



# Energi kring Östersjön

Ett material för skolor  
i länderna runt Östersjön





# Innehåll

Välkommen till energins värld	4
Människans användning av energi förändras ständigt	5
Energi finns överallt	7
Energianvändningen påverkar miljön	10
Det hållbara samhällets energiförsörjning	14
Gas – ett bränsle med många användningsområden	18
Olja och kol är fossila bränslen	20
Värmeproduktion	26
Elektricitet – produktion och distribution	30
Transporternas energiförbrukning	34
Du kan påverka din vardag!	37
Ordlista	40

# Välkommen till energins värld!

Länderna kring Östersjön har ett ömsesidigt ansvar i att ta hand om och vårda den gemensamma miljön och det gemensamma innanhavet. Ländernas förutsättningar varierar både när det gäller befolkningsmängd, levnadsvanor, energitillgångar och energiförbrukning. Skriften du håller i handen fokuserar på energi. Både i det stora, globala perspektivet och i hur du och jag använder energi för att få vår vardag att gå ihop. Energifrågan är tätt förknippad med stora miljöfrågor såsom klimatfrågan, försurning och övergödning. Vi måste alla ta vårt ansvar för att skapa ett långsiktigt hållbart samhälle.

I skriften står det mycket om Östersjöländerna eller länderna kring Östersjön och då menas länderna Estland, Lettland, Litauen, Polen, Ryssland, Finland, Sverige, Tyskland och Danmark. Länderna runt Östersjön samarbetar på flera sätt i energifrågor. Det finns ett särskilt regionalt samarbete mellan ländernas regeringar på energiområdet, Baltic Sea Region Energy Co-operation (BASREC). I detta samarbete deltar även Norge och Island samt EU-kommissionen.

Textmaterialet i denna utgåva kommer till övervägande delen från utbildningsmaterialet Energi, människa och samhälle. Detta undervisningsmaterial är tänkt att användas som ett tematiskt och ämnesövergripande material och är avsett för grundskolans högre skolår. Teknikämnet tillsammans med de naturorienterade ämnena och matematik har en framskjuten plats i arbetsområdet. De samhällsorienterade ämnena samt ämnet hem- och konsumentkunskap har också påfallande stor nytta av detta material.

Författare till utbildningsmaterialet Energi, människa och samhälle är Inge Malm, som tidigare arbetat som lektor i teknologi och som skolinspektör. Han är även utbildad producent vid Sveriges Radio, där han under flera år producerade program inom de tekniska och naturvetenskapliga områdena. Inge Malm har också varit verksam inom energibranschen i utbildnings- och skolfrågor. Numera är han knuten till Lärarhögskolan i Stockholm.

Utbildningsmaterialet har granskats av experter vid energibranschens intresseorganisationer till exempel Svensk Gasförening, Svensk Fjärrvärme och Svenska Petroleuminstitutet. Upphovsrätten till undervisningsmaterialet Energi, människa och samhälle tillhör Svensk Energi.

Energimyndigheten har av Svensk Energi fått tillstånd att använda undervisningsmaterialet för en digitalversion att användas för utbildning i Östersjöländerna.



# Människans användning av energi förändras ständigt

Undan för undan har människan lärt sig att behärska naturen och dra nytta av dess rikedomar. I energins historia kan vi upptäcka flera avgörande brytpunkter som lett oss fram till dagens energi- och samhällssituation som dock ser ganska olika ut runt om i världen.

## Energianvändningen ser olika ut över världen

Behovet av energi varierar med dygnet och årstiden och var på jordklotet vi är bosatta, men kanske än mer med olikheter mellan samhällen. I de industrialiserade länderna kräver nästan all verksamhet energi: till exempel industrin och transporterna, hemmen och fritiden, jord- och skogsbruket. Energi omvandlas och levereras därför i stor skala för att möta efterfrågan. Energi har blivit en viktig handelsvara och energiföretagen har fått en stor roll i samhället. De ännu icke-industrialiserade länderna har ett förhållandevis lågt, men ökande, energibehov.

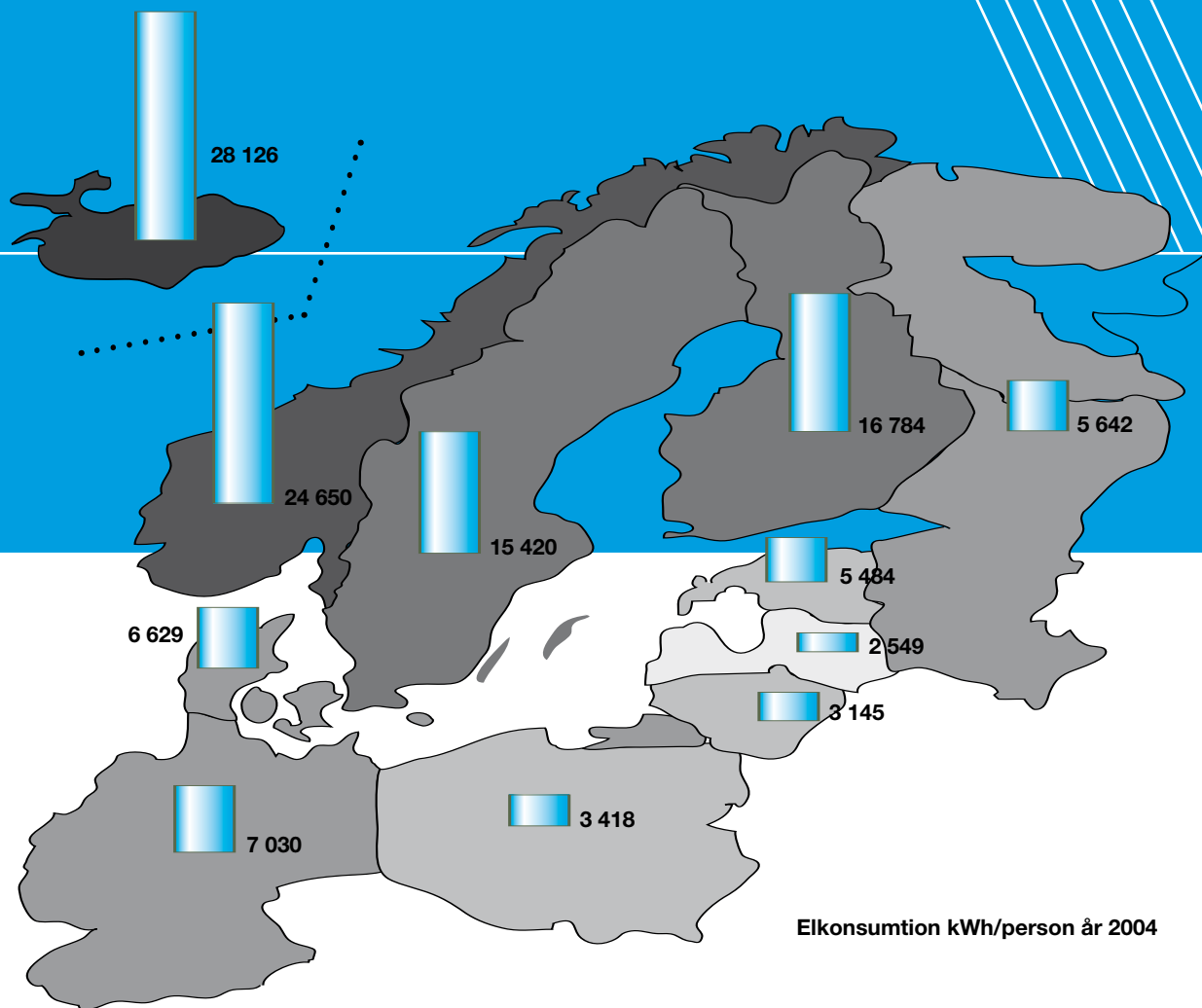
## Nya utmaningar

Tre frågor dominerar energidiskussionen idag. Det är miljöpåverkan, pris och en trygg och säker tillgång till energi. En idealisk energikälla ska ge trygghet även på lång sikt, vara billig att använda och inte skada miljön. De industrialiserade länderna använder huvudsakligen fossila bränslen för sina energibehov. Med fossila, eller icke-förnybara, avses växtdelar och mikroorganismer som under miljoner år omvandlats till kol, olja och naturgas och därmed har lång återbildningstid. Användningen av fossila bränslen är inte hållbar – dels för att de fossila till-

gångarna i olika utsträckning är begränsade, dels för att de fossila bränslena bidrar till växthuseffekten på vår jord. Samtidigt som jordens energiförsörjning hör till en av våra mest fascinerande och utmanande framtidsfrågor, är den också en av de mest komplicerade. För att kunna förstå hur vi på bästa sätt ska utnyttja våra energiresurser måste vi söka kunskap kring vad vi själva kan göra gällande teknik, effektiviseringar och beteendeförändringar.

## Världens energikonsumtion ökar

Energianvändningen i världen ökar för varje år. Länderna kring Östersjön utgör inget undantag, även om vissa av länderna håller en högre takt på ökningen, medan andra ligger relativt konstant i sin användning. I utvecklingsländerna väntas energianvändningen öka, men är per invånare räknat fortfarande låg. I Europa används exempelvis sex gånger mer energi per invånare än i Afrika och Asien och tre gånger mer än i Latinamerika. I många utvecklingsländer används ved för att få energi till matlagning. Utarmningen av skogen på grund av vedinsamlingen leder till jorderosion som i sin tur blir ett hot både mot energi- och livsmedelsförsörjningen i dessa länder.



Elkonsumtion kWh/person år 2004

Det är stora variationer i elanvändningen mellan till exempel Island och Norge som är högkonsumenter och Lettland och Litauen som är lågkonsumenter. Det finns flera förklaringar till varför det ser ut som det gör. Island har geotermiska energikällor och många vattendrag som utnyttjas för billig elproduktion. Stora industrier som kräver mycket el har därför etablerats just på Island. I Norge och Sverige är det vanligt att använda el för att värma sina hus. Både på Island och i Norge produceras en stor del av elen genom vattenkraft som ger el till låg produktionskostnad. I till exempel Ryssland och de baltiska länderna är det vanligt med fjärrvärme för uppvärmning av hus. Många andra faktorer, förutom uppvärmningen och vilka industrier som finns i landet, påverkar elanvändningen i de olika länderna.

#### Länderna är beroende av varandra

Länderna kring Östersjön är beroende av varandra för sin energiförsörjning. Ett exempel är elnäten som är sammankopplade. Det betyder att ett land kan exportera el till ett annat när tillgången på el

är god i landet och på samma vis importera då produktionen i landet inte räcker till för att tillgodose behovet. Tillgång och efterfrågan styr ländernas handel med el.

#### Energianvändningen och miljön

All energihantering påverkar vår miljö mer eller mindre. Rapporter om exempelvis nedsmutsning och förgiftning av luft, land och hav, kärnkraftshaverier, fartygs oljeutsläpp, klimatförändringar eller cancerrisiker på grund av ozonskiktets uttunnning ger berättigad oro, inte bara för stunden, utan även för framtiden. Medvetenheten om miljöpåverkan har ökat starkt under senare decennier och frågan har lyfts både nationellt och på en bred internationell nivå. Det har blivit en viktig politisk fråga att uppnå balans mellan energi- och miljöbehov och att skapa en hållbar utveckling för kommande generationer i både industrialiserade och icke-industrialiserade länder.

# Energi finns överallt



Solen är främsta drivkraften i energisystemet. Men alla energiresurser utgår inte från solen. Kärnbränslen ingår i jordens materia, tidvattenrörelserna orsakas av månens gravitation och den geotermiska energin kommer från jordens inre.

## Jordens energibalans

Från solen strålar årligen 1500 miljarder TWh mot jorden. Som jämförelse kan nämnas att världens befolkning använder uppskattningsvis 100 000 TWh. En stor del av solenergin som når jorden omvandlas till värme i luft, mark och vatten (ca 47 %). Stora mängder går också åt när vatten avdunstar till vattenånga (ca 23 %). Det är endast en liten del av solenergin (0,2 %) som ger upphov till vindar, vågor och havsströmmar, eller som lagras i växter via fotosyntesen.

## Fossila bränslen används mest

Energiresurserna i världen kan delas in i sådana tillgångar som ständigt flödar och sådana som är lagrade kortare eller längre tider. Den flödande och den korttidslagrade energin brukar kallas förnybar, den långtidslagrade icke förnybar. Den flödande energin kommer från solstrålningen, vattenrörelser och vindar. Solenergi kan också ge upphov till korttidslagrad energi. Ett exempel på korttidslagrad energi är den energi som finns bunden i biobränslen. Exempel på långtidslagrad energi är uran och alla fossila bränslen som olja, kol och naturgas. Idag används företrädesvis den icke förnybara, långtidslagrade energin.

Studerar man statistiken framgår förbränningsprocessens betydelse med stor tydlighet. De fossila bränslena olja, kol och naturgas, svarar tillsammans för 80 % av den totala försörjningen och biobränslena bidrar med cirka 11 %. De återstående 9 % svarar kärn-, vatten- och vindkraft för. Men det är nödvändigt att övergå till förnybara energiresurser för att skapa ett hållbart samhälle.

## Energi kan bara omvandlas

Energi kan varken skapas eller förstöras, bara omvandlas. Denna regel brukar kallas energiprincipen. Det vi observerar som energi är i själva verket omvandling från en form av energi till en annan. Det vi kallar energikällor är ingenting annat än länkar i långa kedjor av energiomvandlingar, som nästan alla har sin början i solen. Vattenkraften är ett exempel. Strålningsenergin från solen förångar vatten i hav och sjöar. Delar av detta vatten förs med vindarnas hjälp till höglänt terräng, där det faller ned som nederbörd och samlas upp i kraftverkens vattenmagasin. När vatten rinner ned till haven omvandlas dess lägesenergi till rörelseenergi, som via kraftverkens turbiner och generatorer omvandlas till elenergi. De medier som transporterar energin till användaren, brukar benämnas energibärare. Exempel på energibärare är el och vatten som värmts upp i syfte att värma hus.

## Energi är rörelse

Ordet energi kommer ifrån grekiskan och är en sammansättning av orden en (i eller inre) och ergon (kraft). Våra energitillgångar innehåller alltså en inre kraft som vi har lärt oss att hantera och utnyttja på olika sätt. Även om ordet energi fritt kan översättas till "inre kraft", är det inte lätt att med några få ord eller med en enda mening ge en entydig definition på begreppet energi. Energi betyder egentligen rörelse, eller förmåga till rörelse.

## Hur man mäter energi

**Standardenheten** för att mäta energi är 1 joule (1 J). Energi kan också mätas i enheten 1 wattimme (1 Wh).

**1 wattsekund** = 1 joule.

**1 wattimme** = 3 600 joule.

För större energimängder blir antalet siffror stort. Man har därför infört ett förkortat skrivsätt (prefix) enligt följande:

**k** (kilo) betyder 1 000 (ett tusen)

**M** (mega) betyder 1 000 000 (en miljon)

**G** (giga) betyder 1 000 000 000 (en miljard)

**T** (tera) betyder 1 000 000 000 000 (en biljon)

**P** (peta) betyder 1 000 000 000 000 000

En grov uppskattning visar att

**1 kWh** är den energi som går åt för att rosta bröd i en timme

**1 MWh** är den energi som behövs för att driva en personbil 100 mil

**1 GWh** är energianvändningen i en medelstor svensk kommun under en dag

**1 TWh** är så mycket el som går åt i Finland under fem dygn eller den el som det tar Lettland ungefär 2 månader att förbruka

## Effekt mäts i watt

Effekt är energi per tidsenhet. Redan under 1700-talet fastställde skotten James Watt storheten effekt genom att studera en hästs förmåga att dra en tyngd med en viss hastighet. Effekt kom under en lång tid att mätas i enheten 1 hästkraft (1 hk). Numera används enheten 1 watt (1 W), uppkallad efter Watt själv. 1 watt = 1 joule/sekund När exempelvis en lampan lyser går det åt energi. Ju högre effekt ("watt-tal") lampan har, desto mera energi drar den per sekund.

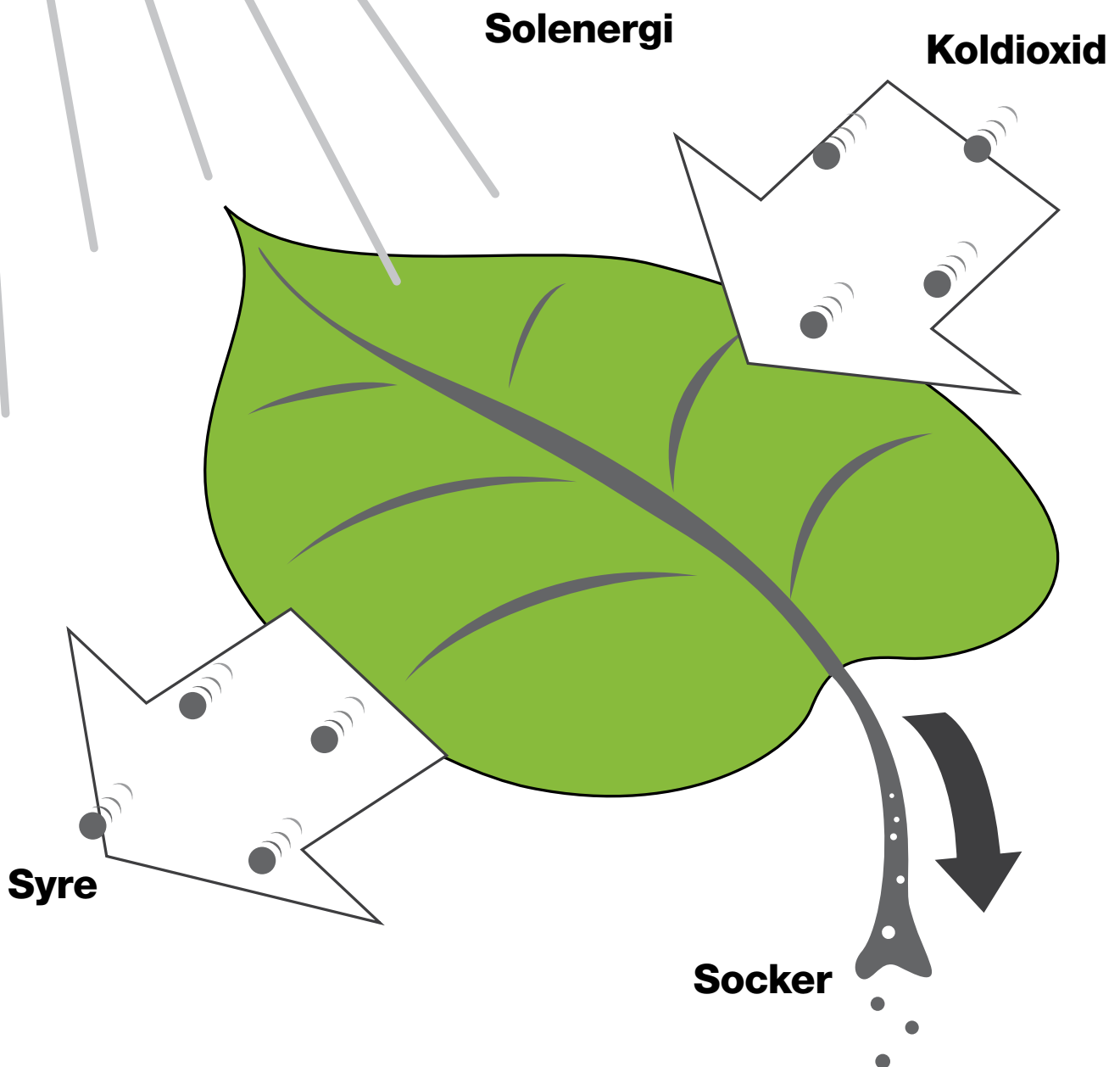
## Exempel

En 11 W lågenergilampa, som i ljusstyrka motsvarar en 60 W glödlampa, använder 11 Wh under en timme. Under ett dygn använder lampan:  $E = 11 \times 24$   
 $E = 264 \text{ Wh}$  eller 0,264 kWh

## Energiomvandling

Om nu i den ena änden av energiomvandlingskedjorna – i de flesta fall – finns solen, vad finns då i den andra ändan som människan kan ha nytta av? Människan har direkt användning av värme för att till exempel förbättra inomhusklimatet, rörelseenergi för att ersätta och förstärka muskelarbete och elenergi som kan ge ljus, kraft och värme. Elektrisk energi som tillförs en glödlampa blir vid omvandlingen i glödtråden mest värme. Endast en liten del omvandlas till ljus. När ljuset träffar ett föremål återkastas en del, resten absorberas och blir värme. Till slut har allt ljus absorberats och omvandlats till värme. Det här gäller alla energikedjor – de slutar i omvandling till värmeenergi.





### Fotosyntesen

Maten vi äter är växter, eller djur som i sin tur lever av växter. I växterna finns kemisk energi lagrad och den kommer från solen. Växterna har genom fotosyntesen förmågan att bygga upp energirika ämnen, (som kolhydrater och proteiner) ur energifattiga (koldioxid och vatten) med hjälp av strålningsenergi från solen. Även de fossila bränslena (kol, olja och naturgas) har sitt ursprung i solen. De har bildats av miljoner år gamla växtdelar och är därmed en lagrad form av solenergi. Den kemiskt bundna energi som finns i fossila bränslen, men även i förnybara, utnyttjas praktiskt bland annat genom förbränning som omvandlar den till värmeenergi.

### All energi kommer inte från solen

Det finns undantag från regeln att alla energi-omvandlingskedjor har sin början i solen. Ett är kärnenergin. Uranet ingår i det material som jorden bildats av. Ett annat undantag är den värme som finns i jordens inre, geotermisk energi, som utnyttjas i stor utsträckning på Island både till produktion av el och till uppvärmning av hus. Ett tredje är energin i tidvattnet. Tidvattensvågen orsakas av månens, och i mindre utsträckning av solens, dragningskraft. På några få platser i världen utnyttjas man tidvattensvågens energi i speciella vattenkraftverk.

# Energianvändningen påverkar miljön

Nästan all mänsklig verksamhet påverkar miljön. Detta gäller i hög grad vår användning av energi. Den livsstil vi har medför stor energiförbrukning, vilket gör oss sårbara både när det gäller att kunna försörja oss med den energi vi behöver och ur ett miljöperspektiv. Medvetenhet och kunskap om hur vi kan hitta hållbara vägar att använda energi är därför viktigt!



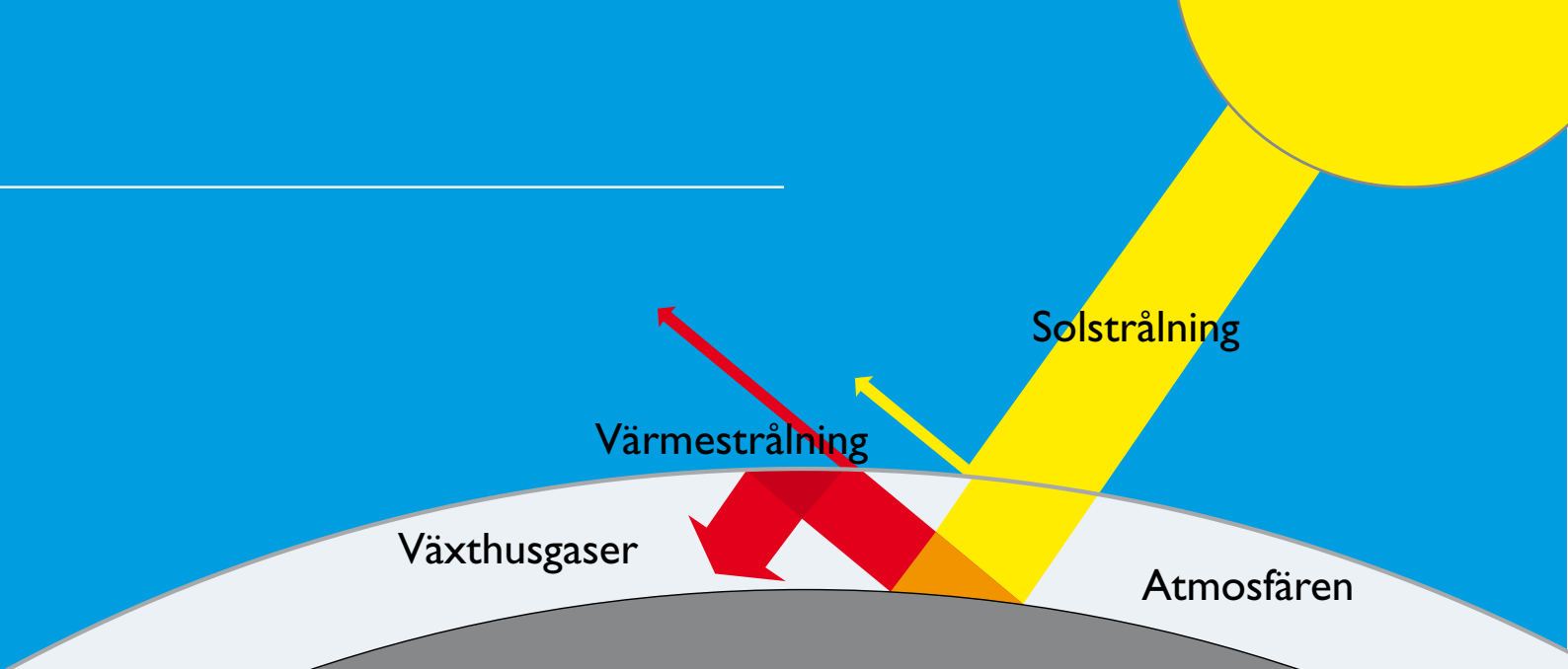
## Det långsiktigt hållbara samhället

Miljöfrågorna är centrala för vår strävan att skapa ett hållbart samhälle. Med hållbart samhälle menas ett samhälle som tillgodoser våra behov på ett sådant sätt att vi inte äventyrar kommande generationers möjligheter att tillgodose sina. För att en energiomvandling ska fungera i ett hållbart samhälle måste dess miljöpåverkan vara begränsad. Det förutsätter kunskaper om miljöeffekterna och möjligheter att kontrollera dem. I det här avsnittet tar vi upp miljöproblem som vår nuvarande energianvändning orsakar.

## Flera allvarliga miljöproblem

Jorden har egna system för att ta hand om de ämnen som hamnar i naturen. Mänsklig verksamhet har satt dessa system i obalans, och ibland helt ur spel. Genom att vi släpper ut större mängder av de ämnen som luft, mark och vatten normalt klarar av att hantera och för att vi släpper ut nya ämnen som jorden inte har några egna reningsmetoder för. Människans påverkan på naturen skapar på detta vis störningar som innebär problem för både oss själva och miljön.





Växthuseffekten.

### Växthuseffekten

Solens strålning tränger in genom atmosfären, medan en del av strålningen reflekteras direkt ut igen. Atmosfären och jordytan värms upp och avger i sin tur värme mot rymden. Denna värmeutstrålning hejdas delvis av växthusgaserna. Det är nödvändigt för livet på jorden. Tack vare den naturliga växthuseffekten ligger jordens medeltemperatur på  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  i stället för  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , som den annars skulle ha varit.

Växthusgaserna är vattenånga ( $\text{H}_2\text{O}$ ), koldioxid ( $\text{CO}_2$ ), freon (CFC), ozon ( $\text{O}_3$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) och kväveoxid ( $\text{NO}_x$ ). Människan har ökat mängden koldioxid i luften genom omfattande förbränning av fossila bränslen. Samtidigt har skogsskövling och ökenutbredning minskat antalet träd och växter som på naturlig väg, genom fotosyntesen, kan ta hand om koldioxiden.

Konsekvenserna av ökad växthuseffekt är svåra att förutsäga, men prognoser pekar på negativa klimatförändringar. Sedan andra hälften av 1800-talet har jordens medeltemperatur ökat med  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , och bedömare säger att den avvikande temperaturförändring som växthuseffekten bidrar till kan medföra ytterligare ökning på mellan 1,1-6,4 grader fram till år 2100. Detta skulle kunna innebära drastiska förändringar av jordens klimat med till exempel förändringar i nederbörden som kan ge ökad risk för såväl översvämningar som torka.

Förbränning av förnybara bränslen bidrar inte till växthuseffekten. Kolet som finns bundet i biomassan ingår redan i det naturliga kretsloppet. Det innebär att vid förbränning av en pinne så frigörs samma mängd koldioxid som ändå hade frigjorts om pinnen fått ligga kvar i skogen och förmultna. Den frigjorda mängden koldioxid kommer också att tas upp och bindas på nytt i ny biomassa. På så sätt sluts kretsloppet.

### Ozonskiktets förtunning

Det ozonskikt som på hög höjd omger jorden skyddar oss mot de skadliga delarna av solens ultravioletta strålning. Ozonskiktet håller nu på att tunnna ut över vissa delar av världen, bland annat kraftigt över Antarktis. Den troliga orsaken är utsläppen av de ozonnedbrytande ämnen, så kallade freoner, som tidigare var vanligt i exempelvis kylskåp och värmepumpar.

Sedan år 1987 har en serie internationella avtal föreskrivit allt hårdare restriktioner för användningen av ozonnedbrytande ämnen och det har minskat användningen kraftigt. Effekten av minskningen kommer att märkas långt senare eftersom föroreningarna har lång livstid och sprids långsamt.

Ozon finns också nere i marknära luftlager och bildas genom reaktioner mellan solljus och gaser, såsom kväveoxider och flyktiga kolväteföreningar. Det marknära ozonet har ökat markant på grund av dagens omfattande föroreningsutsläpp, bland annat från trafik och förbränningsanläggningar. Först under senare år tycks ökningen ha avstannat. Marknära ozon är skadligt för träd och växter.

### Försurningen

Försurning är en sammanfattande benämning på de förändringar i miljön som hänger samman med en ökad koncentration av vätejoner, till följd av att syror tillförs eller bildas i ekosystemen. Exempel är svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) och salpetersyra ( $\text{HNO}_3$ ). Svaveldioxid kommer framför allt från förbränning av kol och olja. Svavlet faller så småningom ned med regnet och försurar mark och sjö. Svavelföreningar transporteras långa sträckor i luften och är därmed ett gränsöverskridande problem.

## Östersjöproblematiken

Det bor flera hundra miljoner människor i länderna runt Östersjön. Samtliga dessa länder är starkt industrialiserade. Mer eller mindre intensivt jordbruk och skogsbruk förekommer också. Östersjön omges av ett betydande antal städer och tätorter, inklusive sådana som har hamnar med en tät fartygstrafik.

Övergödningen, det vill säga en "onaturligt" hög tillförsel av de naturliga näringsämnena kväve och fosfor, är ett av de värsta problemen för Östersjöns välmående. Eftersom Östersjön är ett instängt innanhav och vattenomsättningen är långsam blir övergödningen ett särskilt stort problem här. De människor som lever runt Östersjön producerar organiskt avfall som förr eller senare hamnar i havet. De viktigaste övergödningsskällorna är jordbruket, som svarar för nästan 50 % av kväveläckaget till Östersjön, men också trafiken och avloppsutsläppen bidrar.

Föroreningar av svårnedbrytbara organiska ämnen, metaller och olja påverkar Östersjöns djurliv starkt. Dessa kommer från industrier, avloppsvatten, bekämpningsmedel i jord- och skogsbruk, trafik och energiproduktion samt genom långväga lufttransport av giftiga ämnen.

Sammantaget kan dessa föroreningar under decennierna ha bidragit till att Östersjöns ekosystem har påverkats starkt negativt. Dock finns hopp genom att länderna runt Östersjön samarbetar på ett internationellt plan för att tillsammans minska utsläppen. Baltic Marine Environment Protection Commission är ett exempel på ett samarbete mellan medlemsländerna i EU och Ryssland. För att förbättra situationen har man satt upp ett gemensamt mål om att skydda och värna om den marina miljön i Östersjön.

## Miljö och hälsa

Miljö och hälsa hänger ihop. Föroreningar i luften från till exempel förbränning irriterar luftrören och minskar motståndskraften mot sjukdomar. Skadliga ämnen hamnar i haven, marken och i levande organismer. Det naturen inte förmår bryta ner tillräckligt snabbt lagras istället och sprids sedan i näringskedjorna, från enkla livsformer till människan, i tilltagande halter. En förorenad och osäker miljö påverkar vår hälsa, både fysiskt och psykiskt. Till exempel innebär utsläppen av kolväten, partiklar och kväveoxider från trafiken stora hälsorisker för andningsvägar och lungor.

Tre frågor dominerar energidiskussionen i industriländerna. Det är tillgången på energi, priset och miljöpåverkan. Vilken energikälla vi än väljer, så påverkas miljön. Hur ska vi förbättra miljön? Kan vi ersätta kärnkraften? Kan vi minska vår oljeförbrukning? Kan vi samtidigt behålla vår levnadsstandard? Kanske är bättre teknik och nya energikällor ett av svaren på frågorna. Ett annat kan vara bättre hållning med energin och effektivare användning.



## Atmosfären – som skalet runt ett äpple

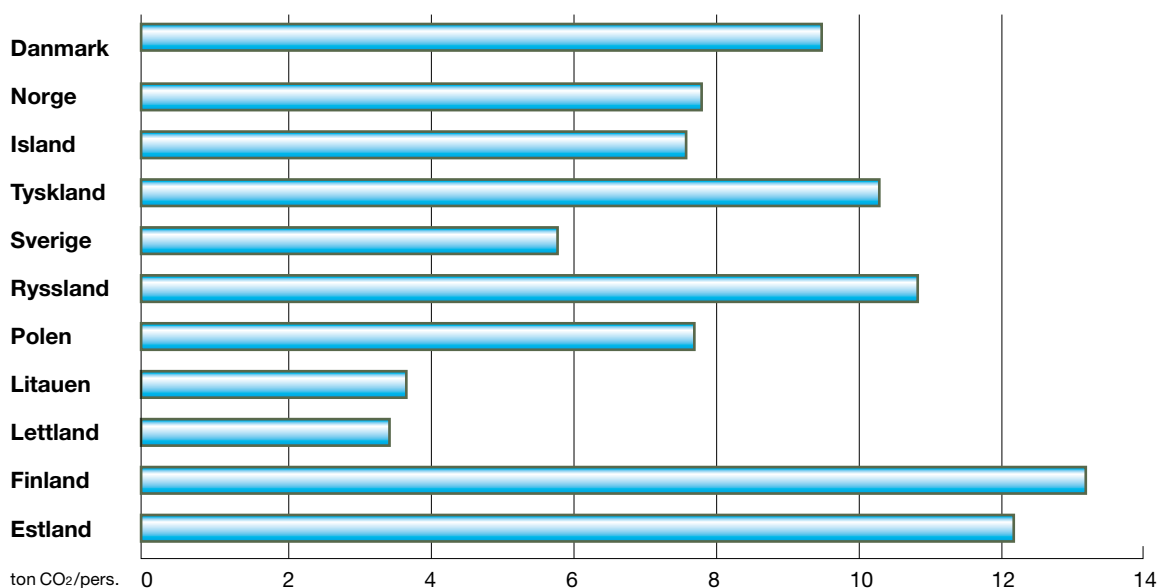
Runt jorden ligger atmosfären som ett tunt skikt, cirka 10 km tjockt. Du kan jämföra atmosfären med skalet runt ett äpple. I detta tunna skikt finns den luft vi andas. Här samlas och sprids alla våra luftföroreningar med väder och vind - från land till land, från världsdelen till världsdelen. Miljöproblemen har under de senaste årtiondena fått en allt större internationell uppmärksamhet och flera internationella avtal med åtaganden har slutits. Inget land kan ensam lösa problemen, alla måste hjälpas åt. Världseffekten med klimatförändringar som följd är det kanske mest omtalade miljöproblemet just nu, mycket beroende på att det är ett globalt problem med omfattande globala konsekvenser som kräver globala lösningar.

### Kyotoprotokollet

År 1992 samlades världens länder under FN i Rio de Janeiro och där man kom överens om gemensamma regler och mål för klimatarbetet i en så kallad ramkonvention. År 1997 enades man om ett protokoll, Kyotoprotokollet, som reglerar utsläppen av växthus-

gaser. Protokollerna är ett betydelsefullt första steg för att uppnå de mål som har fastställts i FN:s ramkonvention. Sammanlagt har nu 156 länder skrivit under, och i och med Rysslands underskrift i början av år 2005 kunde protokollet träda ikraft. Protokollerna innebär att alla OECD-länderna och länderna i centrala Östeuropa ska minska sina utsläpp av växthusgaser.

För att minska sina utsläpp har flera av länderna antagit egna klimatstrategier. Finland skriver i sin klimatstrategi att de måste minska energiförbrukningen och att produktion av egen, förnybar energi är viktig. Bland annat har Finland satt som mål att av den andel el som produceras år 2010 ska 31,5 % vara från förnybara energikällor, jämfört med cirka 27 % idag. Användningen av förnybara bränslen, främst skogsflis, åkerbränslen och biogas, ska ökas. Åtgärderna i strategin ska öka användningen av dessa energikällor, med cirka 65 % från år 2003 till 2015 och med cirka 80 % till år 2025. Finland ska minska växthusgasutsläppen från trafiken genom att effektivisera trafiksystemen, förbättra konkurrenskraften för energieffektiva trafikformer och genom att utnyttja teknik som orsakar små koldioxidutsläpp.



Figuren visar **utsläppen av koldioxid per person i länderna kring Östersjön**. Utsläppen varierar beroende på vilken typ av energikällor som används i landet och hur mycket energi som förbrukas. Ett land med stor andel förnybara energikällor och liten energiförbrukning per person, till exempel Lettland, har ett lågt utsläpp av koldioxid per person till skillnad från till exempel Estland som har oljeskiffer i sin energiproduktion och därför får ett högt utsläpp av koldioxid.

# Det hållbara samhällets energiförsörjning

Vi står inför en stor utmaning när det gäller att lösa vår framtida energiförsörjning. Nya idéer, ny teknik och mer forskning behövs. Vi måste också förstå att vi kan påverka situationen genom aktiva val i vardagen och genom förändrade vanor.

## Solfångare ger värme

Den solenergi som faller in mot jorden innehåller enorma mängder energi som solfångare och solceller kan hjälpa oss att utnyttja. Solens värme kan vi ta vara på genom en solfångare. I solfångaren cirkulerar en vätska som värms upp av solen. Vätskan förs sen ner till en ackumulatortank som är fylld med vatten. Där lämnar den av värmen den hämtat från solen och fortsätter tillbaka till solfångaren. Försök pågå för att se om det går att lagra solvärmens från sommaren till vintern, då vi behöver värmen som mest.

## El från solen

Solceller omvandlar ljuset direkt till elenergi med hjälp av s.k. halvledarmaterial. När solljuset träffar cellens framsida skapas en elektrisk spänning mellan cellens fram och baksida. Kopplar man en ledning mellan fram och baksidan får man ut en ström. Tyskland ligger långt framme när det gäller solceller och producerar ungefär 560 GWh el från solceller varje år. Samma siffra för Finland och Danmark är 2 GWh medan de andra länderna kring Östersjön i princip inte producerar någon solcell alls.

## Vindkraft

Vindenergin kommer från solen. Solinstrålningen ger olika temperatur på olika platser. Det ger skillnader i lufttryck som sätter luften i rörelse. Vinterhalvåret är vindrikare än sommarhalvåret. Det är bra eftersom elbehovet är större på vintern. Till havs råder bättre vindförhållanden än på land, men det är dyrare att bygga vindkraftverk till havs. Alla länderna runt Östersjön producerar, i större eller mindre omfattning, el från vinden. Danmark har satsat mycket på vindkraft och redan idag kommer runt 25 % av elproduktionen från vindkraft. Danmarks mål är att nå 50 % till år 2025. Även Tyskland är en ledande nation med många vindkraftverk. På olika håll i Östersjön planeras eller byggs redan stora parker av vindkraftverk. Som exempel planeras en vindkraftpark med 128 vindkraftverk som ska kunna producera 2,1 TWh el varje år. Den ska byggas i vattnet mellan Sverige och Tyskland.

## Vatten ger oss el

Vattenkraft är en förnybar energikälla. Den är lätt att lagra och ger stora mängder energi. Solens värme får vatten att avdunsta och bilda moln, som ger regn och snö. Den nederbörd som faller samlas i vattensmagasin och utnyttjas för elproduktion. I kraftverket utnyttjas vattnets lägesenergi mellan två nivåer.



Havsbaserade vindkraftverk

Lettland, Norge, Island och Sverige har en stor del vattenkraft i ländernas elproduktion. Mesta delen kommer från stora vattenkraftverk, men det finns också kraftverk i mindre vattendrag.

### Trygg försörjning av energi

Vi måste i ett hållbart samhälle kunna lita på att vi har tillgång till energi när vi behöver den. Ett lands energiförsörjning kan vara sårbar på flera sätt. Stormar kan till exempel leda till långvariga strömavbrott i områden med luftburna elledningar och mycket skog. Ett land kan också vara helt beroende av ett annat. Genom att ett land importerar stora delar av sin el, gas och andra bränslen från ett annat land blir sårbarheten stor. Att elnäten och gasnäten byggs ihop med flera andra länder är ett sätt att minska den sårbarheten.

### Biobränslen – en förnybar resurs

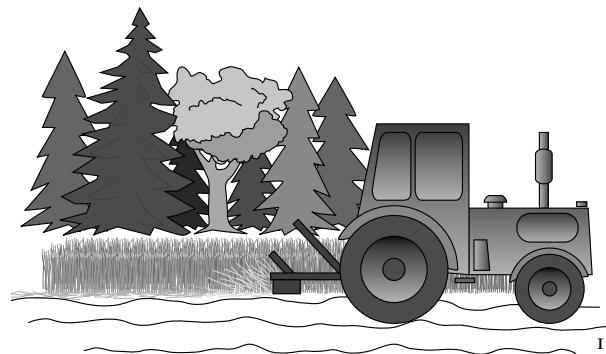
Utsläppen av koldioxid, som bidrar till växthuseffekten, kan minskas vid såväl el- som värmeproduktion genom att använda biobränslen i större utsträckning. Förbränning av biobränslen ger små utsläpp av växthusgaser. Från biobränslena får vi både värme, el och drivmedel till våra fordon. Användningen av biobränslen ökar och är en förutsättning för att vi ska nå ett långsiktigt hållbart samhälle.

### Trädbränslen

Den största biobränsleresursen är trädbränslen som finns i våra skogar. Det gäller bland annat delar av träden, till exempel grenar och toppar, som skogsindustrin inte kan använda till framställning av trävaror och papper. Vid sågverk och i pappers- och massaindustrin blir spån och bark restprodukter som också kan användas som bränsle, oförädlat eller förädlat till pellets och briketter. Även returträ räknas till trädbränslen.

### Åkerbränslen

På åkermark kan man odla energiskog eller energigrödor. Energiskog består främst av en snabbväxande pilart kallad salix, som skördas ungefär vart fjärde



år. Energigrödor utgörs av olika arter av gräs och örtväxter, till exempel rörfilen och hampa. Halm från spannmålsodling är en biprodukt som används som bränsle. Spannmål för uppvärmning eller framställning av etanol, raps för framställning av biodiesel, eller för eldnings, samt vall för framställning av biogas är andra exempel på åkerbränslen.

### Avfall

Avfall består i huvudsak av biobränsle och kan utnyttjas som bränsle i fjärrvärmeverk. Mest avfall kommer från hushållen, en mindre del från industrin. Förbränningsanläggningarna är försedda med avancerad reningsutrustning för rökgaserna.

### Biprodukter från skogsindustrin

Skogsindustrin använder egna restprodukter - spån, flis, bark mm - som bränsle i den egna produktionen. Pappersmassaindustrin bränner restprodukter, främst för att framställa ånga som används för att bleka och torka massan och papperet, men också för att producera el. Även sågverken producerar biobränsle. Ungefär hälften av en stock som sågas till bräder eller plank blir sågspån och annat spill. En del av det bränner sågverken själva för att torka sågat virke. En del levererar de vidare för förädling till exempelvis träpulver, pellets och briketter.

### Biobränslen ger värme och el

Fjärrvärmeverk producerar främst värme, men kan också producera el. Med kombinerad produktion av el och värme i ett modernt kraftvärmeverk kan verkningsgraden bli mycket hög, d v s bränslet kan utnyttjas väl och spillvärmens bli liten. Kol, naturgas och olja är de vanligaste bränslena för produktion av fjärrvärme i Östersjöområdet. Sverige har kommit långt med omställningen till förnybara bränslen i fjärrvärmeproduktionen och använder mycket trädbränslen.

### Förädlade biobränslen

Pellets och briketter består av sammanpressat träspån. Sågspån, kutterspån, bark och liknande från sågverken och den övriga skogsindustrin utgör råvaran, som torkas och komprimeras i små bränslestycken. Förädlingen gör bränslet smidigare att transportera och lagra hos användaren. Flera husägare utnyttjar

idag möjligheten att använda de förädlade biobränslena briketter och pellets för uppvärmning i pannor och kaminer. Det finns också flera olika torvprodukter anpassade till olika förbränningsmetoder – frästorv, stycketorv, briketter och pellets.

Intresset för biobaserade drivmedel har ökat kraftigt under senare år. Etanol går att producera ur allt som innehåller socker, stärkelse eller cellulosa av olika slag. Vilken specifik råvara som väljs beror på odlingsförutsättningarna i landet som producerar. Det innebär i tropiska länder att sockerröret dominerar som råvara för etanolproduktion. I Europa produceras etanol från skogsråvara och jordbruksgrödor. Tekniken har funnits länge och etanol fungerar redan idag som huvudsakligt drivmedel för ett stort antal fordon världen om, men blandas också i den vanliga bensinen på vissa ställen. Läs mer om bilar och olika drivmedel i kapitlet om transporter och energiförbrukning.

## Framtidens energi med sol, vätgas, vågkraft och fusion

### Vätgasen tar över efter fossilerna

Flera indikatorer visar på att vätgas kommer att vara framtidens energibärare. Vätgas har stort energiinnehåll och är miljövänlig vid användning. Ett vanligt sätt att framställa vätgas är genom elektrolys ur vatten. En annan metod som forskare arbetar med är att odla fram speciella bakterier som producerar vätgas antingen via vatten eller via gödsel. Men både produktionen av vätgas och bränsleceller måste bli billigare och miljövänligare för att konkurrera ut de fossila bränslena. Vätgas är inte en energikälla i sig själv, utan måste framställas med en större mängd energi än vad som sedan kan utvinnas ur gasen. Vätgasproduktion med solen som energikälla ser flera forskare som en intressant möjlighet till framtida energiförsörjning, särskilt för småskalig användning, vilket det finns stora behov av i utvecklingsländer.

### Bränsleceller ger el och värme

År 1839 konstruerade fysikern William Grove ett gasbatteri som omvandlar vätgas och syre till vatten, elektricitet och värme. Numera kallas detta gasbatteri för bränslecell och är effektivare än



förbränningsmotorn. En bränslecell fungerar som ett batteri. En kemisk reaktion, driven av väte och syre i en elektrolyt, skapar en spänning mellan elektroderna och värmer bränslecellen. Utöver energin producerar den bara vatten. Bränslecellen levererar energi kontinuerligt under förutsättning att drivmedel tillförs i takt med förbrukningen. Intresset för bränsleceller är stort, eftersom tekniken har hög verkningsgrad, är miljövänlig och ger möjligheter till produktion av el och värme i mindre enheter. USA och Japan, men även länder i Europa, bedriver omfattande forskning för att utveckla bränslecellen. Ett tänkbart alternativ i framtiden är att förse varje hus med en bränslecell som försörjer huset med både el och värme. Bränslet, syre och väte, skulle kunna levereras till huset i flytande form med tankbil.

### Energi från haven

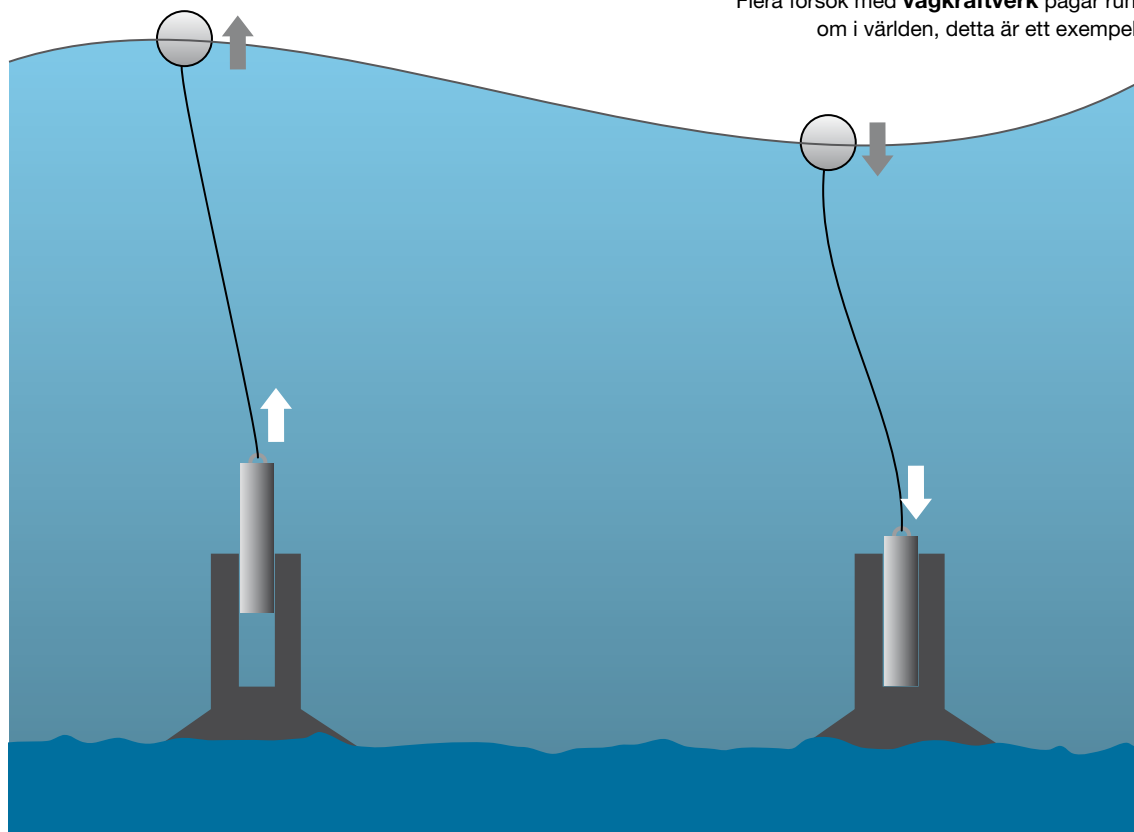
Vågorna i världshaven innehåller stora mängder rörelseenergi som i teorin skulle kunna driva kraftverk. Försök med olika metoder och kraftverksmodeller har gjorts under senare år, med skiftande resultat. Tidvatten innebär att havsytan stiger och sjunker med jämna mellanrum, huvudsakligen beroende på månens dragningskraft. Även andra faktorer påverkar tidvattnet, som solens dragningskraft och jordens rotation. Längs många kuster kan nivå-

skillnaden mellan ebb och flod vara stor. Världens första tidvattenkraftverk finns i mynningen av den franska floden Rance, där största skillnaden mellan flod och ebb är 12 meter. Turbinerna i kraftverket är reversibla, det vill säga, de kan arbeta både med flod- och ebbvatten. I Östersjön är variationerna mellan ebb och flod små, endast några centimeter.

### Fusion

Fusion frigör stora mängder energi. Att utvinna fusionsenergi har forskarna sett som en möjlighet att lösa världens energiförsörjningsproblem. Energiresurserna är enorma – ur en liter havsvatten kan man genom fusion utvinna lika mycket energi som finns i 300 liter bensin. Fusion sker normalt inte på jorden, men pågår ständigt inuti solen och ger den solenergi vi tar emot här på jorden. Forskare har gjort framsteg på senare tid och tekniken kommer relativt snart att prövas i större skala. De ämnen som är användbara för fusion är väteisotoperna deuterium (tungt väte) och tritium (supertungt väte). Deuterium ingår i tungt vatten istället för vanligt väte, och tritium framställs på konstgjord väg ur litium. Jordens litiumresurser täcker världens energibehov i flera hundra år, medan det deuterium som finns i världshaven räcker i flera miljarder år.

Flera försök med **vågkraftverk** pågår runt om i världen, detta är ett exempel.



# Gas – ett bränsle med många användningsområden

Gas kan härstamma från både fossila och förnybara källor. Fossila gaser, som t ex naturgas, orsakar utsläpp av klimatgaser men inte i lika stor utsträckning som t ex kol och olja. Förnybara gaser, som biogas, bidrar i princip inte alls till växthuseffekten. I det här kapitlet kan du läsa mer om olika gasers användningsområden och påverkan på miljön och klimatet.

Energigaserna, det vill säga gasformiga bränslen avsedda för energigändamål, började användas kommersiellt i samband med industrialismens genombrott. Då var användning och produktion nära sammankopplade. Något senare, in på 1800-talet började man distribuera gas i ledningar.

Före andra världskriget var användning av stadsgas, producerad genom upphettning av stenkol, vanlig i Europa. Men efter andra världskriget, kom upptäckter av nya naturgasfält tillsammans med stigande priser på olja att öka nyttjandet av naturgasen. Utvinning av naturgas i Nordsjön och i Ryssland har sedan möjliggjort dagens omfattande naturgasanvändning i Europa.

## Naturgas

Naturgas är en luktfri gasblandning som bildades genom nedbrytning och omvandling av levande organismer för mellan 50 och 400 miljoner år sedan. Naturgas är ett fossilt bränsle, till största delen bestående av metan. Den förekommer i stora gasansamlingar i jorden eller i samma fyndighet som olja. Naturgasen står idag för drygt 20 % av världens energiförsörjning.

Fyndigheter av naturgas finns i stort sett över hela världen, Ryssland har stora tillgångar som uppskattningsvis är 30 % av världens kända naturgasreserver. Naturgasnätet i Europa är väl utbyggt till alla delar

utom Skandinavien. Tillförseln sker huvudsakligen från Ryssland och från Nordsjön. I östra Europa finns inga stora naturgastillgångar, så där är Ryssland en helt dominerande leverantör av gas.

Naturgas är ett rent bränsle som är lätt att hantera. Transport av naturgas kan antingen ske genom rörledningar eller i nedkyld flytande form (kallas LNG, Liquefied Natural Gas). Naturgas används framför allt som bränsle i industrin och i kraftverk. Användningen förväntas öka, särskilt inom kraftproduktion och kraftvärme. Naturgas är ett fossilt bränsle och ger vid förbränningen utsläpp av koldioxid. Utsläppen är dock betydligt mindre än då man eldar med olja och kol.

## Gasol

Bakom ordet gasol, som egentligen är ett handelsnamn, döljer sig butan eller propan, eller en blandning av dessa. Gasol framställs vid utvinning av naturgas eller genom raffinering av olja. Den kan användas ungefär som naturgas. Stålindustrin är en stor förbrukare av gasol. Gasolen transporteras och lagras i vätskeform under tryck. Innan gasolen leds ut till förbrukaren förgasas den. Gasen är tyngre än luft och svåra olyckor kan inträffa om den läcker ut och antänds. Det finns stränga säkerhetsbestämmelser för hantering av gasol.

## Biogas

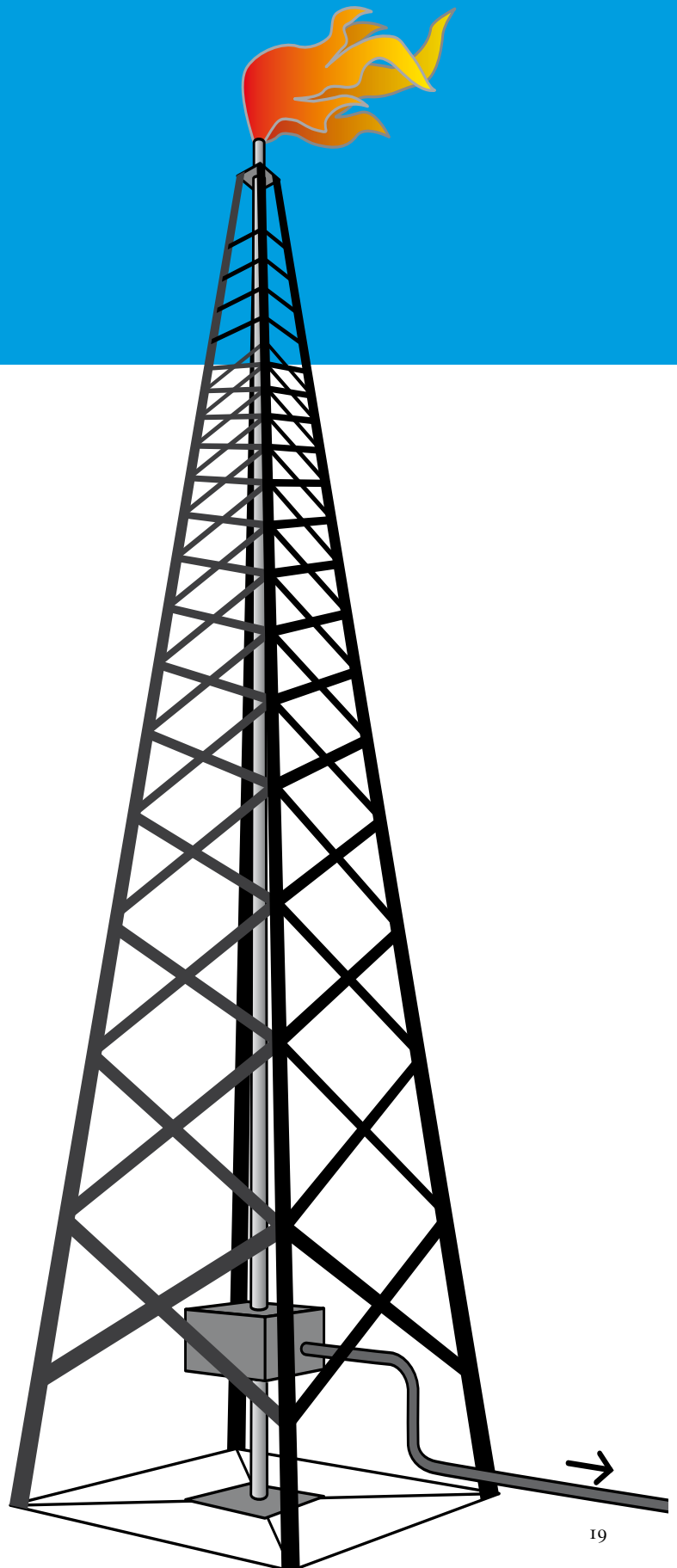
Biogas är till skillnad från övriga energigaserna ett förnybart bränsle. När organiskt material bryts ner av metanproducerande bakterier under anaeroba förhållanden, det vill säga utan tillgång på syre, bildas biogas. Eftersom huvudbeståndsdelen är metan har biogas ungefär samma egenskaper som naturgas och kan användas på liknande sätt. Beroende på hur biogasen framställs kallas den deponigas eller rötgas.

## Gas från soptippar

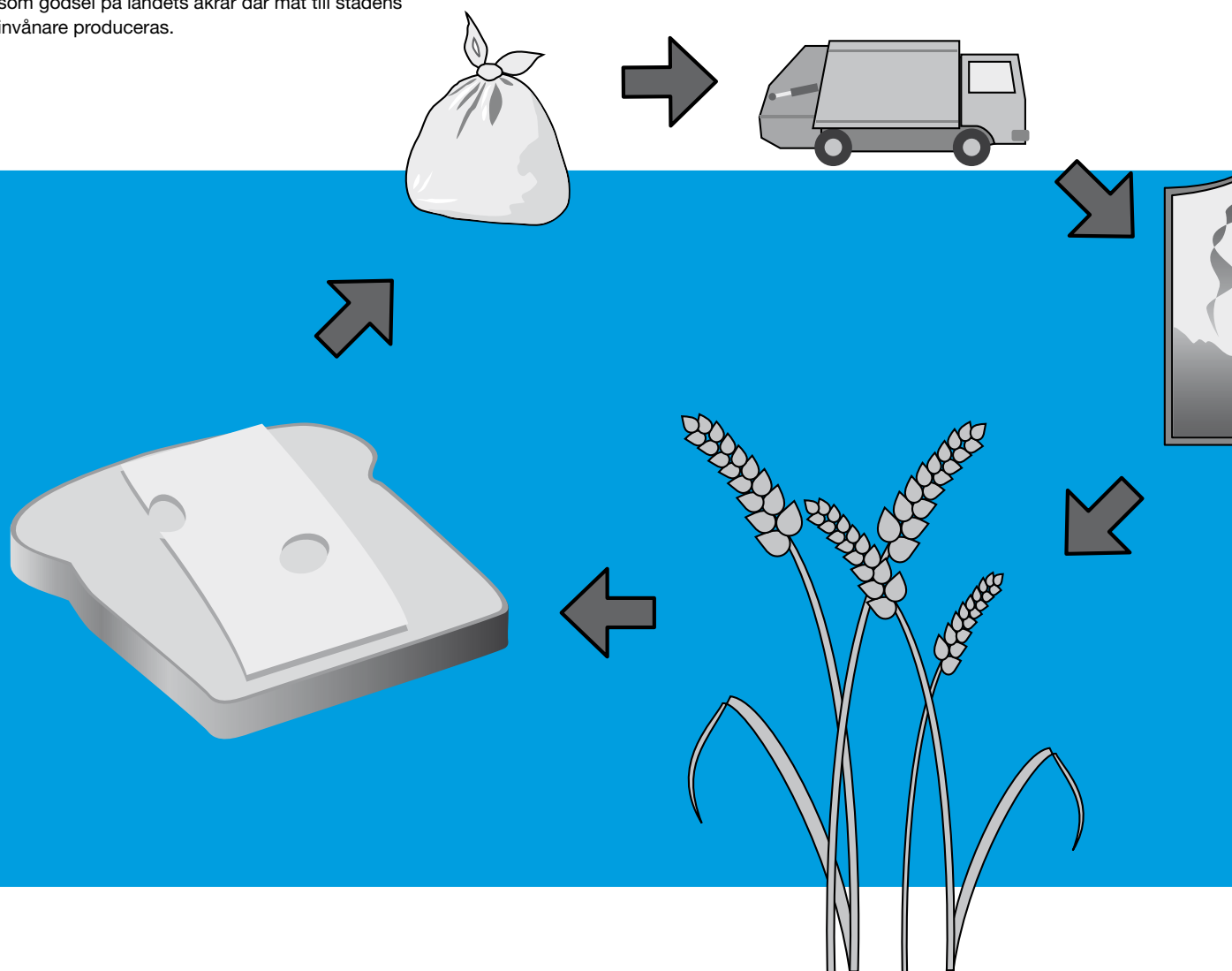
I soptippar bryts det organiska materialet ner i en långvarig process där bland annat metan bildas. Gasen som bildas kallas deponigas. Ett enkelt sätt att utvinna biogas ur soptippar är att borra brunnar i dem. Där samlas biogasen.

## Rötgas

Biogas kan också utvinnas ur biologiskt nedbrytbart material med hjälp av en rötchammare. Nedbrytningsprocessen är en naturlig process som sker i mossar och myrar när biologiskt material bryts ner utan syre. En biogasanläggning kan behandla avfall från lantbruket, livsmedelsindustrin, matavfall från hushåll och restauranger. Även slam från avloppsreningsverk brukar ledas till en rötcham-



**Biogasens kretslopp.** Avfall från staden och slam från avloppsreningsverket transporteras till en röt-kammare där biogas bildas. Biogasen används för att producera el, driva bilar eller värma upp hus. Rester från röt-kammaren kan användas som gödsel på landets åkrar där mat till stadens invånare produceras.



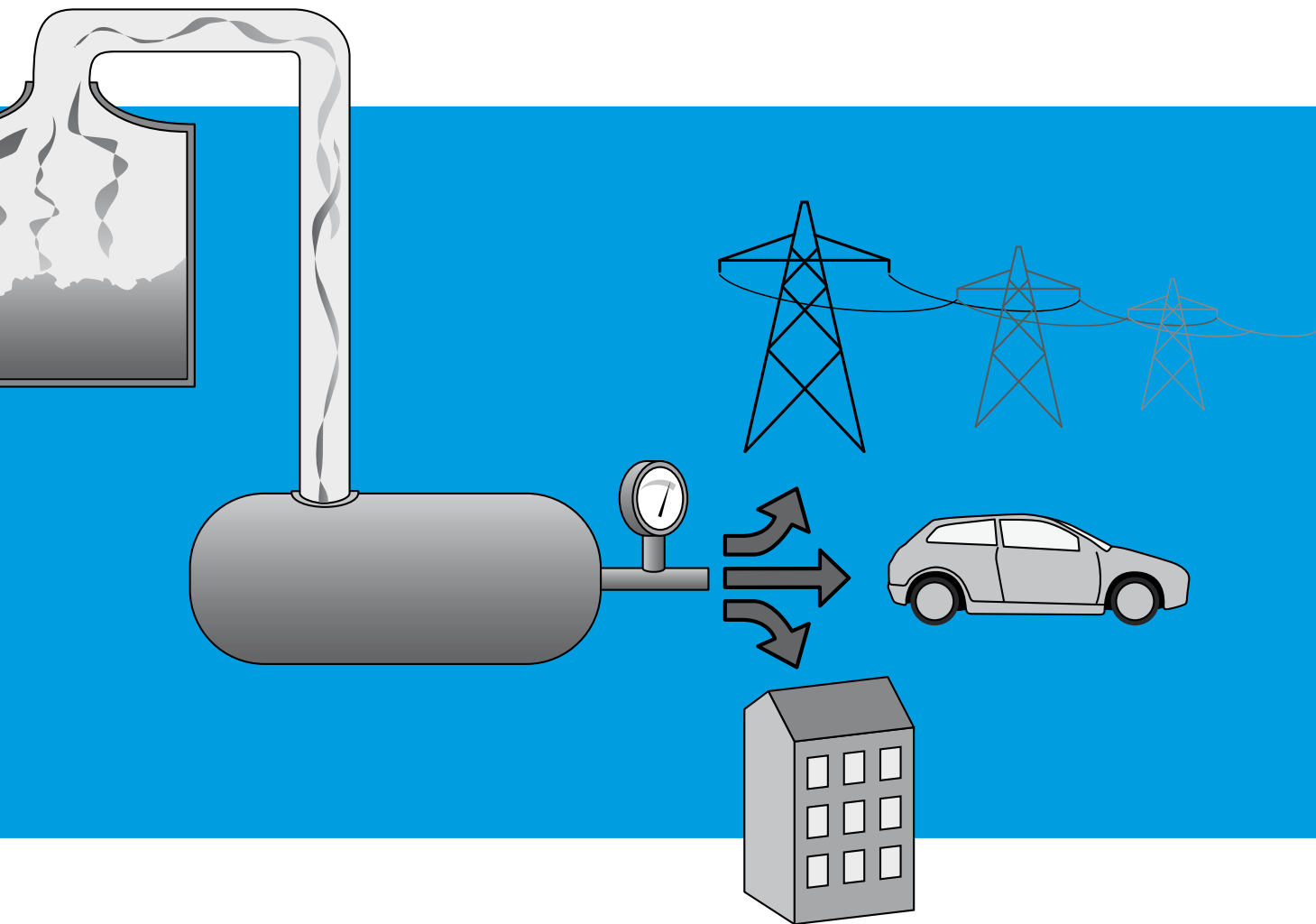
mare, där materialet får jäsa under omrörning och uppvärmning. Ut kommer biogas och rötrest. Rötresterna kan ibland användas som gödselmedel på åkrarna.

Tyskland är ett av de länder i Europa som producerar mest biogas. Här röts framförallt gödsel och avfall från hushåll och industri, men också energigrödor. Landet har länge främjat biogasproduktion, och då framförallt biogasproduktion för att producera elektricitet. Huvuddelen av den biogas som framställs, även på mindre gårdsanläggningar, används därför just till elproduktion. I Sverige har en industri med produktion och distribution av biogas till fordonstrift utvecklats under de senaste åren. Miljöfördelarna med biogas är stora eftersom inget nettotill-

skott av koldioxid till atmosfären sker. Jämfört med olja ger dessutom förbränning av biogas små utsläpp av kväveoxider, sot och giftiga kolväten.

### Gaskombianläggning

En gaskombianläggning byggs i regel som ett kraftvärmeverk för att kunna producera både el och fjärrvärme. Den kan drivas med naturgas, förgasade bränslen och andra energigas. Gaskombianläggningen består av en gasturbin som driver en generator. De heta avgaserna från gasturbinen leds in i en avgaspanna, där de kokar vatten till ånga. Ångan får passera en ångturbin som är kopplad till ytterligare en generator. Man får alltså ut el på två ställen i anläggningen, vilket är en stor fördel om man önskar ett bra elutbyte från



ett bränsle. När ångan passerar ångturbinen kan den kylas i en värmeväxlare som är kopplad till ett fjärrvärmenät. På så sätt går det att utvinna närmare 90% av energiinnehållet i bränslet till nyttig energi, där andelarna el och värme är ungefär lika stora.

### Vätgas

Vätgas är ett rent bränsle. Vid förbränning förenar sig vätet med luftens syre och den enda biprodukten som bildas är vatten ( $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{värme}$ ). Väte förekommer inte fritt i naturen, utan är alltid bundet till andra grundämnen. I vatten - i våra floder, sjöar och hav - finns oändliga mängder väte. Framtagningen av vätgas kräver dock relativt mycket energi.

Vätgas används idag i industriella processer. Potentialen för vätgas som bränsle i olika energisammanhang bedöms vara stor. Ett stort potentiellt framtida användningsområde är som bränsle i stationära och fordonsbaserade bränsleceller för produktion av el. I fordon skulle vätgas också kunna användas direkt som drivmedel.

# Olja och kol är fossila bränslen

Kol är världens mest använda bränsle. Det är fossilt precis som oljan och naturgasen. Oljeprodukter spelar en viktig roll i vår moderna livsstil. Oljan kan omvandlas till ett flertal produkter, allt från mediciner till asfalt. Den största delen av oljan används dock för framställning av bränslen till motorfordon och till uppvärmning.

Oljefyndigheter finns på många platser på jorden. De finns under öknar, havsbottnar, polaris, träsk och djungler. Oljetillgångarna är ojämnt fördelade över jordklotet. De största fyndigheterna finns inte där den största förbrukningen sker. Därför blir man ofta tvungen att transportera den långa sträckor – över hav med jättelika oljetankers och på land i grova rörledningar. Oljan härstammar troligen från oerhörda mängder av döda smådjur och växter, som för flera miljoner år sedan samlades i grunda vatten intill kusterna. Av djuren och växterna bildades ett ruttnande slam. Det täcktes så småningom av lera och sand och under inverkan av tryck, värme och bakterier omvandlades slammet bland annat till den råolja som vi idag utvinna. Innan oljan kan användas måste den raffineras, vilket görs i stora anläggningar som kallas raffinaderier. Här delas oljan upp i en mängd olika petroleumprodukter i en destillationsprocess.

## Industrisamhället växer fram

Ångmaskinens utveckling under 1700-talet blev början till det egentliga industrisamhället. Med framväxande industrier växte också energibehovet. Kolet blev viktigt som energikälla. Tekniker utvecklades så att man bättre kunde utnyttja energi i olika former. När elgeneratorn och elmotorn togs i bruk i slutet av

1800-talet förstärkte kolet sin ledande ställning som energikälla genom att ångmaskinen, och senare ångturbinen, användes för elproduktion. Oljeprodukter användes blygsamt för olika ändamål under senare delen av 1800-talet. Förbränningsmotorernas entré i energins historia gav oljan ny användning. Men det var först efter andra världskriget som oljan blev den dominerande energikällan världen över.

## Petroleumkemi

Petroleumprodukter innehåller huvudsakligen molekyler som är uppbyggda av grundämnena kol och väte. Man säger därför att petroleum i alla dess former består av kolväten. En molekyls utseende beror på hur många kolatomer(C) och väteatomer(H) som finns i den, samt proportionen mellan de båda grundämnena. Man talar ibland om lätta och tunga petroleumprodukter. Produkter som främst innehåller molekyler med få kolatomer är lätta, medan de som har många är tunga. Lätta petroleumprodukter, till exempel bensin, är lättflyktiga och avdunstar snabbt. Smörjolja och bitumen (bindemedel i asfalt) är exempel på tunga produkter som är svårflyktiga.

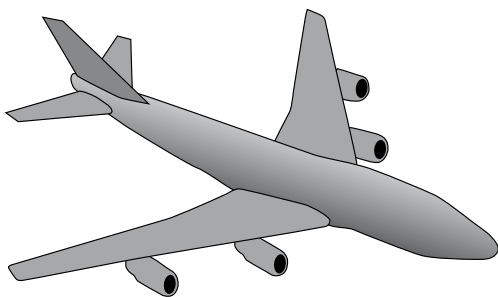


### Raffinering och krackning

Raffinering av råolja innebär att den delas upp i olika produkter genom destillation. I raffineringsprocessen utvinns även bensin men det kan också ske genom krackning. I krackningsprocessen framställs lättare produkter från tyngre, till exempel bensin ur tyngre eldningsolja. Genom påverkan av tryck, värme och katalysatorer sönderdelas stora kolvätemolekyler med hög kokpunkt, till flera lätta bensinmolekyler med låg kokpunkt. Katalysatorer är ämnen som utlöser, påskyndar eller fördröjer kemiska reaktioner utan att själva delta i dem. Ordet krackning kommer från engelskans crack som betyder spricka, gå sönder.

### Användning av olja

Oljan kommer till användning i vår vardag i form av flera olika produkter beroende på hur den förädlas. Nedan ges exempel på oljeprodukter och deras användningsområden.



Flygfotogen som är flygplanets bränsle är en oljeprodukt av hög kvalitet.

**Gasol** används som bränsle i värmeverk, men också som energikälla inom fritidssektorn. Andra användningsområden är industriprocesser, till exempel glas- och porslinsstillverkning. **Bensin** används i förbränningsmotorer med elektrisk tändning (Ottomotorer). Dessa motorer finns till exempel i personbilar, lättare lastbilar, motorcyklar, fritidsbåtar och sportflygplan. **Flygfotogen** eller jetbränsle är en oljeprodukt av hög kvalitet som används för såväl civilt som militärt flyg. **Dieselbränsle** består av något tyngre kolväten än bensin och används främst i tunga lastbilar och i väg-, skogs- och jordbruksmaskiner. **Tunnare eldningsoljor** används främst för uppvärmning av fastigheter och som bränsle i vissa industriprocesser. **Tjockare eldningsoljor** används som bränsle i större anläggningar för produktion av el och värme samt för fartygsdrift. **Smörjmedel** används bland annat för att motverka friktion i motorer och maskiner. De vanligaste smörjmedlen utgörs av petroleumprodukter med olika tillsatser (så kallat additiv) beroende på användningsområdet. **Bitumen** är ett bindemedel som uppblandat med stenmaterial används som vägbeläggning och kallas asfalt. Bitumenprodukter används också för isoleringsändamål och beläggning av takpapp. Av världens oljeproduktion används i dag cirka 10 % inom den petrokemiska industrin. Exempel på petrokemiska produkter är plaster, syntetfibrer i textilier, färger, mediciner, kosmetika med mera.

## Kol är världens mest använda bränsle

I jordskorpan finns flera former av kolmineral. Ett exempel är brunkol som har en kolhalt på 65–84 %. I ett senare stadium övergår brunkol till att bli stenkol, med en kolhalt på mellan 84–91 %. Stenkol som utsätts för högt tryck och en hög temperatur ombildas till antracit. Det har en kolhalt på över 91 %.

Om vi fortsätter att använda ungefär lika mycket kol som idag kommer de kolfyndigheter som man idag känner till att räcka i över 200 år. Men förbränningen av kol bidrar till växthuseffekten och för att undvika de klimathot vi står inför gäller det att minska användningen. Det samma gäller användningen av andra fossila bränslen som olja och naturgas. Vi kan se att förändring pågår på flera ställen. Hushållens användning av kol i Litauen har minskat till en tiondel de senaste femton åren. Polens största energikälla är kol. Kol står för 93 % av landets primära energiproduktion. Konsumtionen har minskat kraftigt de senaste åren, mellan 1993 och 2001, föll kolkonsumtionen med 22 % i Polen.

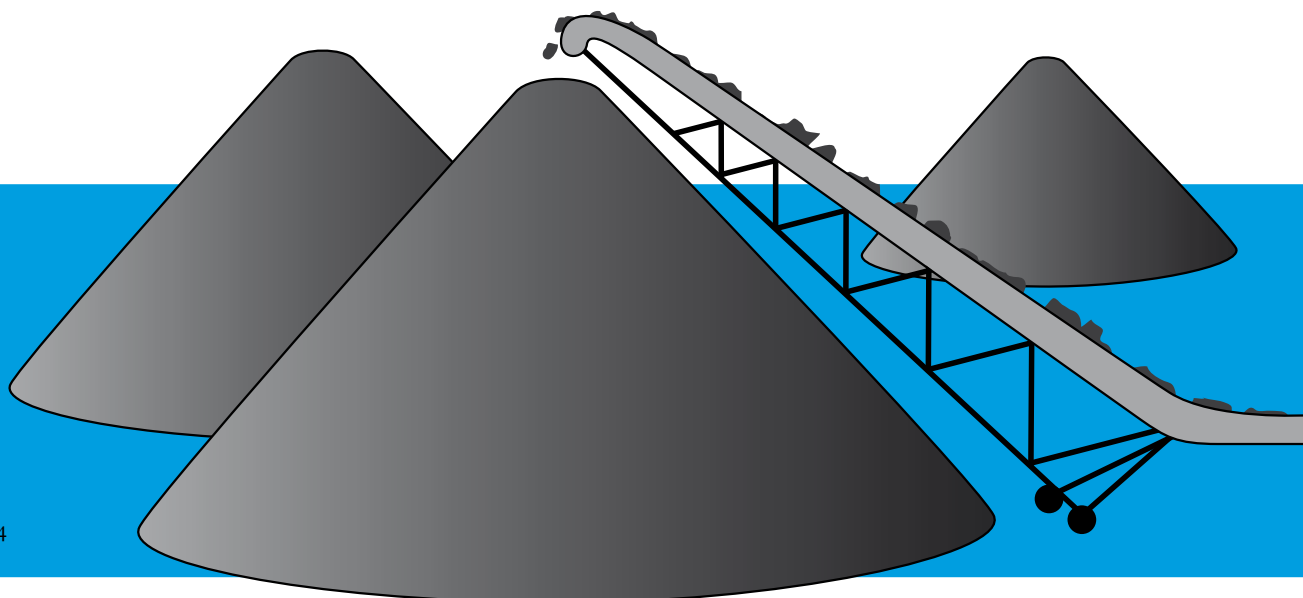
### Svarta triangeln ljusnar

Intresset för kol svalnar generellt sett i Europa och då minskar också brytningen. Staden Katowice i södra Polen har flera gruvor. En av de största heter Wujek. Där bryts ungefär två miljoner ton stenkol per år, och en stor del exporteras till Irland, Öster-

rike, Tyskland, Slovenien, Slovakien och Skottland. Längre kallades området runt Katowice för ”svarta triangeln”, eftersom industrierna som eldar med kol förorenar mark, luft och vatten även på långt avstånd. På senare tid har miljön blivit bättre. Det beror dels på att industrin bättre klarar av att rena sina utsläpp, dels på att brytningen av kol har minskat.

### Förbränning av bränslen

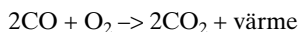
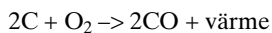
I värmemotorer, kraft- och värmeanläggningar omvandlas den kemiskt bundna energin i bränslen, till exempel fossila bränslen och biobränslen, till värmeenergi. Värmen kan sedan omvandlas vidare till andra energiformer. Vanlig förbränning är en oxidation, där bränsle förenar sig med syre med sådan hastighet att stark värme utvecklas. Den brännbara substansen består främst av kol och väte, i vissa bränslen även mindre mängder svavel. Under förbränningsprocessen bildas olika restprodukter som rökgaser och aska. Det naturliga kretsloppet av livsviktiga ämnen i luften, vattnet och marken kan rubbas med förödande effekter om inte restprodukterna tas om hand på ett miljöriktigt sätt.



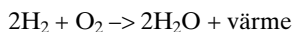


## Förbränningsreaktioner

Kolet förbränns i två etapper:



Väte förbränns enligt:



Om bränslet innehåller svavel blir reaktionen:



## Rening av rökgaser

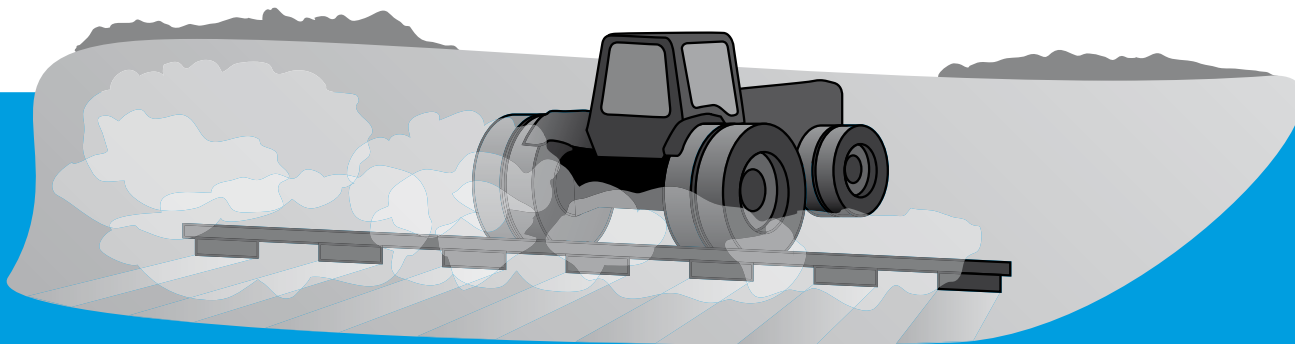
De komponenter i rökgaserna som kan skapa stora miljöproblem är främst svavel, kväveoxider, tungmetaller och koldioxid. Redan vid själva förbränningen går det att minska oönskade utsläpp genom att hålla rätt förbränningstemperatur och blanda bränslet med ämnen som har förmåga att binda skadliga ämnen i askan. Rökgaserna kan renas enligt olika fysikaliska principer beroende på vilken typ av partiklar de innehåller. I en cyklon sätts rökgasen i kraftig rotation så att de större partiklarna slungas ut mot det omgivande skalet och faller ned och samlas upp. I ett slangfilter passerar rökgaserna ett textilmaterial, i vilket även de mindre partiklarna fastnar. Genom att låta rökgaserna passera trådformiga elektroder i ett elektrofilter laddas stoftpartiklarna elektriskt. De dras sedan mot jordade, rörformiga uppsamlingselektroder där partiklarna avskiljs. I en våtavskiljare tvättar man rökgaserna genom att duscha dem med en vätska. Askan som bildas vid förbränningen hanteras på olika sätt beroende på vilka ämnen den innehåller. Flera metoder har utvecklats för att återanvända askan, till exempel som fyllnadsmaterial eller som gödningsmedel.

## Torv

Torv finns i mossar och kärr och består av ofullständigt förmultnade växtdelar. Torv har liksom biobränslen bildats ur biomassa, men torven är delvis nedbruten och torvmarkerna tillväxer mycket långsamt. Därför anses inte torven kunna ta upp den koldioxid som frigörs vid förbränning, trots att den i ett mycket långt tidsperspektiv ändå återbildas. Naturlig torv är blöt och för att den ska kunna eldas måste den torkas. Normalt torkas den på mossens yta av solen under sommaren.

Torv kan användas till bland annat elproduktion, i kraftvärmeverk, till fjärrvärme och i industriell verksamhet. Finland har stora egna torvfyndigheter och använder också mycket torv, framförallt i sina kraftvärmeverk.

Torv bryts på en torvmosse.



# Värmeproduktion

Att elda ved för att få värme och trygghet har människan gjort sedan urminnes tider. Vi eldar fortfarande för att få värme, men inte alltid ved utan också olja, gas och kol. På senare tid har även värmekällor med låga temperaturer börjat användas. För att kunna tillgodogöra oss den energi som finns i lågtempererade källor, till exempel sjöar och berg, måste vi använda oss av en så kallad värmepump.

## Värme

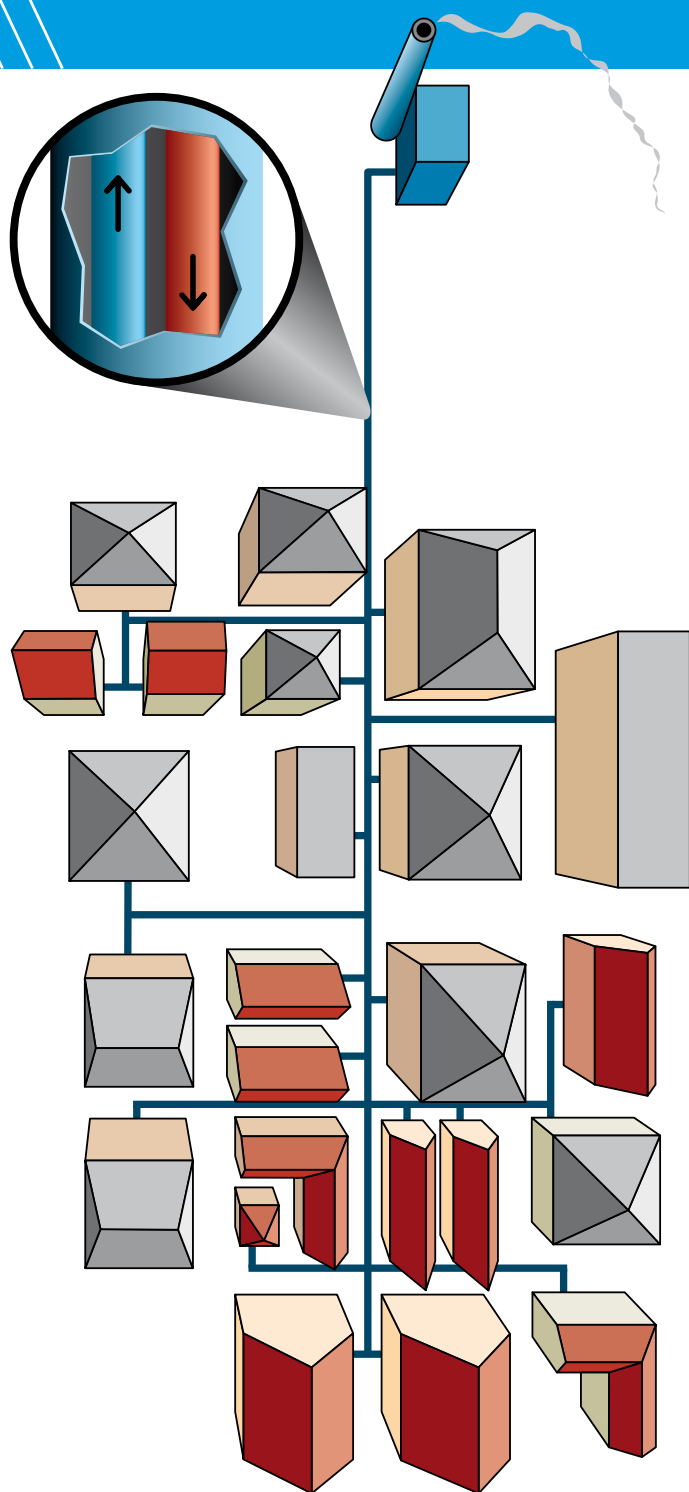
Uppvärmning av våra hem är en viktig del av vår energianvändning. Som du har läst tidigare kan energi bara omvandlas, aldrig skapas eller förstöras. Inomhusluften är uppvärmd och innehåller därför mycket energi. Den ventileras kontinuerligt ut från bostäder, allmänna lokaler och industrier. Energin i inomhusluften kan tas tillvara för att värma den friska inkommande luften med hjälp av värmeväxlare eller värmepump. Avloppsvatten innehåller väsentliga mängder energi under hela året. Med hjälp av en värmepump kan också den tas till vara, till exempel för att producera fjärrvärme. Spillvärme från industrier, i exempelvis rökgaser och kylvatten, kan användas i fjärrvärmesystem. Spillvärmen håller ofta en hög temperatur och innehåller då mycket energi som kan tas tillvara.

Ett hus kan ha ett eget uppvärmningssystem, eller så kan det vara kopplat till ett fjärrvärmenät och försörjas med värme från ett stort värmeverk, som kan producera värme till en hel stad. Det egna uppvärmningssystemet kan vara en panna som eldas med till exempel olja, gas, ved eller pellets. Solfångare kan också användas för att värma både huset och det varmvatten som går åt. Det blir vanligare och vanligare att man sätter in en värmepump för att värma huset.

## Fjärrvärme

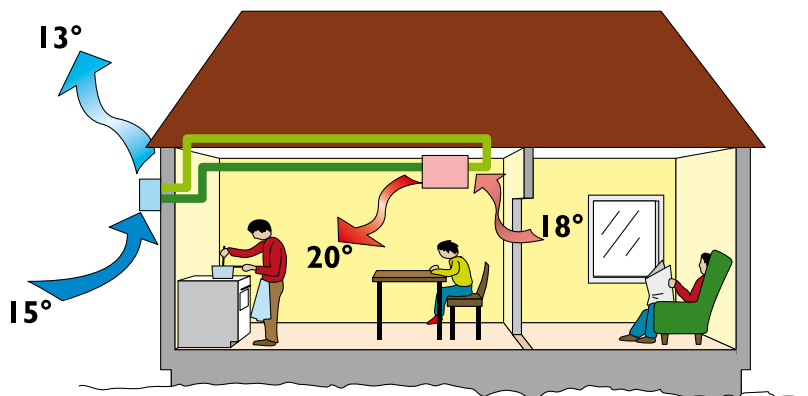
Fjärrvärme används dels för att värma fastigheter, dels för att värma det vatten vi använder för att diska, tvätta, duscha med mera. Fjärrvärmen levereras i form av upphettat vatten från värmeverk och pumpas ut till husen i nedgrävda rör. Värmeverken använder energin i bland annat kol, olja, naturgas, torv, sopor, träflis, eller spillvärme för sin värmeproduktion. Svårhanterliga bränslen som industri- och hushållsavfall, skogsavfall och torv kan utnyttjas i ett fjärrvärmeverk. Genom fjärrvärme kan man ta vara på energi som annars skulle gå förlorad, exempelvis spillvärme från industrier och reningsverk. Förbränningen kan utnyttjas för att producera el på samma gång, vilket sparar bränsle och är fördelaktigt för miljön. Sådana värmeverk kallas kraftvärmeverk.

Rökgaserna från pannan i värmeverket, eller kraftvärmeverket, kan renas effektivt med hjälp av modern teknik. Utsläppen från skorstenen blir betydligt mindre än om varje hus eldades med egen panna, utan reningsanordning. För att utnyttja fjärrvärmen krävs att huset utrustas med en fjärrvärmecentral. I fjärrvärmecentralen finns ofta två värmeväxlare, en för att överföra värme till husets värmesystem och en för att tillverka varmvatten till dusch och bad. Alla kan inte få fjärrvärme eftersom det inte får vara för långt mellan husen för att det ska löna sig att gräva ner värmeledning i marken.



### Så fungerar fjärrvärme:

Vattnet som värms upp i värmeverket pumpas ut till husen i ett välisolerat rörsystem. Värme går förlorad till marken under transporten, men med modern teknik blir inte förlusterna så stora. I det ena röret kommer det uppvärmda vattnet från värmeverket och leds in i huset. Varje anslutet hus har en fjärrvärmecentral. Dit in leds vattnet och passerar två värmväxlare, där värmen växlas över till husets egna värme- och varmvattensystem. Det avkylda vattnet fortsätter ut till det andra röret och pumpas tillbaka till värmeverket och värms upp på nytt.



### Värmepumpens funktion:

Om man värmer en vätska tillräckligt mycket börjar den koka och blir till ånga. Om man dessutom höjer ångans tryck med hjälp av en kompressor så kommer vätskan att kondensera vid en högre temperatur än den annars skulle ha gjort. Värmepumpen bygger på denna princip som gör det möjligt att pumpa värme från en källa med låg temperatur till en med högre temperatur. För att få systemet att fungera behövs el till kompressor och cirkulationspumpar.

### Lågtempererade värmekällor

Det är naturligt att det som är varmare kan avge värme och värma upp det som är kallare, men inte tvärtom. För att vi ska kunna utnyttja den värme av relativt låg temperatur som finns i luft, mark eller vatten måste vi använda oss av en värmepump. Värmepumpen är oftast eldriven och den avger mer energi än vad som åtgår för att driva den. Kvoten mellan avgiven värmeenergi och tillförd energi kallas värmefaktor. En värmefaktor på 3 innebär att man får 3 kWh värme för en insats på 1 kWh elenergi. Det blir allt vanligare att småhus använder värmepump för uppvärmning. Värmekällorna kan variera och här ges några exempel. Ytjordvärme är energi som lagras i markens ytskikt under sommaren. Värmen utvinns i en nedgrävd, vätskefylld plastslang som tar värme från den omgivande jorden. Slangen brukar grävas ner ungefär en meter. Bergvärme hämtas ur djupborrade brunnar, ibland över 100 m djupa. Uteluftens värme utvinns med hjälp av speciella luftvärmepumpar. De fungerar vid ute-temperaturer på ned till  $-10^{\circ}\text{C}$ .

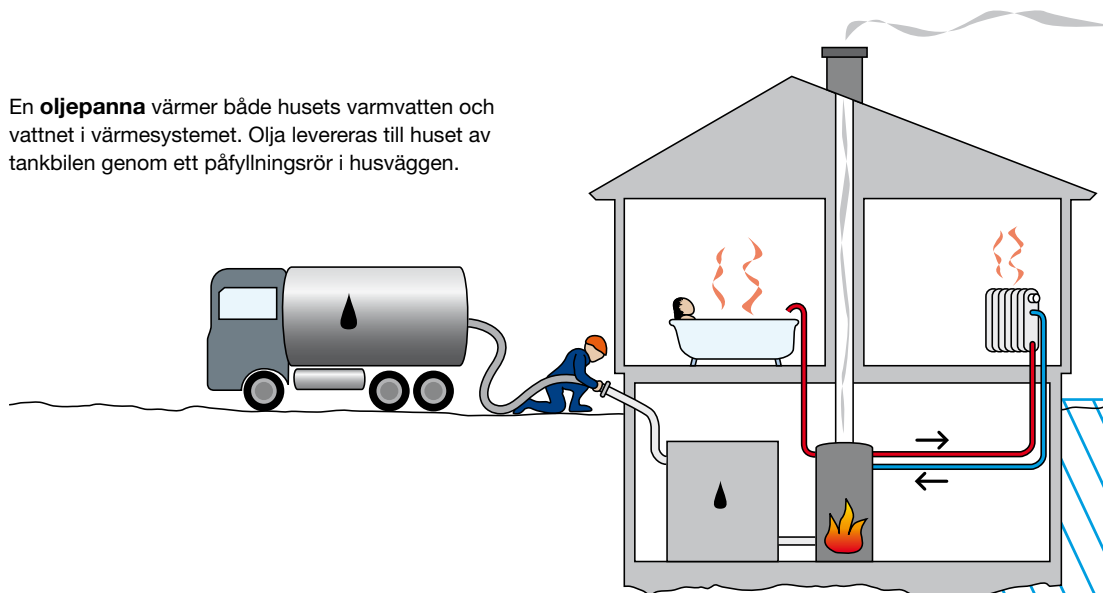
### Vattenvärme

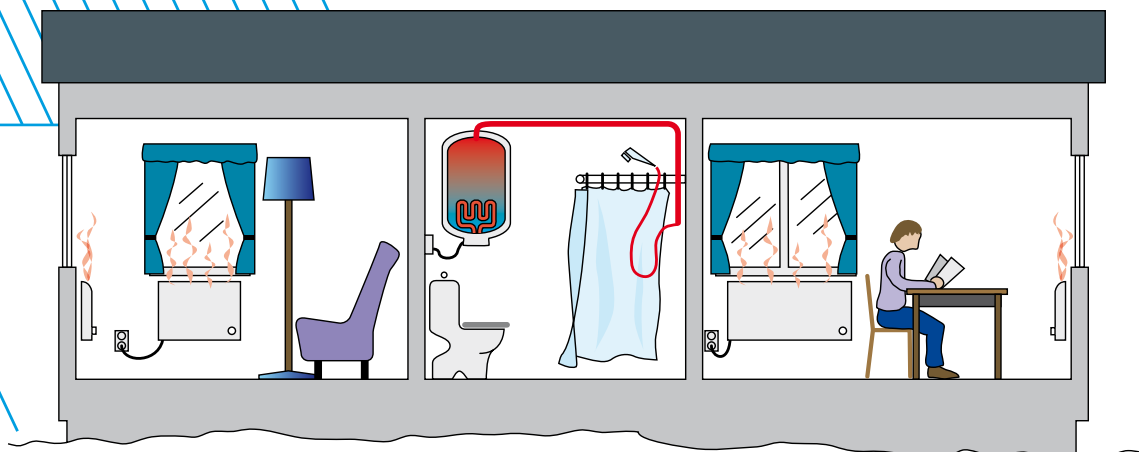
Sjöar och hav är en annan möjlig värmekälla för värmepumpen. Med värmepumpens hjälp går det bra att utvinna värme ur vattnet även vid låga temperaturer. Vattendrag, sjöar och hav används inte bara för att värma småhus utan också för att producera fjärrvärme.

### Olje- eller gaspanna

Gas eldas i en panna med en speciell gasbrännare. Verkningsgraden påverkas av pannans utformning och kondition. En modern gaspanna har cirka 90 %s verkningsgrad, vilket är något högre än för en oljepanna på grund av att sotbildningen är mindre och rökgastemperaturen kan hållas lägre samt att oljan behöver förångas innan förbränning. För att en oljepanna ska behålla en hög verkningsgrad är det viktigt att pannan sotas och servas regelbundet.

En **oljepanna** värmer både husets varmvatten och vattnet i värmesystemet. Olja levereras till huset av tankbilen genom ett påfyllningsrör i husväggen.





Hus med **direktverkande elvärme**. El omvandlas direkt till värme i radiatorerna

## Elvärme

El kan användas för uppvärmning av byggnader på två olika sätt - genom direktverkande eller vattenburna system. I ett direktverkande system omvandlas el direkt till värme i elradiatorer (element) eller i slingor i golvet eller taket. För att göra den direktverkande elvärmens mer effektiv kan den kompletteras med ett styrsystem. Styrsystemet kan förprogrammeras och gör det möjligt att enkelt sänka temperaturen i huset under vissa perioder till exempel då ingen är hemma. El kan också värma ett vattenburet system och det innebär att vatten som cirkulerar i radiatorer i huset värms upp med en elpanna eller en elpatron. Varmt vatten kan också ledas runt i slingor i golvet.

## Solfångare

I en solfångare omvandlas solens strålar till värme genom att solljuset får lysa på en matt, svart yta. Värmen transporteras sedan vidare med hjälp av en vätska eller gas som cirkulerar och används för att värma upp hus eller för att ge varmvatten till dusch och bad.

## Ved - eller pelletseldning

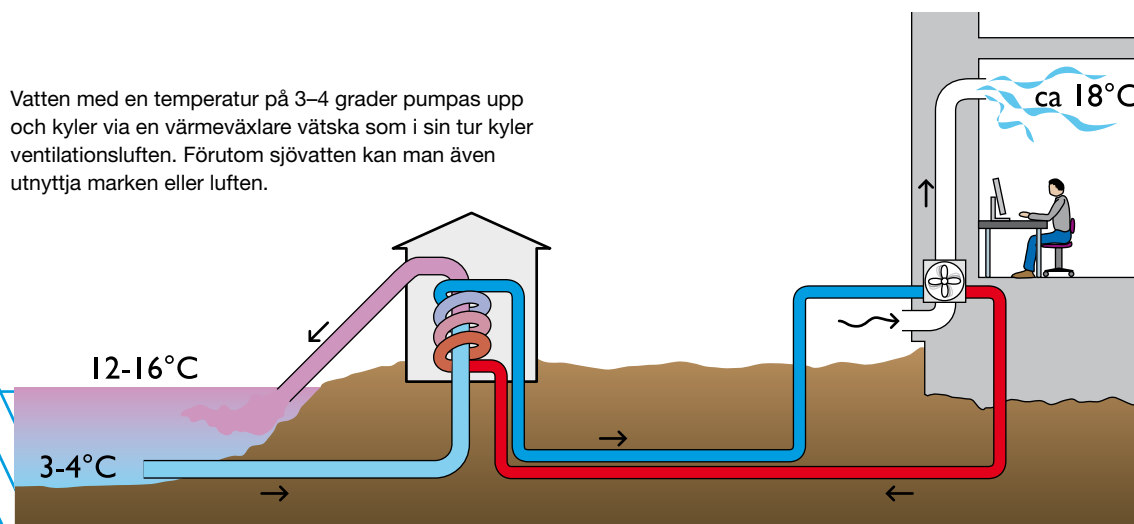
I en kamin eller panna eldas ved och pellets för att ge värme. Både ved och pellets är förnybara bränslen och alltså vänliga mot miljön. Ved kräver mer arbete och tillsyn än pellets som nästan går att jämföra med olja i bekvämlighet. För att få en bra vedeldning behöver man ackumulatortankar med vatten där värmen kan lagras mellan eldningstillfällena.

## Kyla från havet - fjärrkyla

Kyla används främst i kontors- och affärslokaler, men också i olika industriprocesser. Efterfrågan har ökat kraftigt. Datoriseringen och höjda krav på god arbetsmiljö är några orsaker. I flertalet kylanläggningar används dock freoner (CFC och HCFC) för att leda kylan. Freoner är starka växthusgaser som ställer till skada när de läcker ut. De skadar också vårt skyddande ozonlager. Men det finns alternativ och de skadliga ämnena kan bytas ut mot ämnen som är bättre för miljön.

Fjärrkyla framställs med olika metoder. En är att pumpa upp kallt bottenvatten från havet eller en närbelägen sjö. Fjärrkyla distribueras i princip på samma sätt som fjärrvärme. Skillnaden är att det är kallt vatten som levereras istället för varmt.

Vatten med en temperatur på 3-4 grader pumpas upp och kyler via en värmeväxlare vätska som i sin tur kyler ventilationsluften. Förutom sjövattnet kan man även utnyttja marken eller luften.



# Elektricitet – produktion och distribution

El är och har varit en viktig förutsättning för industri och välbefinnande. El kan inte lagras, utan matas ut i kraftledningarna för att användas i samma ögonblick som den produceras.

## Elproduktion

En cykelgenerator är ett kraftverk i miniatyr. Hjulens rörelse driver via däcket generatoren och man får en ström i ledningen till lampan. Drivkraften i stora kraftverk kan vara rörelsen i vatten, ånga eller vind. I kraftverkets generatorer alstras ström med en relativt låg spänning.

## El blir värme och ljus

El är en ström av fritt rörliga elektroner i ett material (så kallad ledare). När elektronerna rör sig genom ledningen blir den varm. I en del fall märks inte värmen, i andra fall blir det så varmt att ledningen börjar glöda. Det beror på att elektronerna knuffar till atomerna så att dessa kommer i dallring. Atomerna avger då energi som vi märker av som värme och i en del fall också som ljus. Ju fler elektroner som tränger sig fram eller ju smalare ledning, desto mer värme. Motståndet som elektronerna möter kallas resistans. En del material har stor resistans alltså ett stort motstånd mot strömmen, andra har liten resistans. Genom att välja lämpligt material, lämplig tjocklek och längd på ledningen, kan man få den temperatur och värmemängd man önskar. Fenomenet utnyttjas i apparater som brödrosten, el-radiatorn, spisen, hårtorken och kaffekokaren. Glödlampans glödtråd består av en extra smal ledning där elektronerna möter stort motstånd. Därför

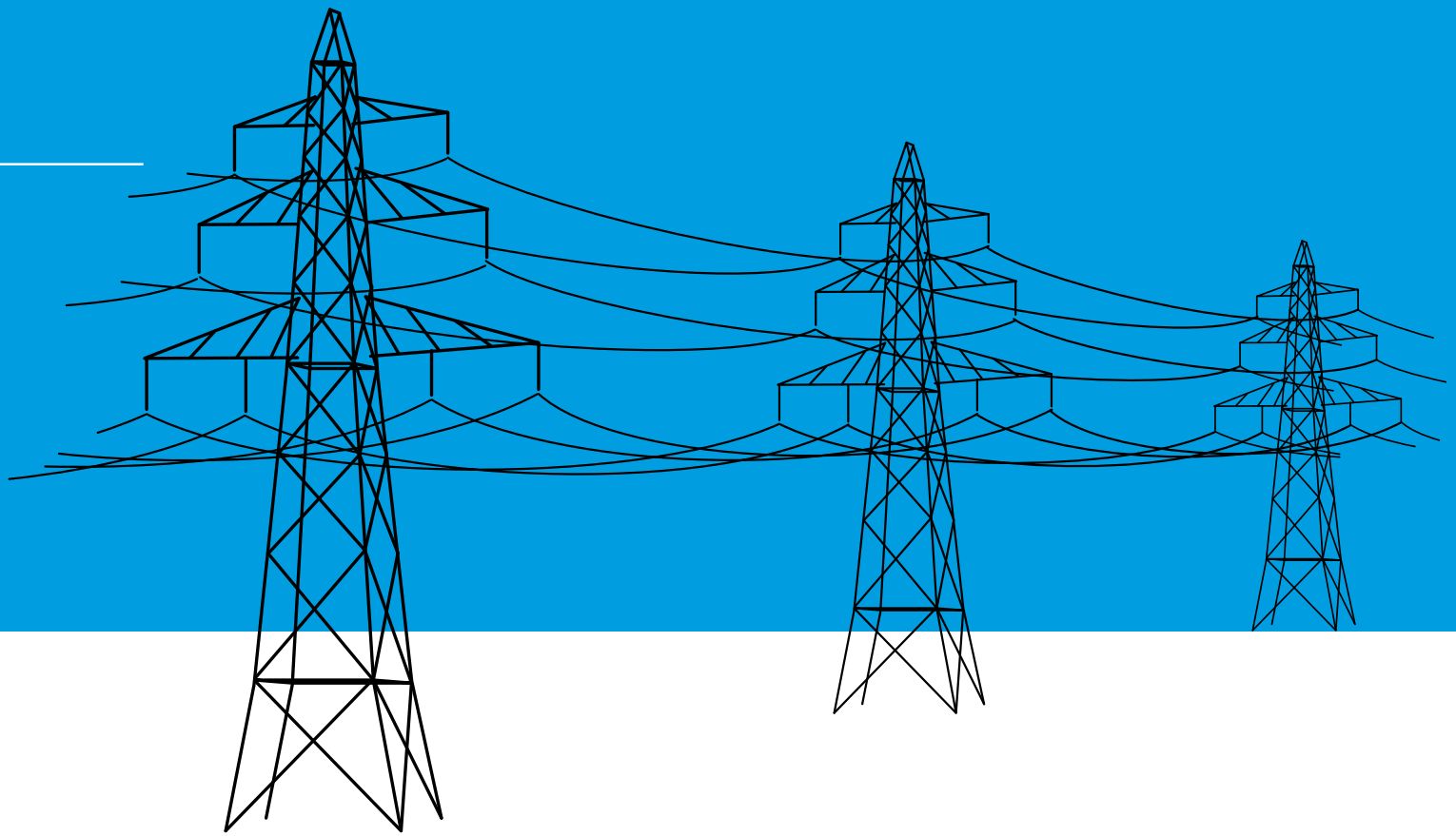
värms tråden upp så kraftigt att den blir glödande och avger energi både som värme och ljus.

## Elmotorn

Elmotorer kan omvandla el till arbete och fungerar tack vare kraften i magneter. När strömmen släpps på leds den runt en trådslinga, en spole, placerad mellan polerna i en magnet. Strömmen når slingan via borstarna, kontakter som ligger an mot kommutatorn, en metallhylsa kluven i halv och monterad på motoraxeln. Strömmen skapar ett magnetfält i slingan och motorn har då två magneter: slingan som kan snurra, kallad rotorn, och den som sitter fast, statorn. Som magneter gör drar sig rotorns nordpol mot statorns sydpol och vrider då motoraxel och kommutator. När borstarna passerar kommutatorns skarv byts strömriktningen i slingan så dess nordpol och sydpol byter plats, och vridningen och polbytena fortsätter. Motoraxeln snurrar och kan arbeta.

## Lägesenergi blir el

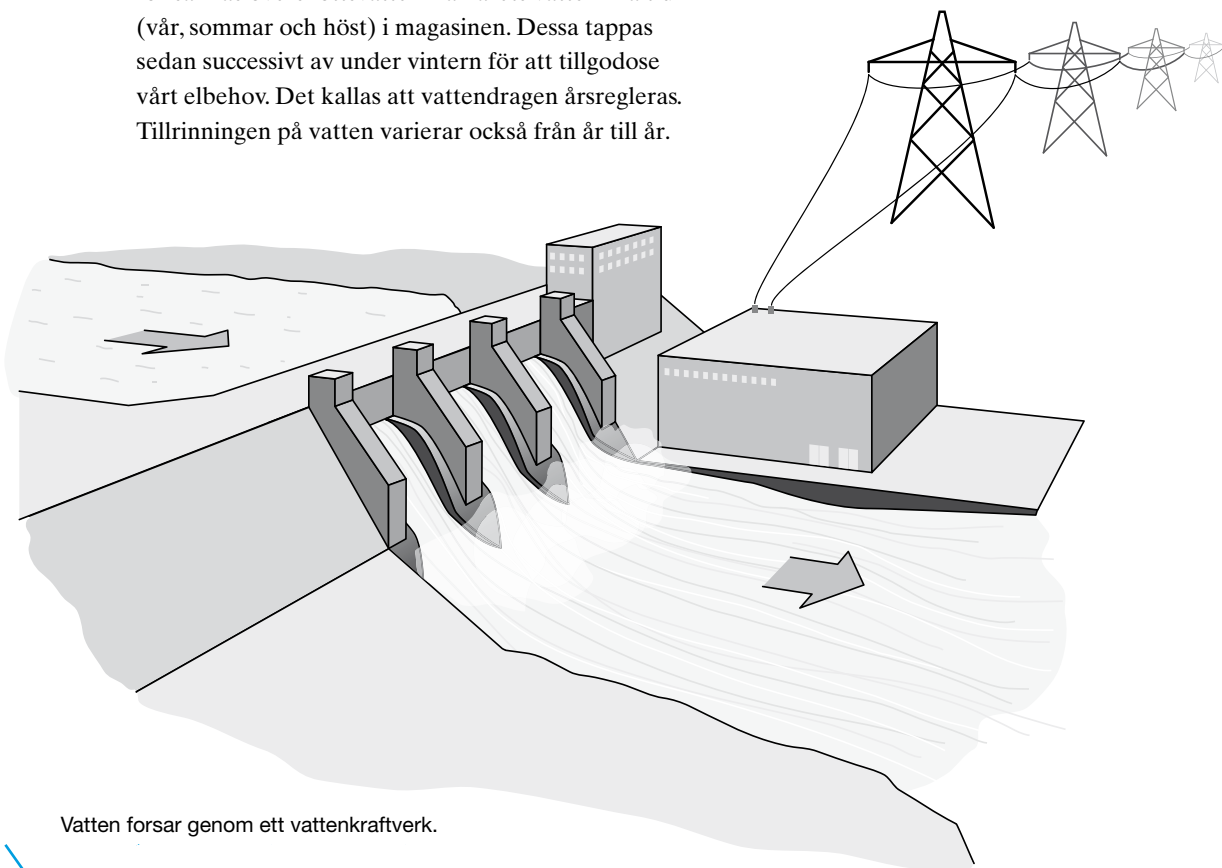
I vattenkraftverket strömmar vatten från en högre till en lägre nivå, passerar en turbin och trycker på turbinbladen som tvingas rotera. Turbinen driver en generator där elen alstras. Spänningen från generatoren ökas med hjälp av transformatorer för vidare distribution ut i elnätet.



### El produceras i samma stund som den används

El kan inte lagras i större mängder. Den måste produceras i samma ögonblick som den används. Däremot är det lätt att lagra vatten som används i elproduktionen. Under vintern, då tillrinningen på vatten är minst, är efterfrågan på el som störst. Därför samlas överskottsvatten från årets vattenrika tid (vår, sommar och höst) i magasinerna. Dessa tappas sedan successivt av under vintern för att tillgodose vårt elbehov. Det kallas att vattendragen årsregleras. Tillrinningen på vatten varierar också från år till år.

Skillnaden är stor mellan så kallat våtår, normalår och torrår. I de största magasinerna är det möjligt att flerårsreglera vattnet, det vill säga spara det från ett år till ett annat. Efterfrågan på el skiftar även mellan veckans dagar och dygnets timmar. Det betyder att vattenmagasinen också måste korttidsregleras.



Vatten forsar genom ett vattenkraftverk.



## Vattenkraften och miljön

Vattenkraft är en ren energikälla som ger stora mängder energi utan utsläpp. Det är också lätt att anpassa vattenkraftsproduktionen till variationer i efterfrågan på el. Däremot orsakar utbyggnaden av magasin, dammar och kraftverk förändringar av landskapet som är svåra att reparera. En utbyggnad av ett stort vattenkraftverk kan vara omfattande och ta lång tid. Stora vattenmängder ska dämmas upp i ett vattenmagasin. Idag kan vattenkraften byggas mer miljöanpassad. Med hjälp av landskapsvård kan man snabba upp naturens läkningsprocess och även skapa miljöförbättringar för naturen och fisket.

## El från fossila källor

Stor del av vår el produceras med hjälp av fossila bränslen, eller uran. Estland använder mycket av det inhemska fossila bränslet oljeskiffer för att producera el. El från förnybara källor är vanligast i Finland, Lettland och Sverige. Det är främst kol, naturgas och olja som ger el i de övriga länderna.

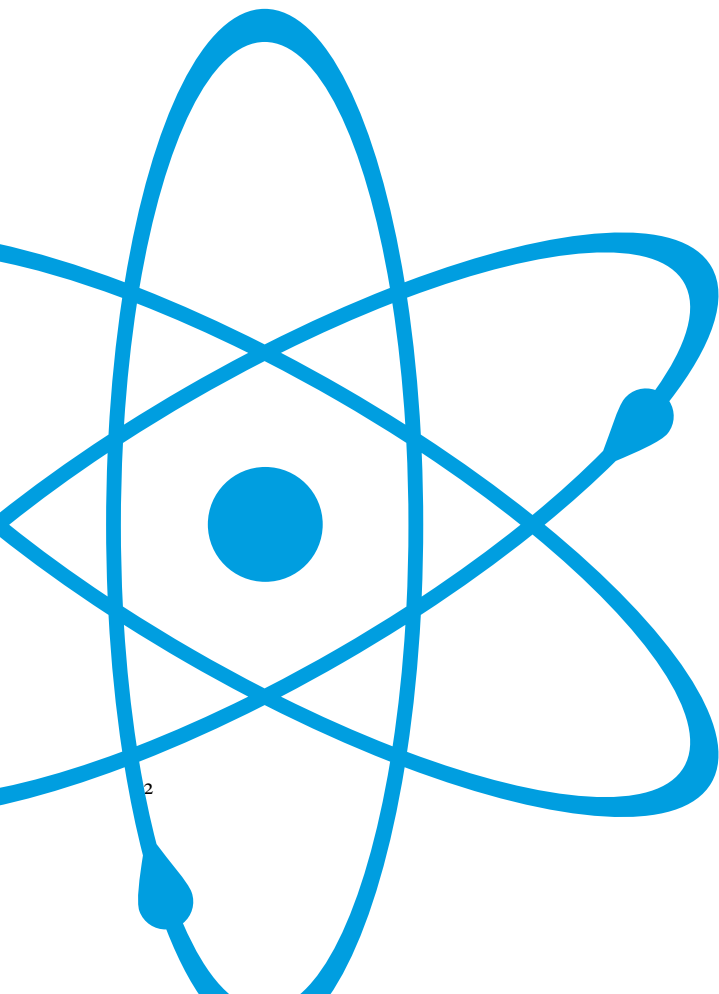
## Uran är kärnkraftverkets bränsle

I kärnkraftverk används uran som bränsle. Det är en svagt radioaktiv metall. Uranmalm finns i alla världsdelar och bryts i gruvor. Malmen har för låg halt av uran-235, klyvbart uran som används i reaktorn, och måste därför bearbetas så att halten ökas. Uranet formas till små cylindriska så kallade kutsar. Dessa packas i långa rör som fungerar som bränsleelement i kärnkraftreaktorn under drygt fem år. När bränslet är på plats i reaktorn aktiveras det så att uranatomkärnorna börjar klyvas i en process som kallas fission. Då frigörs värme. Värmeenergin får vattnet att koka och bilda ånga som driver turbinen, som i sin tur driver den el-producerande generatoren. För att processen ska fungera krävs att ångan därefter kyls ned till vatten igen.

## Kärnkraftens säkerhetsnivå

Kärnkraftens viktigaste säkerhetsfråga är risken för att radioaktiva ämnen ska spridas. De tekniska säkerhetssystemen i de anläggningar som byggts runt om i världen har olika grad av säkerhet. Radioaktiva ämnen avger strålning som i höga doser är skadliga för levande organismer. Därför är det viktigt med säkerhetssystem och det ska finnas flera olika system och anordningar som reagerar för att förhindra att allvarliga olyckor inträffar. Reaktorerna ska vara konstruerade för att klara den värsta olycka man kunnat tänka sig. År 1986 inträffade ett stort haveri i kärnkraftverket i Tjernobyl i Ukraina. Kärnkraftsreaktorer av samma typ som de i Tjernobyl, vilka saknar en trycktät inneslutning för att hålla radioaktiviteten instängd, är fortfarande i drift i världen, bland annat i Sosnovyj Bor i Ryssland och i Ignalina i Litauen. De producerar el till Leningrads län, Finland, Estland, Lettland, Vitryssland och Kaliningrad. Dock pågår idag ett omfattande internationellt erfarenhetsutbyte på kärnsäkerhetsområdet, inte minst i länderna kring Östersjön.

Det radioaktiva avfallet måste förvaras säkert. Det radioaktiva avfallet måste tas om hand på rätt sätt så att det inte orsakar skador. Eftersom använt kärnbränsle har en förhöjd aktivitet under väldigt lång tid, storleksordningen 100 000 år, måste slutförvaringen klara alla tänkbara påfrestningar.





## Sammankopplade elnät

Elnäten i länderna kring Östersjön är sammankopplade. Till exempel kan Ryssland exportera el till Finland och Polen exportera till Tyskland. Genom att ländernas produktionssystem har olika sammansättning medför samarbetet större leveranssäkerhet och lägre kostnader för alla. Den el som överförs mellan länderna bestäms dagligen till pris, mängd och riktning (import och export) av respektive lands aktuella tillgång till el. Det finns också kontrakt på fasta elleveranser länderna emellan. Systemet är utfört så att man kan överföra energi i båda riktningarna. I Tyskland produceras en stor del av elen i kraftverk som eldas med kol, gas eller olja. Sådan el är dyrare än el som kommer från vatten- eller kärnkraftverk. När till exempel Sverige har god tillgång på el kan den exporteras till Tyskland, vilket innebär såväl ekonomisk som miljömässig vinst för båda länderna. Vid brist på el i Sverige kan el istället importeras från Tyskland. Under de senaste åren har förbindelserna mellan länderna förstärkts och under år 2000 blev en kabel mellan Polen och Sverige klar. Flera åtgärder har också genomförts för att öka kapaciteten i de sammankopplade elnäten.

## Eldistribution

I de stora kraftledningarna, stamnätet, har elen hög spänning. Hur hög spänningen är varierar både från land till land och beroende på hur långa sträckor elen ska färdas. Spänningen ligger på mellan 750 och 110 kV i nätet. Det gör att strömstyrkan kan vara förhållandevis låg så att ledningarna inte hettas upp, trots mängden energi som transporteras. På så sätt blir energiförlusterna små i nätet. I mottagnings- eller stamstationen transformeras spänningen ned till en lämplig nivå innan strömmen fördelas inom ett område. Fördelningen av strömmen inom ett bostadsområde sker via nätstationer. Innan strömmen når huset har den transformerats ner ytterligare, ofta till 230/380V eller 230/400V.

## Strömmen fördelas i huset

Strömmen kommer in till huset och fördelas till olika förbrukningsställen till exempel till vägguttag, taklampor, värmeaggregat, tvättmaskin och spis. Ledningarna är ofta dragna i plaströr som är dolda i väggar och tak eller under golvet. För att skydda strömkretsen vid överbelastning använder man säkringar, eller proppar som man säger i vanligt tal.

## Säkringen skyddar

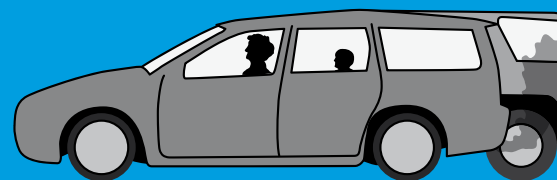
Säkringen är en del i strömkretsen mellan gruppcentralen och ett förbrukningsställe. Överbelastas strömkretsen (man kopplar till exempel in för många apparater samtidigt) smälter den metalltråd som finns i säkningen och strömmen bryts. Säkringen ska vara den svagaste delen i strömkretsen och skyddar ledningen så att det inte börjar brinna i den.

## Effektiv elanvändning

El har många användningsområden. Elanvändningen skiljer sig från land till land, i Sverige och Finland förbrukar man ungefär 6 gånger mer el per person än i Lettland och Litauen. Det är därför viktigt att vi blir medvetna om på vilka områden vi kan bli bättre och effektivisera vår användning av el och energi.

Att ha tillgång till el i ett hem kan lätt bli en självklarhet. Men har du tänkt på hur stor nytta du har av den? Utan el skulle vi behöva många människors arbete för att göra det arbete som elen gör. Många maskiner på våra arbetsplatser är eldrivna – de fungerar inte med något annat energislag än el. I en fabrik är de elmotordrivna maskinerna ett exempel. På kontoret är datorn och kopian andra exempel.

# Transporternas energiförbrukning



Under hela 1900-talet skedde en intensiv utveckling inom energiområdet. En sektor som till största delen är beroende av fossila bränslen och som ständigt ökar sin energiförbrukning är transportsektorn. Behovet av bättre tekniska lösningar och beteendeförändringar växer därför ständigt.

Efterfrågan på resor och transporter visar en stigande trend som i förlängningen innebär problem. Miljön och klimatet hotas genom utsläpp av föroreningar och växthusgaser, vår hälsa hotas också genom sämre luftkvalitet och i våra städer får vi problem med trängsel och brist på mark- och grönytor. Dock finns mycket som både samhället i stort och du själv kan göra för att effektivisera förbrukningen av energi inom transportsektorn.

## **Kollektiva transporter och IT minskar energianvändningen**

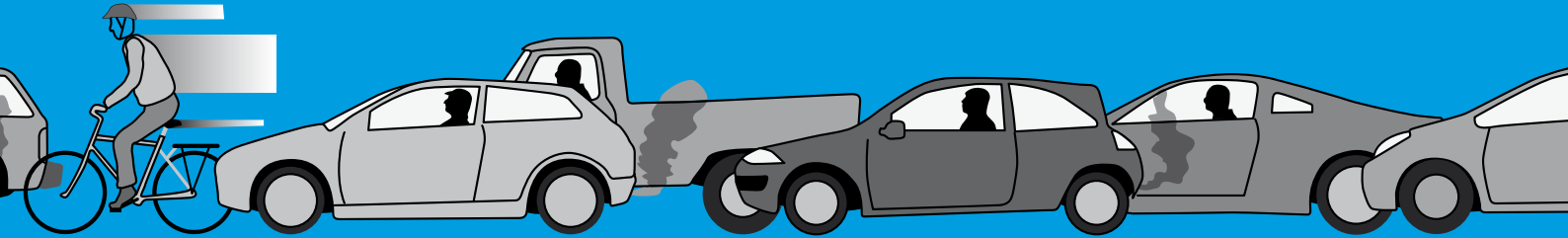
Förändringar i våra val vad gäller resor och transporter har en stor roll att spela när det gäller utvecklingen av transportsektorns energiförbrukning. Tekniska förbättringar kommer också att krävas men kommer inte klara att möta hela det växande transportbehovet samtidigt som tillgången på drivmedel ska säkras och vår miljö och hälsa värnas.

Transporter av människor och gods på väg, med bilar och lastbilar, har många fördelar – kanske framförallt flexibilitet. Sett ur energisynpunkt är dock gemensamma och samordnade resor betydligt mycket mer energieffektiva och dessutom skonsammare för miljön. Tittar man på utvecklingen i Östersjöländerna, ökar transporterna på vägar av både männis-

kor och gods. Användningen av mer energieffektiva transportslag som tåg och båt minskar. Samtidigt är trenden för trafiken ständigt ökande. Det är därför viktigt att se till att resor i hög grad sker med kollektiva färdmedel som buss och tåg och att transport av varor och gods i större utsträckning sker med tåg och båt. Att inte behöva resa alls är naturligtvis ännu bättre. På den fronten har informationsteknologins utveckling medfört nya förutsättningar för att minska resandet och samtidigt öka möjligheterna att arbeta på distans.

## **Fordonsparken behöver förnyas och förändras**

För närvarande drivs fordon nästan uteslutande med förbränningsmotorer, vars bränsle är oljeprodukter som bensin och diesel. I Europa går ungefär en fjärdedel av personbilarna på diesel, och övriga på bensin. Andelen fordon som går på diesel ökar ständigt. Några länder har mindre bilparker som går på förnybart drivmedel, men ändå är det generellt en liten andel. Färre än 2 % av bilarna i länderna runt Östersjön går på ett förnybart bränsle såsom till exempel etanol eller biogas.



### Effektivare motorer och större bilar

Medelåldern för personbilar i Europa är cirka 8 år. Nya fordon med ny teknik har ofta betydligt lägre utsläpp av föroreningar såsom svaveldioxid och kolväten. Bland annat har den katalytiska avgasreningen för bensindrivna bilar minskat utsläppen av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) väsentligt. Även koldioxidutsläppen har kunnat minskas genom att effektivare teknik minskar drivmedelsförbrukningen. Tyvärr har utsläppsminskningar ofta ätit upp av att vi köper större bilar som ändå förbrukar lika stor, eller större, mängd drivmedel. Dessutom innebär fler bilar och längre körsträckor att utsläppen från trafiken hela tiden ökar, vilket särskilt tydligt kommer att märkas i de länder som med tiden får förbättrade levnadsförutsättningar som till exempel Central- och Östeuropa och Ryssland.

För att minska samtliga utsläpp från våra fordon krävs därför inte bara nya fordon utan också fordon som är betydligt effektivare, vilket i praktiken innebär mindre, och som går på alternativa drivmedel. Därtill behöver vi förändra vår användning av fordonen så att den blir mer effektiv. Detta kan göras till exempel genom att fler åker kollektivt oftare, samåker till jobbet och i större utsträckning går och cyklar korta sträckor.

### Fordonstyper

På det här uppslaget beskrivs några typer av fordon som kan få stor betydelse för att minska koldioxidutsläppen från vägtrafiksektorn.

#### Elbilar (batteribilar)

Elbilen är försedd med en elmotor och ett stort batteripaket, i vilket strömmen lagras, som laddas i ett eluttag. Tekniken med eldrivna fordon är lika gammal som förbränningsmotorförsedda bilar. I och med att vi skaffat oss fler och fler bilar har bensin-

och dieselmotorer utvecklats stadigt medan elbilar aldrig slagit igenom helt.

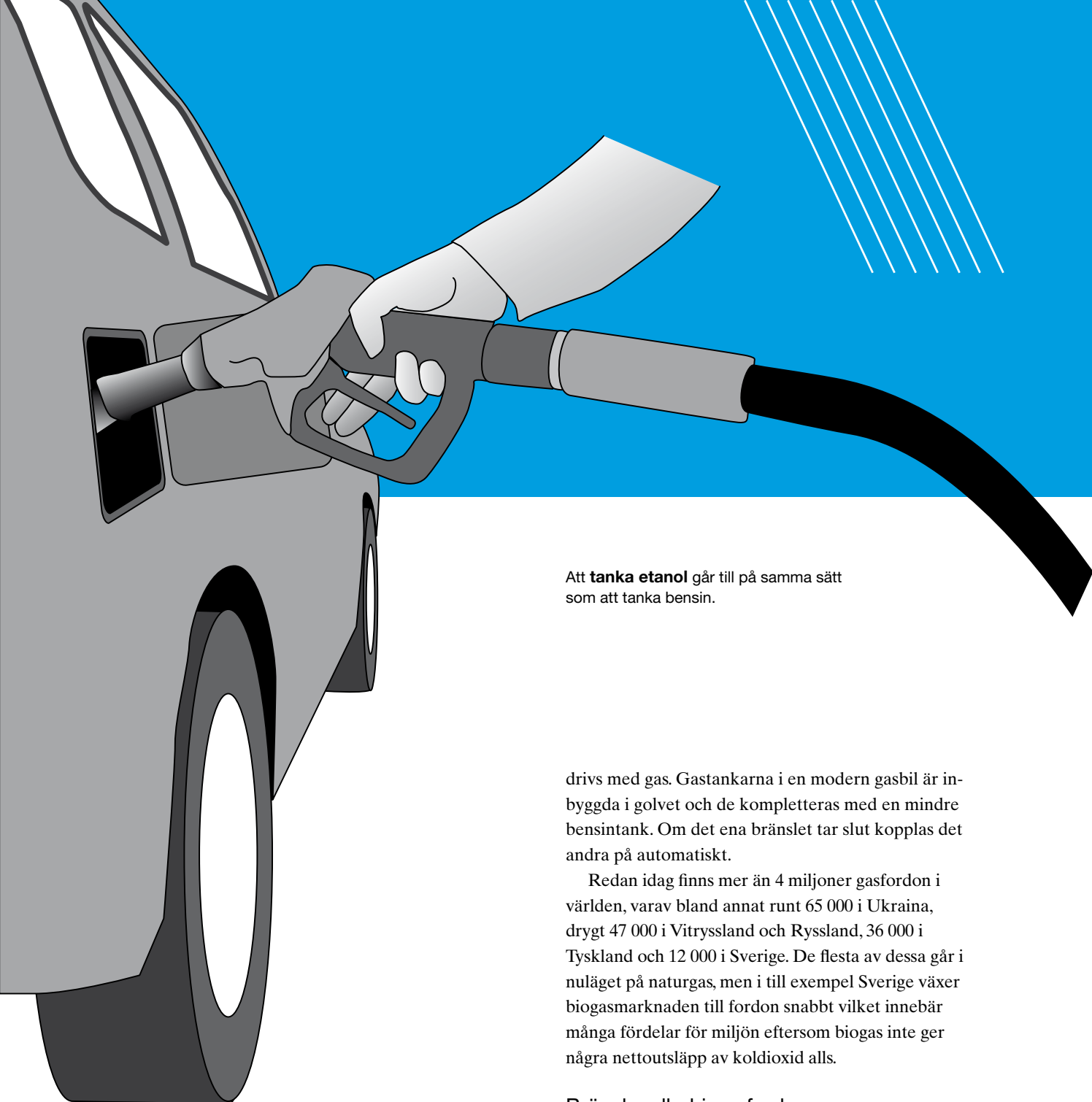
Miljöprestanda hos en elbil är bättre än motsvarande modell med förbränningsmotor, även om man tar med elproduktionen i jämförelsen. Tillverkning av el sker i stor skala och ger lägre förluster än energiomvandlingen i en bilmotor. Utsläppen av växthusgaser och hälsofarliga ämnen är mycket lägre från den el som produceras än från diesel- och bensinbilar. En annan fördel är att utsläppen inte sker i tätortsmiljön. Dagens utbud av nytillverkade elbilar är begränsat. I många av Europas länder säljs inga alls för närvarande.

#### Hybridbilen

Hybridbilen har minst två omkopplingsbara motorer – en förbränningsmotor och en batteridrivna elmotor. Batterierna laddas av förbränningsmotorns generator och av energi som frigörs när bilen bromsar. Fördelen med hybridbilen är den låga bränsleförbrukningen. Det finns små bilmodeller som drar knappt 0,4 liter bensin/mil på motorväg. Hybridbilar finns idag på marknaden och förutspås en god framtid. Plug-in hybridbilen är en hybridbil med bensinmotor och elmotor, med större batterikapacitet än en vanlig hybridbil. Den kan därför köra längre på el och kan dessutom laddas via en kontakt när den står parkerad.

#### Etanolfordon

Etanolen är blandad med en mindre andel bensin, vilket underlättar start i kyla och förbättrar smörj- och startegenskaperna. För att bilen ska kunna köras på olika blandningar av bensin och etanol har den försetts med datorstyrd teknik som känner av bränsleblandningen. Nettotillskottet av växthusgasen koldioxid från bilar som körs på etanol är cirka 60–80 % lägre än om bilen körs på bensin.



Att **tanka etanol** går till på samma sätt som att tanka bensen.

drivs med gas. Gastankarna i en modern gasbil är inbyggda i golvet och de kompletteras med en mindre bensintank. Om det ena bränslet tar slut kopplas det andra på automatiskt.

Redan idag finns mer än 4 miljoner gasfordon i världen, varav bland annat runt 65 000 i Ukraina, drygt 47 000 i Vitryssland och Ryssland, 36 000 i Tyskland och 12 000 i Sverige. De flesta av dessa går i nuläget på naturgas, men i till exempel Sverige växer biogasmarknaden till fordon snabbt vilket innebär många fördelar för miljön eftersom biogas inte ger några nettoutsläpp av koldioxid alls.

### Bränslecellsdrivna fordon

Bränsleceller är en sorts batteri som omvandlar kemiskt bunden energi (bränsle) till elström. Enligt flera bedömare är det många år kvar till verklig kommersiell drift av bränslecellsfordon i till exempel Europas större städer. Välfungerande prototyper har tagits fram och fordon testas i trafik. EU har satsat pengar för att öka användandet av bränslecellsdrivna bussar. Från miljösynpunkt betraktas bränslecellsdrivna fordon som rena, eftersom de går på vätgas och syre och bara släpper ut vattenånga. Det kommer dock att dröja flera år innan tekniken utvecklats så att priset på fordonen blir konkurrenskraftigt.

Läs mer om bränsleceller och vätgas som energibärare i kapitlet "Det hållbara samhällets energiförsörjning".

Etanolfordon har länge funnits i stor skala i till exempel Brasilien. Sverige är ett av de länder i Europa som själv producerar etanol, och snabbt har ökat sin etanolflotta till att vid utgången av 2005 nå runt 23 000 etanolfordon på vägarna. I de övriga Östersjöländerna finns i dagsläget bara ett begränsat antal etanolfordon men tack vare likheterna mellan etanol och bensen och diesel när det gäller motorteknik och distribution finns det goda möjligheter att detta ändras.

### Gasfordon

Bilar kan drivas både med naturgas och med biogas. En gasbil har oftast två separata bränslesystem till samma motor, men det finns också bilar som bara

# Du kan påverka i din vardag!



Det absolut bästa för miljön är att spara energi genom effektivare energianvändning. Vi kan göra mycket för att effektivisera, både genom att bli mer medvetna, ändra vårt beteende och genom att använda effektivare teknik.

Har du tänkt på hur mycket du använder energi till under en vanlig dag? Vaknar du av en klockradio? Eller kanske av din mobiltelefon som hela natten har suttit på laddning i eluttaget? Du tänder lampan och stiger upp, öppnar fönstret och vädrar. Du kanske tar en dusch? Hur blir ditt varmvatten varmt? Handen på hjärtat, måste du duscha i en kvart? Varje dag? Efter duschen kanske du äter frukost. Hur är den tillagad? Använder du en kyl för att förvara maten i? Hur drivs kylan? Kan du använda en vattenkokare för att koka tevattnet i istället för att koka det på spisen i en kastrull utan lock? Rostar du bröd till frukosten kanske? Använder du en eldriven brödrost eller rostar du på gasspisen?

Efter maten – diskar du din temugg i det rinnande varmvattnet i kranen? Det är bättre att samla ihop lite mer disk och sen diska allt i en diskbalja, men allra bäst är det att ha en energisnål diskmaskin och samla så mycket disk så det blir en full maskin innan du diskar.

Då var frukosten över och du har redan gjort av med en massa energi. Sen är det dags för dig att ta dig till skolan. Cyklar du då? Skön motion samtidigt som du inte slösar med energi, eller har du kanske en egen moped som du kör? Vad går den då på för bränsle? El? Bensin?

Ja, och resen av dagen är bara att fylla i. Prova att göra ett tankeexperiment och ifrågasätt alla dina vardagliga energibeteenden. Varför väljer du så eller

varför gör du så? Måste TVn vara på även om du inte tittar på den utan sitter vid datorn och spelar? Vad kom du fram till? Skulle det bli jobbigt att ändra på några av vanorna för att spara energi?

## Återvinning och återanvändning minskar industrins energibehov

Alla de produkter vi använder dagligen kräver energi vid tillverkningen. Vilka produkter du använder, på vilket sätt du använder dem och framförallt vad du gör med dem när du inte längre vill använda dem spelar stor roll för energiatgången.

Papperstillverkning kräver stora mängder el och bränsle. Merparten av bränslet är restprodukter som återvinns ur den egna processen; till exempel bark och vedavfall, gaser och lut. En stor del av elbehovet täcks genom produktion i egna kraftverk där el genereras. Genom att sortera använt papper, som till exempel tidningar, i pappersåtervinningen minskas behovet av att fälla nya träd och energianvändningen minskar. Återvinning av ett ton tidningspapper förhindrar 2,5 ton koldioxidutsläpp i atmosfären och sparar 17 träd, nästan 3 m<sup>3</sup> avfallsförvaringsplats och tillräckligt med energi för att värma upp ett hus i sex månader.

Framställning av järn och stål kräver också mycket energi. Mest används kol, som ingår i masugnprocessen, men också mycket el. Med järnskrot som råvara vid stålproduktionen minskar den totala

energiåtgången kraftigt och det är därför viktigt att lämna gamla produkter som ska kasseras till en återvinningsstation.

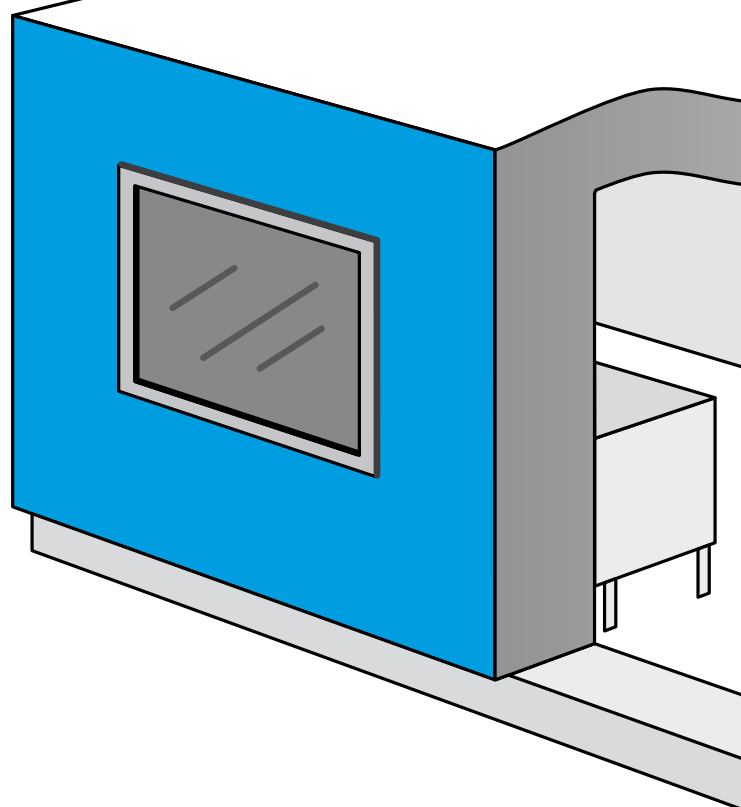
Den kemiska industrin är energikrävande eftersom kemiska processer ofta sker vid hög temperatur och högt tryck. Genom att försöka använda så lite kemikalier som möjligt hemma, och använda miljömärkta produkter så långt som möjligt, kan energiförbrukningen minskas.

Aluminiumtillverkning är elkrävande, eftersom aluminium framställs genom elektrolys. På liknande sätt är det med koppar, som raffinerar och renas med elektrolys. Återvinning av koppar och aluminium, till exempel aluminiumburkar, minskar därför energiåtgången betydligt. Återvinning av aluminium kan spara 95 % av energin som behövs för att producera konservburkar i första hand och förhindrar att ton-tals koldioxid släpps ut i atmosfären.

Grunden för att återvinna och återanvända material är att sortera sitt avfall i olika fraktioner. I bland annat Danmark, Finland, Tyskland och Sverige har man väl fungerande återanvändnings- och återvinningsystem för till exempel glas och papper. Detta har resulterat i att nästan 80 % av alla tyska förpackningar som konsumeras återvinns. I Sverige är motsvarande siffra runt 60 %, i Danmark runt 50 % och i Finland runt 40 %.

### **Isolering minskar energibehovet i byggnader**

Ditt boende kräver mycket energi, hur mycket beror både på dina krav på komfort, byggnadens tekniska utrustning, geografiska läge och på klimatet ute. En byggnads värmeisolering är naturligtvis betydelsefull från energihushållningssynpunkt. Stora energimängder kan försvinna genom dåligt isolerade väggar, tak och bjälklag, antingen genom att man snålat med isoleringsmaterial eller genom att arbetet blivit slarvigt utfört. Låg utetemperatur och vindar ökar behovet av isolering och värme. Även inomhustemperaturen är betydelsefull för värmeförbrukningen. Isoleringen fungerar också omvänt genom att behålla svalkan inomhus, trots sommarvärme, och minskar behovet av luftkonditionering och avkylning. För att göra ett hus mer energieffektivt kan man tilläggsisolera vinden och byta ut fönstren mot mer energieffektiva.

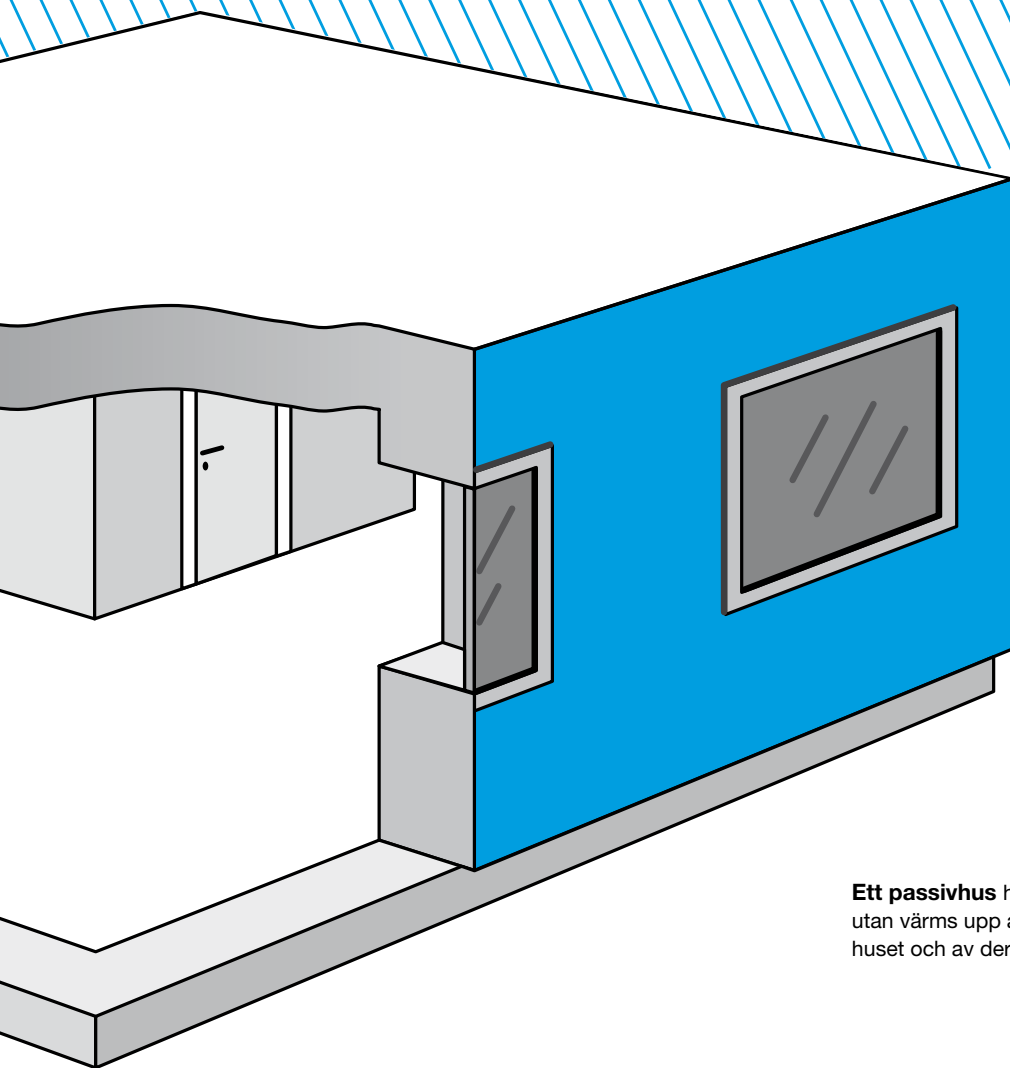


### **Uppvärmning**

I länder med kallare klimat går mycket energi åt för att hålla husen varma. Modern reglerutrustning kan hålla önskad temperatur automatiskt. Varje grad man sänker inomhustemperaturen sparar cirka 5 % av uppvärmningskostnaden. Den som åker bort en längre tid kan med fördel sänka temperaturen ned till 15°C. Vädra med eftertanke. Ha hellre tvärdrag en kort stund än fönstret på glänt i flera timmar. Möblera rätt. Ställ inte möbler framför radiatorerna så att värmen hindras från att cirkulera i rummet.

### **Extremt energieffektiva hus**

Genom att fokuserat arbeta med energieffektivitet i byggnader kan man, både vid nybyggnationer och vid renoveringar, åstadkomma energieffektiva hus utan att kostnaderna ökar. Ibland kallas dessa hus även för passivhus. Det betyder att husen värms upp passivt genom att de tar tillvara värme från personer, elektriska apparater och instrålad sol. Huset har alltså inget värmesystem. I Europa finns idag redan flera tusen passivhus. I Tyskland har man framgångsrikt byggt ett stort antal passivhus och har idag runt 7 000 extremt energieffektiva lägenheter.



**Ett passivhus** har inget värmesystem utan värms upp av de personer som bor i huset och av deras hushållsapparater.

## Varmvatten

Hur mycket varmvatten som går åt i ett hushåll beror till stor del på de boendes vanor. Har huset bra teknisk utrustning som hjälper till att spara varmvatten, till exempel termostater och snålspolande munstycken, hjälper det naturligtvis också till. Rätt typ av duschmunstycke kan både sänka energikostnaden och vattenförbrukningen. Vattenflödet kan variera mellan 10 och 46 liter per minut, beroende på om duschmunstycket är nytt eller gammalt. Det är enkelt att testa. Om en tiolitershink fylls på mindre tid än 1 minut, med normalstark duschstråle, kan du fundera på att byta ut det mot ett snålspolande. Den som sköljer disk i balja eller diskho sparar cirka 60m<sup>3</sup> varmvatten per år jämfört med att skölja under öppen kran. En droppande kran förbrukar omkring 10 m<sup>3</sup> vatten per år, till ingen nytta.

## Hushållsel

Elförbrukningen i hushållet påverkas av antalet apparater, hur energieffektiva de är och sättet man använder dem på. Mest el går åt till kyl och frys, tvätt och tork, matlagning och belysning. På senare tid har antalet apparater i hemmen ökat, vi har fler TV-apparater, fler datorer och de står på under

längre tid än tidigare. Stand-by-funktioner – på till exempel TVn, DVDn, datorn och stereon – har låga effekter, men pågår långvarigt. Att spara el och därmed spara miljön handlar mycket om vanor. Några tips: Fyll maskinerna. Att tvätta och torka enstaka plagg är dyrt. Välj rätt kokplatta och kastrull. Kastrullen ska täcka kokplattan så att värmen går upp i kastrullen istället för ut i luften. Visserligen kan spillvärme från hemmets apparater vara till nytta under kalla årstider, men det är billigare och bättre om uppvärmningen är jämn och planerad. En glödlampa omvandlar ungefär 95 % av elenergin till värme, bara 5 % till ljus. Byt till en lågenergilampa när glödlampan går sönder. Släck efter dig. Ta för vana att dra ur sladden. En laddare/adapter drar ström när den sitter i vägguttaget, även om den inte används. Stäng också av TV-apparaten, DVDn och stereon med huvudströmbrytaren.



# Ordlista

## A

**Akkumulator** – Ett energilagrar bestående av vatten där värme kan lagras. Kopplas vanligen till en vedpanna eller en solfångare för att effektivt ta tillvara värmen.

## B

**Briketter** – Tillverkas av flis, sågspån, kutterspån, bark, torv eller liknande material. Används vanligen i värme- och fjärrvärmecentraler.

**Brunkol** – Brännbar bergart innehållande ca 70–75 viktprocent av grundämnet kol. Brunkol kan liknas vid kompakterad torv och är ett tidigt stadium i omvandlingen till stenkol.

**Bränslecell** – Cell för direkt omvandling av kemisk energi (energi som avges eller upptas när bindningar mellan atomer ändras) till elektrisk energi.

## C

**CFC Klorfluorkarboner** – Kylmedium i bl a värme-pumpar, benämns ofta freon, vilket är ett varumärke. Bryter ner ozonskiktet och medverkar även till växthuseffekten.

**CO<sub>2</sub>, koldioxid** – En molekyl som består av en kolatom och två syreatomer. Koldioxid är en växthusgas.

## D

**Deponigas** – Bildas på soptippar när avfallet bryts ner, även kallad biogas.

**Drivmedel** – Gasformig, flytande eller fast mängd vara för start, drift eller värmning av maskin, motor eller dyligt.

## E

**Effekt** – Förmåga att avge eller förbruka energi under en viss tid. Effekt mäts i watt (W).

**Eldningsolja** – Olja som används som bränsle för energiomvandling.

**Elektrolys** – Ström tillförs utifrån för att framkalla en kemisk reaktion.

**Emissioner** – Utsläpp till omgivningen, det vill säga till luften, vattnet eller marken, kan vara tex koldioxid.

**Energi** – Rörelse eller förmåga till rörelse. Energi = effekt x tid dvs. ett mångdbegrepp. Energi mäts i wattimmar till exempel en 40 W lampa tänd i 5 timmar = 200 Wh.

**Energianvändning** – Nyttiggörande av elektrisk energi, värme eller annan energiform.

**Energibärare** – Ämne eller material lämpat att transportera

energi, till exempel vatten, luft, eller elektriska kablar, battericeller samt bränslen som kol, råolja och ved.

**Energigas** – Gasformiga bränslen avsedda för energiomvandling, som till exempel lokalvärme, elektricitet och fordonsbränsle.

**Energiomvandling** – Process vid vilken tillförd energi omvandlas till energi av annat slag.

**Energitillförsel** – Den bruttoenergi som tillförs ett land, en process eller ett system.

**Etanol** – Sprit som kan framställas ur biobränslen. Etanol kan användas som fordonsbränsle. Är ofta uppblandat med 15 % bensin och kallas då E85.

## F

**Fjärrkyla** – Principen för fjärrkyla är densamma som för fjärrvärme. Kallt vatten produceras i en större anläggning och distribueras sedan i rör till kunderna.

**Fjärrvärme** – System för central produktion av värme som leds ut till anslutna fastigheter i rörledningar med varmt vatten.

**Flis** – Biobränsle, ofta från skogsavfall. Används i värme-pannor för värmeproduktion för småhus och fjärrvärmesystem.

**Fossilt bränsle** – Bränsle bildat av nedbrutet biologiskt material under äldre geologiska perioder, till exempel kol och olja.

**Freoner** – Benämning på en grupp ämnen som används som lösningsmedel, isoleringsmaterial och kylmedium i kyl och frysanläggningar.

**Förbränningsprocess** – Vanlig förbränning är en oxidation, där bränsle förenar sig med syre med sådan hastighet att stark värme utvecklas. Den brännbara substansen består främst av kol och väte, i vissa bränslen även mindre mängder svavel. Under förbränningsprocessen bildas olika restprodukter som rökgaser och aska. Genom att förbränna bränsle, till exempel trä, olja, kol osv, frigörs den energi som är bundet i materialet och kan sedan utnyttjas till till exempel elproduktion, rörelseenergi (bilar) eller uppvärmning.

**Förnybar energikälla** – Energi som "förnyas", det vill säga cirkulerar och omvandlas i vårt ekologiska system, exempelvis vattenkraft, solenergi, vindenergi, biobränsle, vågenergi med mera.

**Försurning** – Nedfall av kväveoxid och svaveldioxid som ombildats till syra och försurar sjöar, skogar och mark.



## G

**Gasturbin** – Snabbstartande värmekraftaggregat.

Utmärkande är relativt låga anläggningskostnader och höga driftkostnader. Verkningsgrad ca 25 %.

**Generator** – Kraftkälla. En maskin som alstrar elektrisk eller kemisk energi.

**Geotermisk energi** – Värme från jordens inre, exempelvis vulkanisk värme.

## J

**Jorderosion** – innebär att jord sköljs bort. Kan uppstå i områden där stark vind och kraftiga skyfall sköljer bort jorden. När växtlighet som naturligt skyddar marken plockas bort ökar risken för att jorderosion. Reducerad jordbearbetning, till exempel plöjningsfri odling, förebygger jorderosion.

## K

**Katalytisk avgasrenare** – används i förbränningsmotorer för att rena avgaserna. I katalysatorn finns tunna skikt av metallerna platina och rodium som startar kemiska reaktioner i avgaserna. I bensinmotorer används så kallade trevägskatalysatorer som reducerar halterna av kolväten (koloxid och kolväte omvandlas till koldioxid och vatten) och kväveoxider (kväveoxider spaltas upp i kväve och syrgas).

**Kemisk energi** – Energi som avges eller upptas när bindningar mellan atomer ändras.

**Krackning** – Sönderdelning av tunga kolväten i petroleum i lättare kolväten.

**Kraftvärmeverk** – Kraftverk som producerar både el och värme till angränsande fjärrvärmenät eller industriella processer.

**Kärnkraft** – Energi som frigörs vid den kärnreaktion då atomkärnor splittras efter att ha träffats av en neutron.

**Köldmedium** – Olika typer av vätskor som används för att producera kyla i kylanläggningar eller värme i värmepumpar.

## L

**Lågenergilightpor** – Lågenergilightpor ger mycket ljus med hjälp av lite energi. De kan spara upp till 80 % el och lysa tio gånger längre än glödlampor.

**Lågspänning** – Upp till 1000 V, låg elektrisk spänning av den storlek som lämpar sig för hushållsbruk.

**Lägesenergi** – Även kallad potentiell energi. Den form av energi en kropp har beroende på sitt läge. Exempel: vatten i en högt beläget damm.

## N

**Naturgas** – Brännbar, icke vulkanisk gas som förekommer i porösa bergarter, ofta tillsammans med delvis löst petroleum.

## O

**OECD** – Organisation for Economic Co-operation and Development. 30 medlemsländer, däribland Finland, Tyskland, Polen och Sverige.

## P

**Pellets** – Stavformade, komprimerade bränslestycken som tillverkas av sågspån eller kutterspån. Används som bränsle både i stora pannor för fjärrvärmeproduktion och i mindre pannor i småhus.

## R

**Raffinera** – Rena en råvara genom att helt eller delvis ta bort föroreningar eller skadliga beståndsdelar.

**Råolja** – Utvunnet petroleum som inte undergått annan behandling än eventuellt avskiljande av lösta gaser och främmande ämnen och som är under transport eller lagring eller utnyttjas som råvara.

**Röttgas** – Brännbar gas bildad vid rötning.

**Rötning** – Styr biologisk nedbrytning, varvid organiskt material omvandlas utan luftomsättning i vattenfyllda porer under bildning av illaluktande ämnen som vissa kolväten, ammoniak och vätesulfid.

## S

**Solceller** – Används för att producera el med hjälp av solen. Olika tekniker finns, bland annat tunnfilmsolceller och kristallina solceller.

**Solfångare** – Används för att producera värme från solen. Plan eller vakuumrörsolfångare är de två vanligaste typerna för uppvärmning och varmvattenproduktion till småhus.

**Spillvärme** – Värme som avges från industriprocesser. Det är ett samlingsnamn på värmeenergi som normalt inte utnyttjats, som har "spills" bort. Denna värme kan tas tillvara i fjärrvärmenätet.

# Ordlista (forts.)

**Stenkol** – Brännbar bergart innehållande ca 85 viktprocent av grundämnet kol. Stenkol är ett mellanstadium i omvandlingen från brunkol till antracit (bergart med en kolhalt på över 91 %).

## T

**Torv** – Organisk jordart som bildas i fuktig och syrefattig miljö genom nedbrytning av döda växt- och djurdelar under inverkan av mikroorganismer och kemiska föreningar.

**Transformator** – Anordning för att förändra växelströmmens spänning till en nivå som är lämplig för överföring eller konsumtion.

**Turbin** – Maskin med propeller eller skovelliknande hjul som drivs av en gas eller vätska och producerar mekanisk energi.

## U

**Uran** – Naturligt förekommande, radioaktiv metall som i anrikad form utgör det viktigaste bränslet i en kärnreaktion.

## V

**Vattenkraft** – Anläggning där elektrisk energi alstras via turbiner som drivs med strömmande vatten.

**Verkningsgrad** – Verkningsgrad är ett uttryck som visar hur effektivt vi utnyttjar energin och hur effektiv en energiprocess är.

**Vindkraftverk** – Kraftverk som omvandlar vindenergi till elektrisk energi.

**Värmefaktor** – Kvoten mellan mängd avgiven värme och mängd tillförd driftenergi. Används till exempel som mått på värmepumpars effektivitet.

**Värmepump** – Maskin som via ett köldmedium transporterar värme från en källa, till exempel uteluft, till en värmebärare med högre temperatur än källan, till exempel varmluft.

**Värmeverk** – Anläggning för produktion av värmeenergi till ett fjärrvärmennät.

**Växthuseffekten** – Minskning av avkylning av atmosfären närmast jordytan, främst orsakad av förmågan hos bland annat koldioxid att absorbera värmestrålning.

**Växthusgas** – Fleratomiga gaser som finns i atmosfären bland annat koldioxid och metan.

## W

**Wattimme** - Skrivs som 1 Wh = 1 W under en timme.

Om en 40 W lampa lyser i 5 timmar så har den förbrukat 200 Wh eftersom  $40 \times 5 = 200$ .

## Ö

**Övergödning** – (eutrofiering) uppstår genom ökad tillförsel av näringsämnen, främst kväve och fosfor till sjöar och vattendrag. Övergödningen kan bidra till snabbare igenväxning, algblomning, syrefria vattenmiljöer, fiskdöd med mera. Näringsämnena kommer främst från jordbruk och avlopp. Trafik- och energisektorn kan generera övergödning av skogsmark genom kvävenedfall via luftburna föroreningar.





Energimyndigheten  
Box 310, 631 04 Eskilstuna • Besöksadress: Kungsgatan 43  
Telefon 016-544 20 00 • Telefax 016-544 20 99  
registrator@energimyndigheten.se • [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)