Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)



Antal reaktorer 10 varav 10 i drift



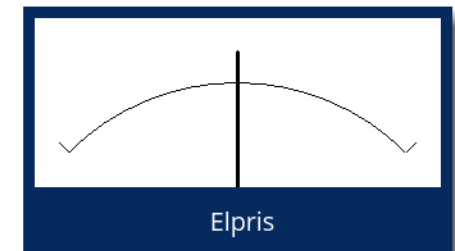
Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)



Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)



Återställ värden



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi

Sidnummer
1:33



Reglering



Tryck på knappen Återställ värden för att ställa tillbaka alla inmatningsrutor (utom variera automatiskt och antal kärnreaktorer i drift) till utgångsläget, återställ dessa manuellt.

Vattenkraften kompenserar även för variation i produktion för andra energislag.

Vindkraften producerar så mycket el som det vid vart ögonblick blåser, upp till den maximala generatoreffekten för respektive vindkraftverk. Variationerna i vindstyrka kompenseras genom att reglera vattenkraften. Genom att reglera ner vattenkraften när det blåser mer och reglera upp den när det blåser mindre kan vindkraften tillsammans med vattenkraften producera mer förnybar el än enbart vattenkraften kan göra.

Studera hur vattenkraften ändras när vindkraftens produktion ändras. Du kan dra i skjutreglaget för vindkraften för att tillfälligt påverka simulerad vindstyrka.

Förbrukning

16.3GW



☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)



Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)



Tillrinning 7.40GW

Vattenmagasinens fyllnadsgrad: 80.0%

Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)



Antal reaktorer 10 varav 10 i drift



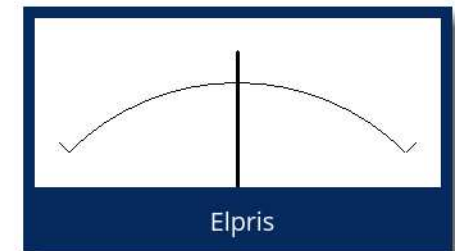
Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)



Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)



Återställ värden



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi

Sidnummer
1:34



Reglering

Vattenkraften reglerar även om det blir snabbstopp i ett eller flera kärnkraftverk. När en reaktor i ett kärnkraftverk snabbstoppas försvinner hela effekten på en gång från den reaktorn.



Testa hur elsystemet reagerar genom att minska siffran för hur många reaktorer som är i drift. Tål elsystemet att samtliga kärnkraftverk snabbstoppas?

Vad händer med vattenmagasinen och elpris om alla kärnkraftverken är avstängda under en längre tid?

Förbrukning

16.3GW



☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)



Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)



Tillrinning 7.40GW

Vattenmagasinens fyllnadsgrad: 80.0%

Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)



Antal reaktorer 10 varav 10 i drift



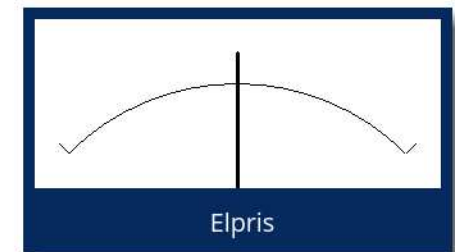
Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)



Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)



Återställ värden



Reglering

Hur mycket el ett vindkraftverk producerar avgörs i huvudsak av diametern på rotorn och hur mycket det blåser i varje ögonblick. För att vindkraftverket ska bli så ekonomiskt som möjligt totalt sett bygger man det för att nå sin maxeffekt vid ca 12-14 m/s, att tillverka vindkraftverket för högre maxeffekter än så i förhållande till rotordiametern innebär att priset ökar mer än man kan förväntas tjäna på det eftersom det så liten andel av tiden blåser så mycket.

Normalt räknar man med att ett vindkraftverk på land i genomsnitt ger ca 23 - 25 % av sin maxeffekt (verkets kapacitetsfaktor), det beror dock mycket på var det placeras.

Sveriges utbyggnadsmål för 2015 är att 10 TWh ska produceras per år, med 23 % kapacitetsfaktor innebär det att maxeffekten behöver vara ca 5 GW.



Testa om elsystemet klarar att reglera detta och ungefär hur många kärnreaktorer behöver i genomsnitt vara kvar i drift åt gången om inget annat i elsystemet är ändrat?

Förbrukning

16.3GW

☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)

Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)

Tillrinning 7.40GW

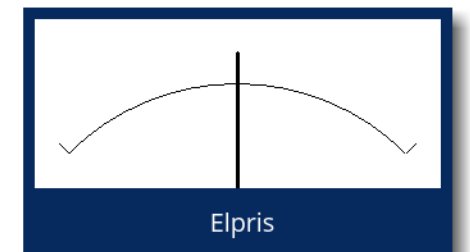
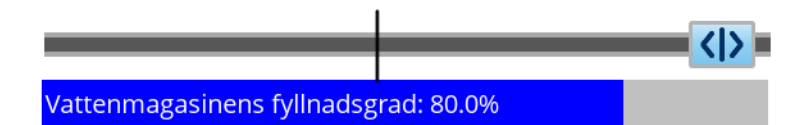
Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)

Antal reaktorer 10 varav 10 i drift

Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)

Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)

Återställ värden



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:36



Reglering

Den genomsnittliga storleken på vindkraftverk idag är ca 1,8 MW. Om den totala maxeffekten på vindkraften ska vara 5 GW betyder att ca 2 800 vindkraftverk måste vara i drift 2015. Detta betyder i sin tur att måste finnas i genomsnitt knappt tio vindkraftverk per kommun i Sverige.



Hur skulle elsystemet reagera om vindkraftens maxeffekt var ytterligare det dubbla, dvs 10 GW?

Förbrukning

16.3GW



☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)



Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)



Tillrinning 7.40GW

Vattenmagasinens fyllnadsgrad: 80.0%

Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)



Antal reaktorer 10 varav 10 i drift



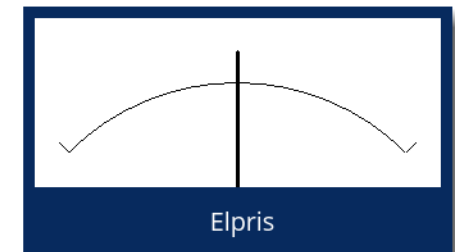
Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)



Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)



Återställ värden



Reglering

På många orter byggs det idag värmekraftverk där man kombinerar fjärrvärme med elproduktion.

En av de stora fördelarna med denna kombination är att ett elproducerande kraftvärmeverk måste ha någonstans att göra av med en hel del överskottsvärme och fjärrvärmenätet är ett ypperligt ställe att använda denna värme till något nyttigt.

En annan stor fördel är att elproduktionen blir som störst när det behövs mest fjärrvärme, dvs på den kalla delen av året.



Vad händer med reglering, vattenmagasin och elpris om värmekraften ökas till 10 GW, med vindkraften på 5 GW och alla kärnkraftverk avstängda?

Förbrukning

16.3GW



☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)



Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)



Tillrinning 7.40GW

Vattenmagasinens fyllnadsgrad: 80.0%

Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)



Antal reaktorer 10 varav 10 i drift



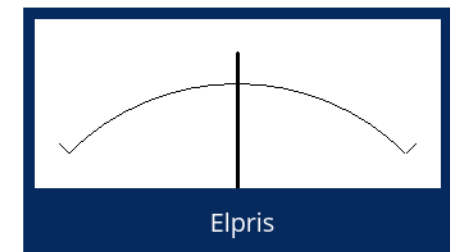
Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)



Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)



Återställ värden



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:38



Reglering

Nu får du själv laborera med de olika källorna.

Förbrukning

16.3GW



☒ Variera automatiskt

Produktion

Vindkraft 2.40GW (installerad effekt)



Vattenkraft 16.2GW (installerad effekt)



Tillrinning 7.40GW



Kärnkraft 8.90GW (installerad effekt)



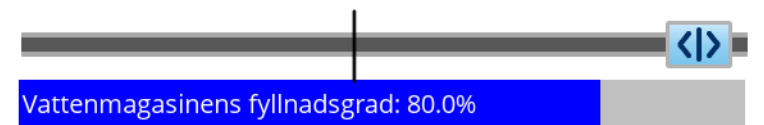
Antal reaktorer 10 varav 10 i drift



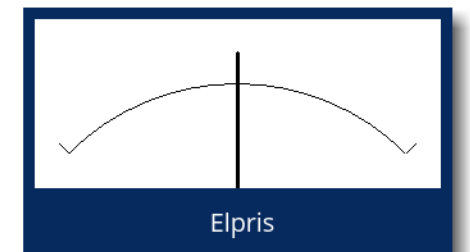
Värmekraft 6.40GW (installerad effekt)



Reservkraft 1.60GW (installerad effekt)



Återställ värden



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
1:39



Värmekraft och fjärrvärme

Kanske har du lagt märke till en väldigt hög skorsten som sträcker sig mot skyn i staden du bor eller arbetar i. Chansen är rätt stor att det är ett fjärrvärmeverk.

Fjärrvärmeverk används för att transportera värme från en plats till en annan. Det finns också kraftfjärrvärmeverk som inte bara producerar värme utan också elektricitet. Även fjärrkyla är något som kan produceras i många av dessa verk.

Hur dessa verk fungerar och mer därtill får du lära dig i den här delen.



Utveckling

Moderna fjärrvärmeverk har använts för att värma bostäder i Sverige sedan 1948 då det första fjärrvärmeverket byggdes i Karlstad.

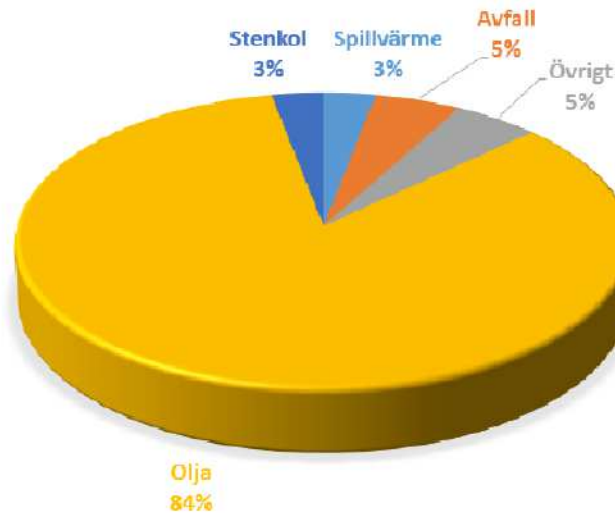
I början eldades fjärrvärmeverken med fossila bränslen som kol och olja. Idag används mest biobränslen även om olja fortfarande används som stöd ibland på vintern eller när man tänder pannorna.

I fjärrvärmeverken produceras:

- fjärrvärme
- el
- fjärrkyla.

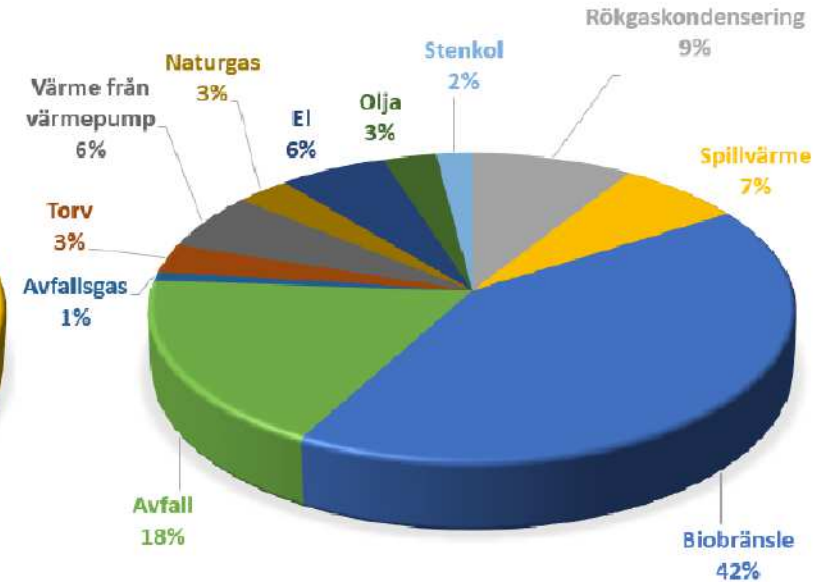
En del verk producerar alla tre, andra endast någon av dem.

Tillförd energi till värmeproduktion 1981



Summa produktion: 27 TWh

Tillförd energi till värmeproduktion 2021



Summa produktion: 53 TWh

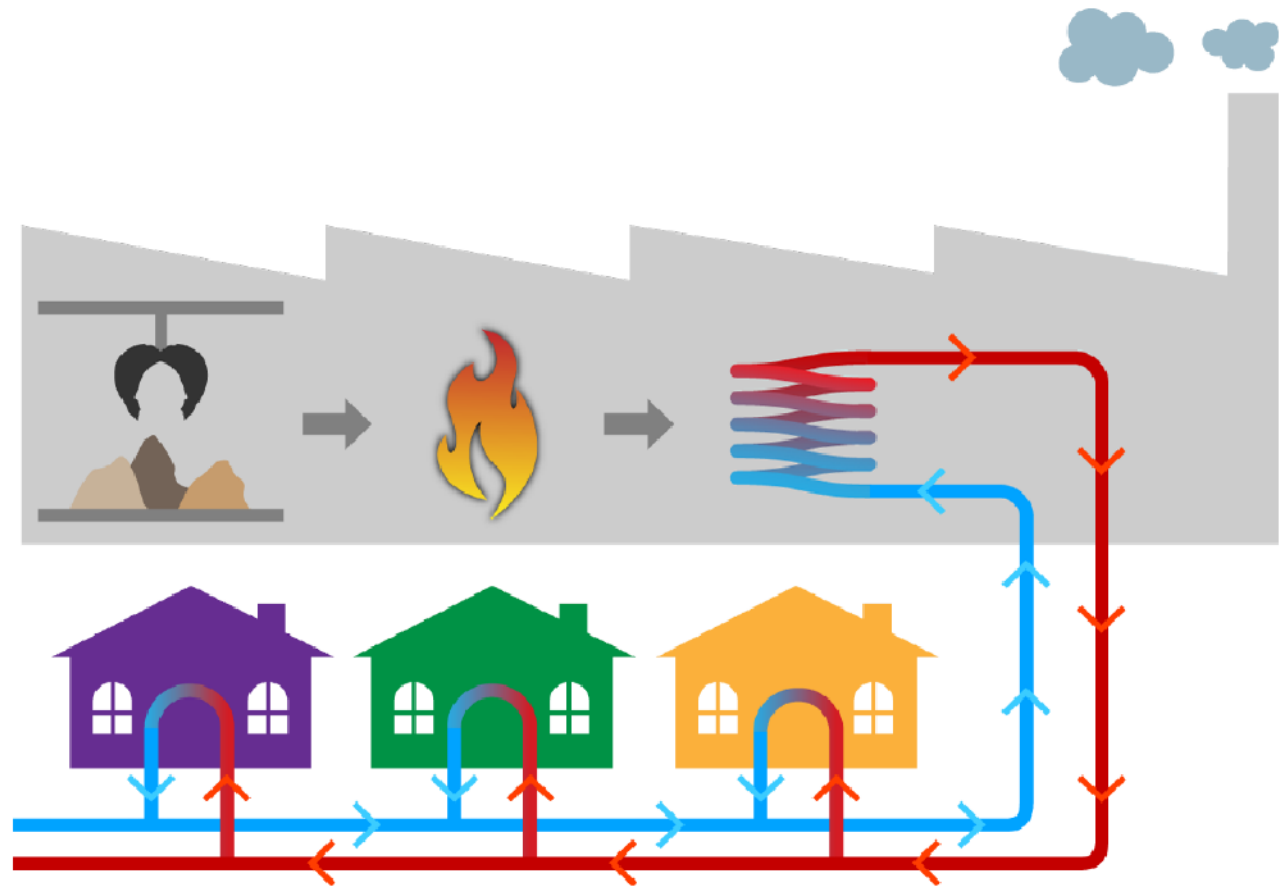


Funktion

Principen för ett fjärrvärmeverk är att man värmer upp vatten på en plats, skickar ut vattnet i ett slutet system, får tillbaka det avsvalnade vattnet, värmer upp det igen och skickar på nytt ut det i systemet.

Uppvärmningen av vattnet sker genom förbränning. I kanalerna för rökgasen leder man rör med vatten som värms upp av de heta rökgaserna. Det uppvärmda vattnet pumpas ut i systemet och håller då en temperatur på omkring 90 - 130 °C och när det kommer tillbaka har temperaturen sjunkit till 45-60 °C.

Fjärrvärme är miljövänligt eftersom det är mycket effektivare att producera all värme på en plats istället för att varje fastighet ska ha en egen uppvärmning.



Det varma vattnet från fjärrvärmeverket går ut till husen. När vattnet passerat igenom alla hus går det tillbaka till fjärrvärmeverket för att värmas upp på nytt.



Avfallsförbränning

När man eldar avfall bildas stora mängder giftig rök. Dessutom är det vanligt att i det brännbara avfallet har hamnat deponi, dvs metallavfall och liknande. Därför behöver pannan vara anpassad för detta. I en panna för biobränslen däremot blir rökgaserna inte alls lika giftiga och mängden metall i bränslet är väldigt liten. Därför är det två helt olika pannor man använder vid förbränning av avfall och vid förbränning av biobränsle.

Starta filmen för att se hur det går till när man eldar avfall.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
2:4



Flispannan

I flispannan eldar man olika typer av flis: lövflis, barrflis och grot (grenar, rot och topp). Fliset är helt färskt och har inte torkat vilket innebär att det håller en fuktighetshalt på ca 40 - 60 %. Man eldar även med en del flis som är torrt som man tillverkar av gamla lastpallar, möbler mm.

Starta filmen för att se hur det går till när man eldar i flispannan.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 22

Kraft och energi



Sidnummer
2:5



Bränslen

Som du såg i tidigare steg har oljeberoendet minskat kraftigt i svenska fjärrvärmeverk. Idag är de dominerande bränslena avfall och biobränsle.

Avfallet som bränns upp är bland annat det brännbara avfallet som du själv slänger i soptunnan där hemma.



Cecilia Braatz från Hässleholm miljö svara på frågan om hur mycket bränsle som eldas upp.



I fjärrvärmeverket eldas ditt hushållsavfall upp och förvandlas till värme och el.



Uteffekt

Mängden energi som produceras vid ett fjärrvärmeverk är lite olika beroende på storlek. Till höger här kan du se en del jämförelser mellan olika sätt att framställa energi.

Fjärrvärmeverket i Hässleholm, som du sett i filmerna, eldar framför allt med två pannor: avfallspannan och flispannan. Dessa pannor är på 18 respektive 30 MW.

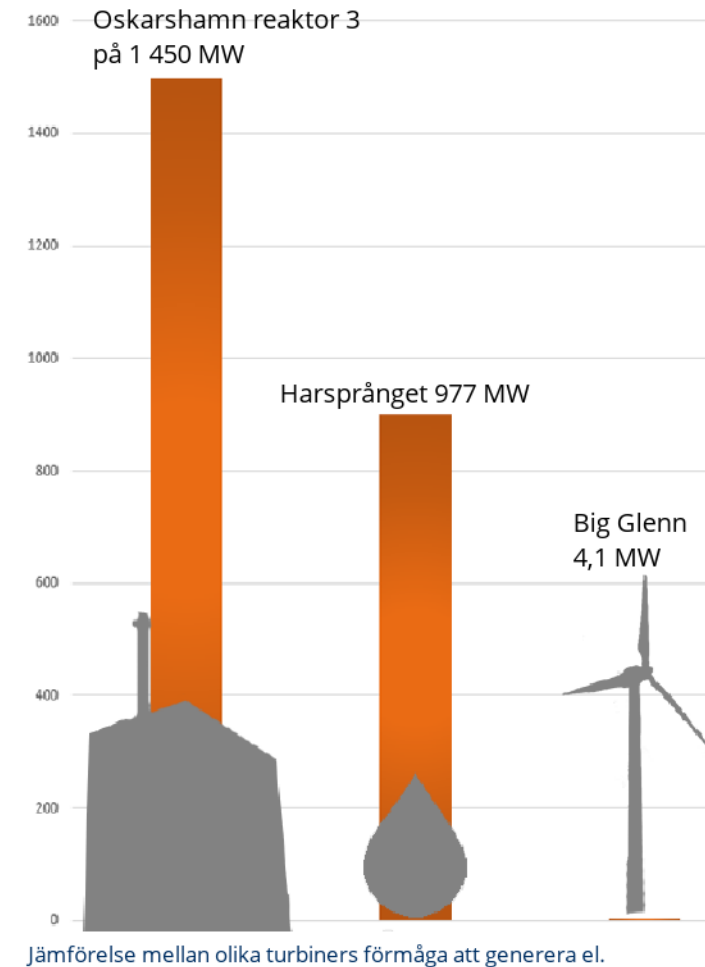
Reaktor 3 i Oskarshamns kärnkraftverk har en effekt på 1 450 MW och är världens största kokvattenreaktor.

Harsprånget i Stora Lule älv är Sveriges största vattenkraftverk och har en effekt på 977 MW.

Sveriges största vindkraftverk Big Glenn står på Risholmen utanför Göteborg. Det har en effekt på 4.1 MW. Turbinhuset befinner sig 85 meter upp i luften och rotorbladen har en diameter på 113 meter. Det gör vindkraftverkets totala höjd blir 145 meter.



Hur mycket energi producerar fjärrvärmeverket?



Biobränslen

För 20 år sedan var oljan helt dominerande som bränsle i fjärrvärmeverken. Idag används oljan enbart för att starta upp pannorna, som stöd vid extremt kallt väder eller vid störningar och andra driftstopp av de ordinarie pannorna.

Idag eldar man flera olika sorters bränsle där biobränsle utgör den största delen.

Biobränsle kan innebära:



Klicka på bränslet för mer info

Pellets

Spån

Flis

Bark

Grot (Gren, rot och topp)

Träpulver

Bioolja

Tallbeckolja

Utöver dessa bränslen eldar man också torv och avfall.

Fakta om: PELLETS

Pellets består av sammanpressat såg eller kutterspån som malts. Användningen av pellets som bränsle i Sverige har ökat rejält både inom den privata sektorn och som bränsle inom fjärrvärmebranschen.

För att kunna göra en jämförelse mellan olika bränslen använder man ofta olja som jämförelse.

För att ersätta 1 m³ olja krävs 3,5 m³ pellets.



Fjärrkyla

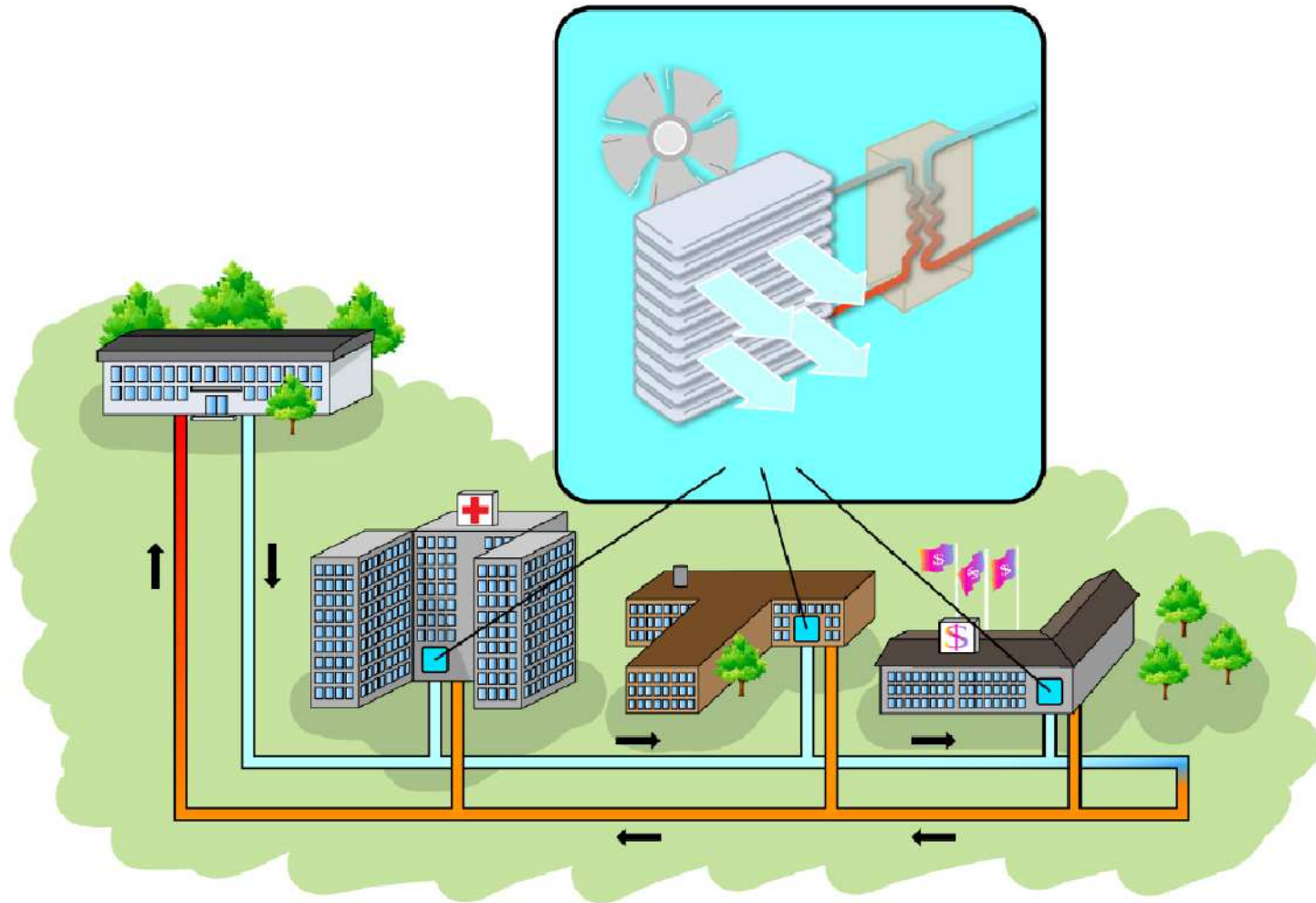
Många fjärrvärmeverk producerar inte bara värme och el till sina kunder. Även fjärrkyla har blivit mer och mer populärt. Principen för hur fjärrkyla fungerar är samma som för fjärrvärme med enda skillnaden att det är kyla som transporteras i ledningarna. 6 gradigt vatten pumpas ut till fastigheterna som via en värmeväxlare gör om det till kallluft.

Fjärrkylan används för luftkonditionering, kylning av livsmedel, kylning av serverrum för datorer mm.

Precis som med fjärrvärme är det mycket effektivare att producera all kyla på ett ställe än att varje fastighet har en egen kylanläggning.

Fjärrkyla producerar man på tre olika sätt:

- kompression
- absorption
- frikyla.

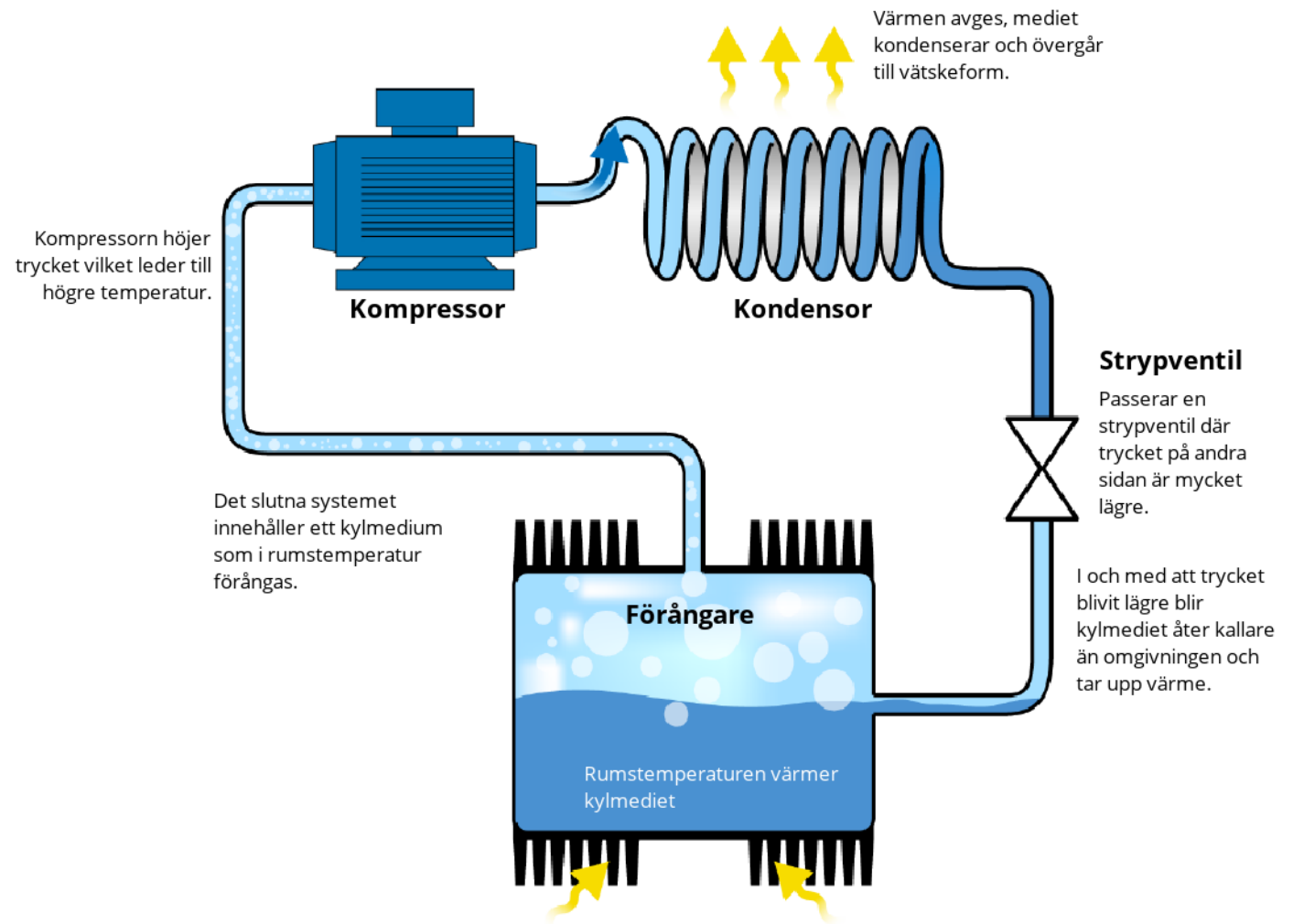


Kompression

Kompression är den vanligaste tekniken för att framställa kyla. Principen är den samma som i ett kylskåp eller i en värmepump.

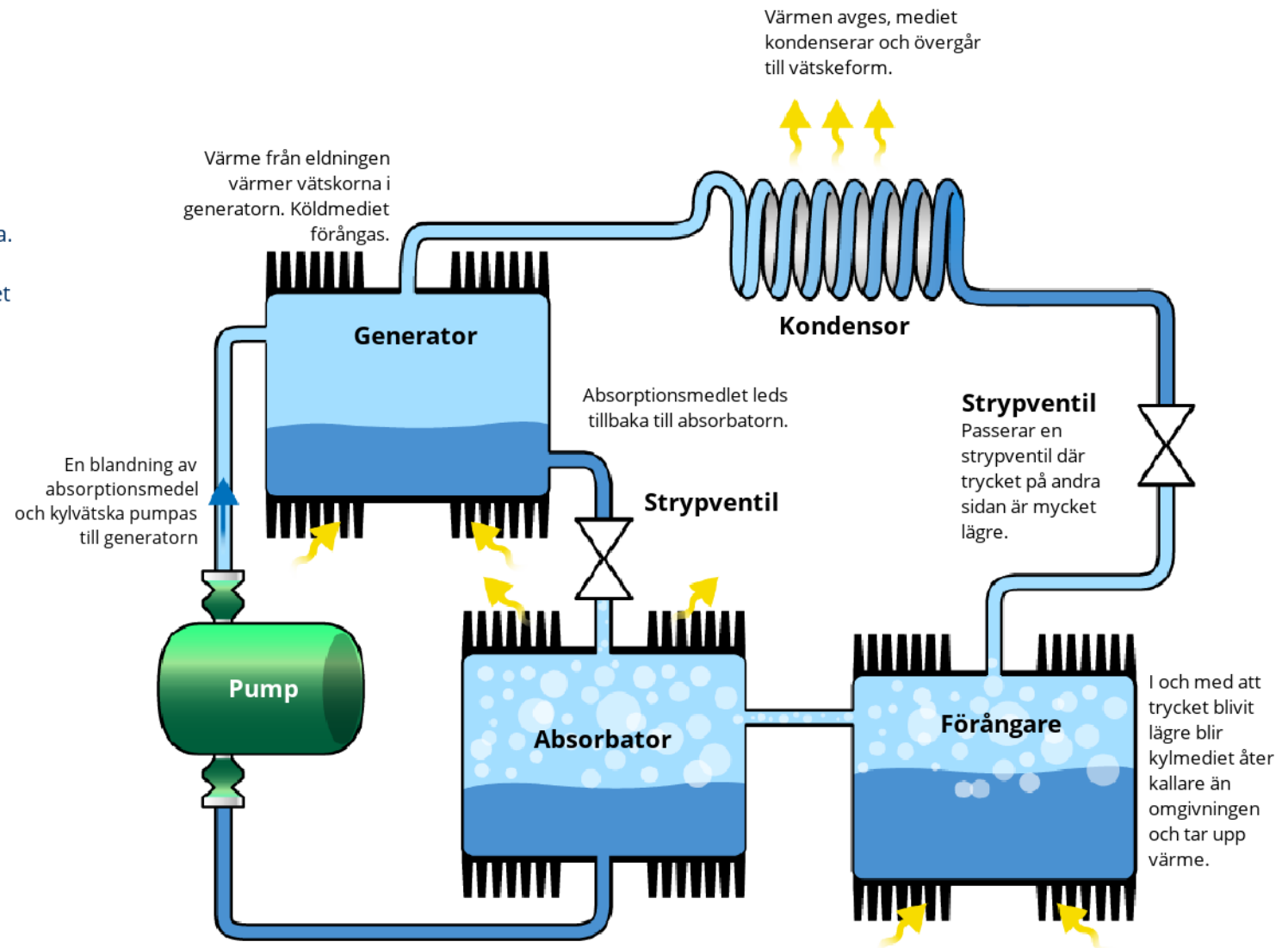
I en småskalig produktion är det antingen kyla man vill framställa, med resultatet att man får värme som en biprodukt, eller tvärt om. I en storskalig produktion kan man ta till vara på biprodukten oavsett om det är värme eller kyla.

I och med att nästan alla fjärrvärmeverk använder sig av biobränslen är detta dubbelt bra för miljön. Dels använder man förnybara energikällor som inte ökar växthuseffekten, dels kan man ta till vara på både värmen och kylan i produktionen.



Absorption

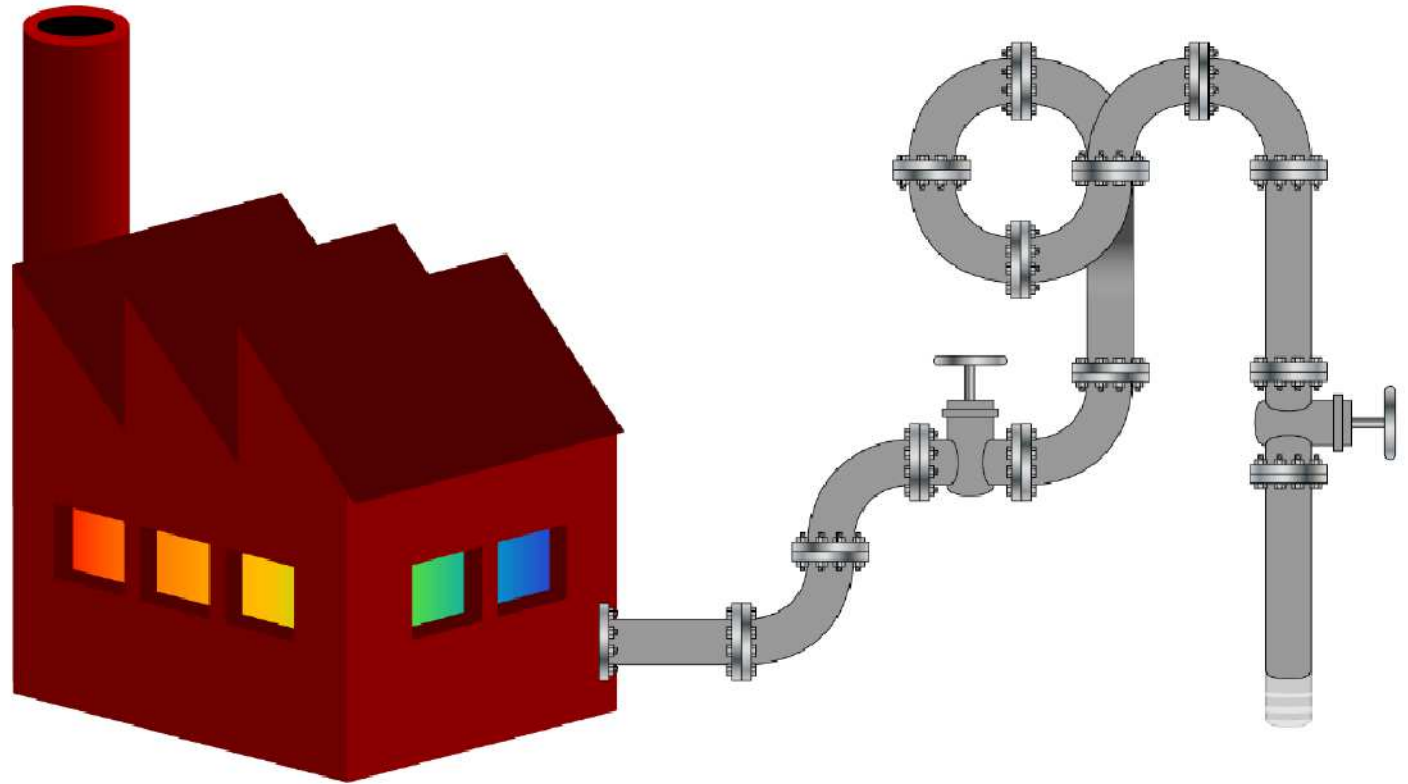
På sommaren är behovet av fjärrvärme som minst, men ändå måste avfall eldas i fjärrvärmeverken. Den värme som blir över kan då användas för att framställa fjärrkyla. Principen kallas absorption och skiljer sig ifrån kompression genom att processen drivs av värme istället för en eldriven kompressor.



Frikyla

I de fall då fjärrvärmeverket ligger i närheten av en djup sjö eller djupt hav kan man utnyttja faktumet att vatten är som tyngst vid 4 °C och pumpa upp kallt vatten ifrån botten.

I Karlskrona bygger man 2011 ett nytt kraftvärmeverk som på sommaren kommer att gå på full kapacitet för att producera framför allt el men även viss värme. För att detta ska vara möjligt kommer man att behöva kyla anläggningen på sommaren och då kommer man att använda sig av frikyla, fast istället för att hämta vattnet ifrån havet eller en sjö, hämtas kylan ifrån 100 borrhål på omkring 200 meters djup.



Sammanfattning

Behovet av energi i västvärlden är väldigt stort. För att täcka detta behov används till största delen fossila bränslen.

Energikällorna är indelade i flödande (förnybara) och lagrade (icke förnybara). De flödande är sol, vind, vatten och biobränslen. De lagrade är fossila bränslen och kärnkraft.

Fossila bränslen består av olja, gas och kol.

De fossila bränslena kommer förr eller senare att ta slut. Däremot hittas hela tiden nya fyndigheter varför uppskattningarna om när fyndigheterna ska ta slut ofta blir fel.

Torv räknas som både fossilt bränsle och som förnybart bränsle. Det har olika klassificeringar beroende på vem som klassificerar det.

För att anpassa produktionen av el till behovet måste en ständig reglering av elproduktionen ske då el inte kan lagras.

Fjärrvärme innebär att man producerar värme på en plats, för att sedan transportera den till en annan plats.

Fjärrvärmeverken eldas till största delen med biobränslen vilket är miljövänligt. Dessutom är det extra bra för miljön att värmen produceras på en plats då det är mycket effektivare.

Fjärrvärmen kan också producera el, och kallas då för värmekraft.

Fjärrvärmeverken kan också producera fjärrkyla.

Det finns tre olika typer av fjärrkyla som produceras i fjärrvärmeverken. Kompressionskyla, absorptionskyla och frikyla.

