

Kristin Halvorsen

Hamar den

28.6.24

Atomkraft og Jordas termiske balanse

Energi brukar vi til å utføra arbeid, og når arbeidet er gjort, finn vi att energien som termisk energi, det vi til dagleg kallar «varme». Nokre gonger brukar vi energi til å laga kjemisk energi, lada batteri, eller pumpa vatn opp i høgdebasseng. Dette er potensiell energi som kan brukast seinare, og den blir til varme først når den blir brukt. Termisk energi som blir frigjort når arbeid blir utført, fører vanlegvis ikkje til store lokale temperaturhevingar, den diffunderer ut til omgivnadene, og fører til generell temperaturheving der. Bremsar vi ein bil ned ein lang unnabakke, vil vi når vi kjem ned, kjenna et bremseskivene er glovarme. Sidan temperaturforskjellen er så stor, kan vi bruka dei til kokeplate, og kanskje få kokt eit egg; nyttig arbeid. Slike store temperaturforskjellar blir brukt i dampmaskiner og forbrenningsmotorar, men da er det kjemisk energi i ved, kol eller olje som blir omdanna til nyttig arbeid. Den termiske energien som brer seg utover i omgivnadene, er heilt unyttig, bortsett for å halda oss med ein god gjennomsnittstemperatur på Jorda.

Når sola skin på Jorda, tek Jorda imot enorme energimengder. Denne solenergien blir omdanna til vindar, bårer, kjemisk energi i plantene, og til termisk energi direkte. Når vindane har stilna, havet er blikstilt, og alle plantene har døydd og rotna, er denne energien blitt til «varme». Plantene som ikkje rotnar, blir til lagra energi i myr og på botnen av hav og sjøar, og blir omsider til fossil energi. Den temperaturhevinga som solinnstrålinga fører til, gjer at Jorda får sin normale gjennomsnittstemperatur på ca 15 °C, og denne temperaturen fører til at Jorda stråler ut like mykje energi som det som kjem inn, minus det som vart lagra av plantene. Viss Jorda skal bli kvitt meir energi, må ho heva temperaturen sin, og da følgja Stefan-Boltzmanns lov.

Stefan-Boltzmanns lov

Denne lova vart utvikla av Stefan og Boltzmann på slutten av 1800-talet. Og den seier at utstrålinga på grunn av temperaturen til ein lekam er proporsjonal med den fjerde potensen til den absolutte temperaturen til lekamen. Det betyr at viss vi frigjer alternativ energi på 1% i tillegg til solinnstrålinga vil Jorda heva temperaturen med 0,7 grad. Alternativ energi i denne saman hengen er til dømes fossil energi, kjernekraft, uthenting av jordvarme, eller innhenting av energi frå ulike panel plassert ute i verdsrommet.

Varmelære er ikkje lenger noko sentralt tema i fysikken i grunntutdanninga, astronomi, partikkelfysikk og kvantefysikk har teke over den plassen. Eg har sett gjennom mine gamle fysikkbøker for gymnaset, og siste gong eg fann Stefan-Boltzmanns lov var i Isachsens «Fysikk for gymnaset, bind 2», syttande utgåve frå 1969. Det betyr at ingen i yrkesaktiv alder i dag har lært om denne lova i grunntutdanninga si. Eg møtte spørsmålet om jorda varmeballanse kunne avhengja av forbrenning av fossile brennstoff i eit hefte på biblioteket på Hamar katedralskole i slutten av 1970-talet. Det einaste eg hugsar om heftet, var at den var utgitt i

Stefan-Boltzmanns lov ser slik ut: $S = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4$, der sigma er Boltzmanns konstant, T er absolutt temperatur, og blir målt i Kelvin (K), og er lik antall Celsiusgrader pluss 273. Eininga er like stor som Celciusgraden. Epsilon er ein konstant mellom 0 og 1. For ein svart og matt lekam er epsilon 1, og for menneskekroppen er $\epsilon = 0,8$. S er energistraumen gjennom ei flate på 1 kvadratmeter pr. sekund.

samarbeid med LO og AOF, og at omslagssida var raud. Der sto det at viss forbrenning av fossile kjelder og atomkraft kom opp på 1% av solinnstrålinga, ville gjennomsnittstemperaturen på Jorda heva seg med 0,7 grad. Men dette var lenge til, og eg slo meg til ro med det.

Legg vi ved inn i ein svart vedomn som står i eit rom i termisk ballanse, og tenner på, vil omnen heva temperaturen sin akkurat så mykje at varmestrålinga frå den vil bli like stor som den frigjorte energien frå veden. Aukar vi omnens temperatur frå 23°C (300K) til 600K (323°C), vil den stråla ut 16 gonger så mykje som ved 300 K. Strålte den ut 300 W/m² ved 23 grader, stråler den ut 4,8kW pr kvadratmeter etter opptenninga.

Atomkraft

Eg kan ikkje sjå nokre seriøse innvendingar mot moderne kjernekraft i dag, så lenge den berre erstattar fossile brennstoff som vi likevel brukar. Spørsmålet er berre om det er nokon som vil ha eit kjernekraftverk i nabolaget sitt. Når ein tenkjer på den enorme motstanden mot vindmøller vi ser, blir nok det ein flau bris i samlikning med den stormen vi kan venta mot den snikande radioaktiviteten som utfaldar seg inne i eit kjernekraftverk, og som kanskje kan koma ut (krig?). Radioaktivitet er ikkje noko ein kan verna seg mot, og har vi ikkje Geiger-teljar, kan den ikkje lukkast, sjåast eller høyrast. Vindmøller kan vi sjå og kanskje høyra, og vi kan kontrollere at dei stoppar viss protestane blir kraftige nok. Eg hugsar debatten på 60-talet når Trondheim e-verk ville ha eit kjernekraftverk i Trollberga. E-verket ville ha det der for å kunne bruka den energien på 70% som elles går tapt som varme. Fjernvarme var tanken, og den fekk ein ikkje brukt viss ein la anlegget ute i fjorden ved Agdenes. Prosjektet rann ut i sanda. Eit problem som også vart lufta, var kvar ein skulle gjera av avfallet. Det har vi enda ikkje løyst i dag etter dei to små forskingsreaktorane vi her i landet har hatt etter krigen.

Avfallsproblematikken kan vi sikkert løysa på eit vis, men eg tvilar sterkt på at vi med atomkraft får eit energisystem som løyser energibehovet vårt for all framtid. Dette er eit mantra for dei som arbeider for å fremja fusjonskraft; det vil løysa energiproblemet vårt ein gong for alle, seier dei. Derfor går store verksemdar og statar inn med store summer for å støtte forskning i dette feltet.

Problemet med høgt energibruk.

Sidan den industrielle revolusjonen har energiforbruket i Verda auka med ca 2,3 % i snitt pr år. Dette tilsvarar ei dobling av energibruket på 30 år. Held vi fram slik utan å bruka nemneverdig av solenergi , vil vi ha ein skadeleg energiproduksjon på 1% av solinnstrålinga om 183 år, altså i 2210. Det er i underkant av 6 generasjonar fram dit. Reknar vi 183 år tilbake, er vi på 1840-talet. Det var om lag på den tida vår oldemor var født?

Dette må vi kalla for termisk energiforsøpling, og dette skjer heilt uavhengig av drivhuseffekten. Den vil koma i tillegg viss vi ikkje får stoppa brenninga av fossile energikjelder. Sidan varmeutstrålinga frå Jorda er proporsjonal med kelvingradene i fjerde potens, er det enorme energimengder Jorda greier å kvitta seg med, sjølv med ein liten temperaturauke. Ved å gå over til atomkraft, får vi kontroll over drivhuseffekten, men det er altså ei grense for dette. Etter mitt syn er det heilt unødvendig med ei satsing på å gjenskapa energiproduksjonen på Sola (fusjon) her på vår kalde planet. Solenergien som kjem til oss

gjennom lyset frå Sola er så stor at viss vi utnyttar den med vedbrenning, solpanel, vindmøller, vasskraft og varmeabsorbsjon, kan vi i mange hundre år klara oss utan fossil kraft, atomkraft og fusjonskraft. Kanskje vil vi også ha nok straum til å drifte alle dei datasentra som treng til utvikla kunstig intelligens?

Framtids-scenario

La oss seia at vi greier å avslutta brenninga vår av olje, kol og gass ved å byggja nok atomkraftverk. Slik har vi redda klimaet frå drivhuseffekten. Men sluttar vi ikkje å auka energibruken vår, vil vi ved ca år 2210 ha nådd 1% av innstrålt solenergi. Skal vi auka energibruken meir no, må vi ta i bruk solenergien. Da spør det om vi greier å forsona oss med dei forhatte vindmøllene? Viss vi ikkje vil ha vindmøller, solcelleparkar, og enda meir vasskraftutbygging, må no veksten i energibruket stoppast.

Vesten i folketal må sjølvsagt stoppast før eller sidan, og helst før, viss vi ikkje greier å stoppa auken i alle slags energikrevjande duppedittar, som alle må ha. Og vi må skapa rettferd i verda for dei underpriviligerte som i dag mest ikkje brukar energi samanlikna med oss i dei rike landa. Kor mykje energi som trengs til dette går det nok an å rekna på.

Etter kva vi har sett i krigen i Ukraina, bør vel nye atomkraftverk byggjast slik at dei tåler bombardement av konvensjonelle våpen. Elles blir dei lett stasjonære atombomber!

Olav Skipnes