

Elkraftanläggningar - inverkan på miljön

EEK 565, Elkraftteknik

Henning Eggertz
Andreas Andersson
Josefine Strömsten
Leon Johansson Blank

Mars 2017

1 Introduktion

Vår grupp har valt att titta på miljöpåverkan mellan produktion till konsumtion i våra svenska elnät. Rapporten har varit tvungen att avgränsas, så fokus har legat på produktionen. Detta på grund av att det är där det sker mest utsläpp och där samhällsdebatten är idag. Vi har även tittat på hur människokroppen påverkas av från olika delar i elnätet.

2 Kärnkraft

Idag står den svenska kärnkraftsproduktionen för ca en tredjedel av Sveriges energiförbrukning. Kärnkraften målas ofta upp som en ren energikälla, är så fallet? Genom att granska hela kedjan ges en mer rättvis uppfattning.

2.1 Uranbrytning

När uran bryts frigörs det damm och gaser som är radioaktivt. Vid exponering av det damm och gaser som frigörs ökar risken för cancer. I processen att skilja malmet från uranet bildas det radioaktiv vätska som avdunstar och sedan sprids till närliggande sjöar [8]. Sverige har idag inte någon egen uranbrytning, det fanns tidigare en i Ranstad. Den lades dock ner på grund av att den inte var lönsam, gruvområdet har idag återställts till naturområde [12].

2.2 Produktion

Produktionen (omvandlingen) av energi i ett kärnkraft är ren från koldioxid och andra växthusgaser. Den jämförs att vara lika ren som vatten- och vindkraft [12]. Kärnkraftverken släpper ändå ut små mängder av radioaktiv strålning i både vatten och luft. Både luft och vatten kontrolleras flera gånger innan det åter släpps ut i naturen. Stråldoserna får inte övergå över 0,1 millisievert (mSv) per år [21]. Normalt ligger utsläppen från kärnkraftverken under en procent av den fastställda gränsen” [21].

2.3 Avfall

För att djur och natur inte ska skadas av det radioaktiva avfallet måste det förvaras på ett speciellt sätt. Avfallet delas upp i tre kategorier, låg-, mellan-, och högaktivt avfall. Det högaktiva avfallet är det bränsle som används i reaktorerna. För att riskerna är så stora för hälsoskador så måste dessa lagras ca 500 meter under havsytan i 100 000 år. För att kunna finansiera bland annat teknikutveckling, forskning samt vad som ska hända med kärnkraftsbränslet betalar alla kärnkraftverk 4 öre per producerad kilowattimme till en avfallsfond, idag innehåller fonden ungefär 60 miljarder [11]. KBS-3 är en metod för hur man ska lagra använt kärnkraftsbränsle. Bränslet kläs in i koppar därefter gjutjärn för

att skärma av, så ingen radioaktiv strålning kommer ur dessa täta behållare. Behållarna placeras i bentonitlera för att förhindra att de flyttar på sig. Leran förhindrar att vatten strömmar runt behållarna, de fungerar som ett korrosionsskydd. Allt detta placeras långt ner i ett urberg, vilket gör att om något radioaktivt material skulle läcka ut så tar det såpass lång tid för strålningen att komma till jordytan att den inte längre är skadlig. Det sker en ständig debatt om hur säker den här metoden är. Greenpeace skriver en stark artikel med stöd från forskare från KTH att kopparkapseln kommer försvinna efter halva lagingstiden samt att leran rinner bort efter en viss tid. Medan SKB, Svenskt kärnbränslehantering, trycker på att de tar i ordentligt för att inga olyckor ska ske, om den mot förmodan skulle vara framme så finns det ett ordentligt skydd [23][22].

2.4 Risker och olyckor

Det finns risker med att ha kärnkraft i samhället, olyckor har hänt så som Fukushima och Tjernobyl. Vid dem här tillfällena har det blivit stora personskador då kraftig strålning kan leda till död. Strålning spreds även via vatten och luft, som kan ha långvariga effekter på djur och natur. Dessa olyckor har även kostat stora summor pengar. De reaktorer som finns i Sverige producerar ca 40% av den el som förbrukas. Frågan som kvarstår är om vår energiförbrukning är värd alla risker som finns.

3 Fossila bränslen

I kategorin fossila bränslen ingår kol, naturgas och olja. Det är organiskt material som utvinns från jorden. Den totala användningen för fossila bränslen i Sverige är 30%. Idag är fossila bränslen den största källan till utsläpp av koldioxid. Detta gör att fossila bränslen är en debatterad energikälla, då koldioxidutsläppen leder till att jordens medeltemperatur ökar. Koldioxid bildas vid förbränningen vilket gör att växthuseffekten förstärks [17]. Inget av dem fossila bränslena är oändligt, det är dock inte det som är dess problem. För jordens miljö och klimat behöver användningen av fossila bränslen minskas drastiskt och till slut sluta användas för att inte bidra ytterligare till växthuseffekten.

3.1 Kol

De två vanligaste typerna av kol är stenkol och brunskol. Stenkol innehåller en större mängd energi vilket gör den till det bättre alternativet [6]. Dock släpper båda ut stora mängder koldioxid, vilket gör kol till ett av dem sämre valen för att tillverka energi. Däremot är kostnaderna för kol väldigt lågt och det är en väldigt stabil källa vilket gör det svårare att avverka som bränsle då det är ett såpass ”tryggt” sätt att producera energi [28].

3.2 Olja

Även olja har negativa konsekvenser på miljön, utöver den stora mängd koldioxid som släpps ut i atmosfären på grund av förbränning av olja påverkar det även djur och växtliv i haven. Fartyg används för transporter av olja, när dessa läcker ut olja i vattnet får det stora bieffekter [28]. Olja är billig att producera, vilket gör att oljan har fortsatt utvinnas i sådana stora mängder.

3.3 Naturgas

Naturgasens koldioxidutsläpp är ungefär 40 % mindre jämfört med kol och 25 % mindre än olja. Även utsläpp som tungmetaller, svavel, kväveoxider och sot är lägre hos naturgasen. Gasen har även hög verkningsgrad samt kräver väldigt låga utsläpp då den ska transporteras [26]. Detta gör att naturgasen till det bättre alternativet ur en miljösynpunkt bland dem fossila bränslena. Dock innehåller naturgas till stor del metan (89 %) [20] vilket bidrar till växthuseffekten, den har dock en relativt kort halveringstid på 12 år.

3.4 Utveckling

Det behövs hittas andra förnybara källor som ersätter fossila bränslen, oavsett om det är för att resurserna är slut, om det inte är ekonomiskt hållbart eller för att jordens klimat kräver det. Ett steg på vägen mot att minska på koldioxidutsläppen som fossila bränslen släpper ut är att utveckla nya tekniker. PFDB, Pressurised Fluidised Bed Drying, är en teknik som gör att brunkål får nästan samma höga verkningsgrad som stenkol [29]. Ett annat sätt att minska koldioxidutsläppen är att använda en större mängd naturgas istället då den släpper ut mindre växthusgaser, nackdelen är att det kräver stora satsningar på grund av att det behöver grävas ner rör i marken för transport av gasen, det gör att det långsiktigt inte är värt ekonomiskt. Det finns även tekniker som gör det möjligt att "städa" haven, detta kan göras med svampar som suger åt sig oljan [27]. Möjligheterna är många, men det optimala för miljö och klimat vore att sluta använda fossila bränslen som energi.

4 Transformatorstationer och ställverk

För att elen ska kunna distribueras till rätt plats och med rätt spänning så finns det ställverk och transformatorstationer, hur är dess miljöpåverkan? Vi har valt att titta på en gas som används i ställverk samt magnetfält kring ledare och transformatorstationer.

4.1 Svavelhexafluorid, SF_6

Svavelhexafluorid används som en isolatorgas mellan jord och fas. Detta används framförallt till isolationsmedium inom högspänningsområdet. SF_6 finns inte naturligt i atmosfären utan är alltid industriellt framställt. För oss människor är denna gas inte skadlig, det är

en tung gas som lägger sig längst ner i lungorna. Vid inhalering blir effekten den motsatta till helium, du får mörkare röst som du kan bli av med genom att på något sätt andas med huvudet upp och ned. Däremot för miljön samt klimatet är svavelhexafluorid extremt farligt. Enligt naturvårdsverket [16] så är SF_6 ungefär 23000 gånger farligare för miljön än vad koldioxid är. Detta gör att svavelhexafluorid är en av de farligaste miljögaserna. I ställverken ska inte detta vara ett problem för gasen ska vara i slutna behållare, för att inte släppas ut i naturen. Enligt namn [13] så kommer SF_6 ändå ut i naturen. Det märks på grund att det sipprar ut gas, så de som ansvarar för ställverket får fylla på dessa behållare.

4.2 Magnetfält

Det varierande magnetfält som finns kring ledningar är mycket små i hemmet vilket människor inte tar någon skada av. Eftersom magnetfälten avtar rätt fort med avstånd från den apparat som alstrar magnetfältet samt att vi sällan använder apparaterna tätt intill kroppen under en längre tid. Däremot ställverk som hanterar 400 kV har mycket kraftigare magnetfält, runt 10 – 40 mikrottesla. Växlande magnetfält alstrar en ström i kroppen som kan påverka våra nervsignaler. Hur kraftiga magnetfält som ger upphov till dessa strömmar är forskare splittrade mellan efter ca 30 års forskning. Forskningen har dock visat resultat på att barn påverkas av magnetfält. Risken att barn får leukemi ökar vid exponering av dessa fält. För att skydda mot de hälsorisker som finns har statens strålskyddsinstitut angivit referensvärden för exponering av magnetfält. Referensvärdet vid strömmar med 50 Hz är 100 mikrottesla, alltså lägre än de som finns runt 400 kV ledningar. Sedan ska yrkesmän ha fått god vetskap om hälsorisker och vad som kan hända vid exponering av magnetiska fält [25].

5 Solceller

Bland elproduktionsteknikerna är solceller den teknik vars ekonomiska lönsamhet och effektivitet ökar snabbast. Solceller blir billigare att tillverka samtidigt som de genererar mer elektricitet per ytenhet [10]. Panelerna kräver inte några konventionella bränslen som förbränns och genererar utsläpp av växthusgaser, utan omvandlar solljus till elektricitet. Detta innebär att också att bränslekostnaden är obefintlig under dess livstid.

Det finns även andra solkraftstekniker med till exempel speglar som koncentreras på en punkt där den alstrade värmen driver en turbin. Denna tekniken är dock inte ett alternativ för svenska förhållanden och behandlas därmed inte i denna rapport.

5.1 Tillverkning

Den största miljöpåverkan solceller utgör är vid produktionen. Solcellerna innehåller ämnen som är energikrävande att producera och kan potentiellt generera giftiga utsläpp [5]. Huvudsakligen innehåller solcellerna kisel som är ett av de vanligaste grundämnena

på jorden. Processen för att framställa ren kisel ur kiseldioxid är energikrävande vilket kan generera stora utsläpp beroende på var energin kommer ifrån.

Andra metaller så som koppar, silver och andra sällsynta metaller som tellur, gallium och kadmium används också i framställningen i varierande mängd beroende på solcellsteknik. Dessa metaller kan också vara potentiellt giftiga [14]. Även dessa ämnen är energikrävande att framställa och till exempel koppar kan bidra till slaggprodukter som kan förorena miljön.

Även vid montering av solceller krävs material i form av ställningar vilka ofta är tillverkade av aluminium eller stål. Dessa metaller genererar också stora utsläpp av växthusgaser och slaggprodukter vid produktion [5].

Om man ser till energin som krävs för tillverkning och solcellernas livslängd kommer solcellerna bidra till en minskning av utsläppen av växthusgaser. Energiåterbetalningen beräknas vara tre till fem år i Sverige, alltså efter tre till fyra år har solcellerna producerat lika mycket el som har gått åt för att tillverka dem. Efter detta kan man betrakta de som kolioxidneutrala [1].

5.2 Användning och återvinning

Solpanelerna upptar relativt stor yta som kan bidra till negativ miljöpåverkan. Dessa kan dock placeras på befintliga byggnaders tak och väggar för att också minimera avståndet mellan elproduktion och elkonsumtion. Därmed kan överföringsförluster minskas och underhåll av panelerna blir lättare [1].

Även återvinningen av solceller kommer att kräva energi då det är önskvärt att separera materialen för att öka återvinningsgraden för att minimera miljöpåverkan. Idag återvinns solcellerna i de befintliga återvinningsanläggningar men för att maximera återvinningen och för att kunna ta hand om de mer sällsynta metallerna som används i små mängder i solcellerna kan speciella anläggningar behöva byggas [5].

6 Vind och vattenkraft

Vind och vattenkraft står för ungefär hälften av Sveriges elproduktion [2]. Vattenkraften tillsammans med kärnkraften utgör den större delen av energibehovet i landet. Kärnkraften är dock inte förnybar som vind och vattenkraften är.

6.1 Vindkraft

Vindkraftverk fungerar genom att ett stort rotorblad är kopplat till en generator som genererar el när rotorbladen börjar rotera. Vindkraftverken genererar el från 4m/s upp till 25m/s. Den mest optimala vindstyrkan ligger däremot runt 12-14m/s, då uppstår maximal effekt [9]. Från generatoren går det likström ner till en närliggande transformatorstation

samt gör om likspänningen till växelspanning för att sedan skickas ut på elnätet och till oss konsumenter [9].

Miljöpåverkan hos ett vindkraft under drift är noll då det enda som behövs för att rotorbladen ska snurra är vinden, som inte kan ta slut. De enda utsläppen vindkraftverk bidrar med är när de ska monteras upp och ner, för att det involverar diverse olika transporter. Det finns dock en del människor som stör sig på hur vindkraftverken ser ut samt att kraftverken bidrar till en konstant ljudkälla på ca 40dB [18] som kan vara ett irritationsmoment för vissa. De största miljöproblemen med vindkraft är som nämnt innan till större delen människorelaterade.

6.2 Vattenkraft

Principen bakom vattenkraft är likadan som för vindkraft, en turbin snurrar och generar el. I detta fallet är det dock inte vind som får rotorblad att rotera, utan vatten samlas i dammar och släpps ner till en lägre nivå. Vid den lägre vattennivån sitter en turbin som börjar rotera när vattnet passerar. Turbinen är kopplad till en generator som generar elen. Ju högre fallhöjd på vattnet det är, desto mer energi kan genereras [4].

Då vattnet lagras i dammar kan vattenkraften användas när den behövs, till exempel när det inte blåser eller är soligt ute. I och med detta så kan alla de olika förnybara energikällorna samarbeta med varandra fullt ut. Trots att vattenkraften är en förnybar källa så finns det dock nackdelar med vattenkraft. Kraftverken har idag en negativ påverkan hos djurlivet i vattnet beläget runt kraftverken, likaså växtlivet påverkas negativt. Fiskar som vanligtvis vandrar upp för älvar utsätts för stora svårigheter när dammar och kraftverk är i vägen och förhindrar fiskarnas vandring. Ungefär endast två procent av de svenska vattenkraftverken är anpassade för att fiskar ska kunna vandra genom dem [15]. Ungefär tio procent av alla vattenkraftverk är storskaliga och står för nittio procent av den totala produktionen av el. I och med att det finns så många småskaliga vattenkraftverk påverkar de ekosystemen väldigt mycket mer än vad de stora anläggningarna gör. De ekosystemen som är mest hotade i världen idag är de som ligger i närheten av vattenkraftverk. Ett modernt vindkraftverk kan idag producera ungefär lika mycket el som 3-5 småskaliga vattenkraftverk. Så trots inga bränslekostnader och direkta utsläpp är vattenkraften ändå lite sämre än vad moderna vindkraftverk är [7]. I många delar av landet är det dock inte lämpligt med vindkraftverk, även om det skulle vara att fördrö då de har mindre miljöpåverkan än vad vattenkraften har.

7 Energilagring och Smart Grids

Ett problem med solceller och vindkraft är att de är intermittenta energikällor, de producerar inte energi konstant utan endast under vissa förhållanden. Solceller producerar energi på dagen då de är helt beroende av solinstrålning och vindkraft endast när det blåser. Det är på dagen energikonsumtionen är som högst men en konsument som vill vara självförsörjande på förnyelsebar energi måste kunna lagra energin för att även kunna

använda den då ingen energiproduktion sker [1]. Om sol- och vindkraft ska kunna hjälpa till att ersätta fossila bränslen och kärnkraften i framtiden behövs energilagring för att klara av effekttopparna. De senaste åren har flera sådana lösningar dykt upp där Teslas Powerwall är ett exempel på batterilagring som riktar sig till konsumenter. Tesla ska även producera storskaliga lösningar för städer som ska kunna vara backup för 2500 hushåll [19]. Ett förslag till komplement är att även elbilar ska kunna användas som energilagring i det smarta elnätet.

Smart Grids är också en lösning på hur elnätet i framtiden ska kunna styras med avancerad teknik för att anpassa konsumtionen till produktionen istället för tvärtom som i dagsläget [1]. Hushållsapparater som till exempel tvättmaskinen och diskmaskinen förbereds och används på natten då elkonsumtionen är lägre för att på så sätt jämna ut energiförbrukningen. Information om elpriser skickas till konsumenterna så de kan ha koll på när det lönar sig att använda maskinerna.

8 Konsumentens miljöpåverkan

Ett svenskt hushåll gör av med 3000 – 6000 kWh i hushålls el och 12 000 – 21 000 kWh för uppvärmning och varmvatten i ett hus per år. Detta behöver minskas för att jordens klimat inte ska få alldeles för stora negativa konsekvenser. Många hushåll skulle kunna sänka sin totala elkonsumtion med 10 % genom att ändra sina vanor och göra miljömedvetna val. Det skulle räcka med relativt små förändringar för att det ska ge stor verkan. [3]

Att teknik drar energi är inte en nyhet, men det många glömmer bort är att det fortfarande drar ström även om de avstängda. Om något är inkopplat i ett vägguttag drar det fortfarande ström även om det är avstängt, då det är i standby-läge. Det räcker alltså inte med att stänga av elektronik för att strömförbrukningen ska stanna. Även om det inte dras lika mycket ström i standby-läge som när det är påslaget blir det under ett år stor skillnad då ett hushåll har mycket som drar ström, exempelvis datorer, TV:s, spelkonsoler, telefonladdare m.m. Utöver att stänga av elektronik fullständigt finns det mycket den enskilda individen kan göra utöver detta. [24]

Konsumentens bidragande i en minskning av el:

- Stänga av elektronik, ex genom använda timer eller grendosa som går att stänga av
- Sänka temperaturen de timmar man inte är hemma
- Släcka glödlampor i rum du inte är i
- Minska förbrukningen av vatten vid ex dusch och diskning
- Använda nyare teknik, ex lågenergilampor

Listan kan göras lång med hur konsumenten kan påverka. Även om folk blir mer och mer medvetna idag om hur elanvändning påverkar jordens klimat och försöker minska sin förbrukning av el så är den största drivkraften för att minska användningen att det är en ekonomisk fördel.

9 Två frågor

Nämn en fördel och en nackdel med sol/vindenergi jämfört med kärnkraft och fossila bränslen.

Vad är den största faran med uranbrytning?

Referenser

- [1] Anna Wolf. "El från solen – för en ljusare framtid". I: *Naturvårdsverket* (2011). DOI: http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2011_energi_transport_solceller_for_en_ljusare_framtid.pdf.
- [2] Ekonomifakta. *Elproduktion*. URL: <http://www.ekonomifakta.se/Fakta/Energi/Energibalans-i-Sverige/Elproduktion/>.
- [3] Elskling. *Energispartips*. URL: <http://www.elskling.se/energispartips/>.
- [4] Energikunskap. *Vattenkraft*. URL: <http://www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Vad-ar-energi/Energibarare/Fornybar-energi/Vatten/Vattenkraft/>.
- [5] Statens energimyndighet. "Vad styr och vad bromsar solen i Sverige". I: *Energi-myndigheten* (2016). DOI: <http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/solenergi/solen-i-samhallet/vad-styr-och-vad-bromsar-solen-i-sverige.pdf>.
- [6] Energimyndigheten. *Kol*. URL: <http://www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Vad-ar-energi/Energibarare/Fossil-energi/Kol/>.
- [7] Älvräddarna. *Vattenkraft*. URL: <http://www.alvraddarna.se/om/vattenkraft>.
- [8] greenpeace. "Uran- Brytning av kärnbränsle". I: (). DOI: <http://www.greenpeace.org/sweden/se/Karnkraft/Uranbrytning/>.
- [9] jamtkraft. *Hur fungerar vindkraft?* URL: <https://www.jamtkraft.se/om-jamtkraft/var-fornybara-produktion/vindkraft/hur-fungerar-vindkraft/>.
- [10] Donald Knuth. *Dokument utifrån: Det varas för solen*. URL: <http://webb-tv.nu/dokument-utifran-det-varas-for-solen-svt-play/>.
- [11] Kalle Lindholm. "Kärnkraften och avfallet". I: *Energi företagen* (2017). DOI: <https://www.energiforetagen.se/sa-fungerar-det/el/produktion/karnkraft/karnkraften-och-avfallet/>.
- [12] Kalle Lindholm. *Uran*. URL: <https://www.energiforetagen.se/sa-fungerar-det/el/produktion/karnkraft/uran/>.
- [13] Jan-börje Mårtensson.
- [14] Sverker Molander m.fl. "Förnybara energikällors inverkan på de svenska miljömålen". I: *Naturvårdsverket* (2010). DOI: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-6391-7.pdf>.
- [15] Naturskyddsforeningen. *Vattenkraft kräver ny lagstiftning*. URL: <http://www.naturskyddsforeningen.se/vad-vi-gor/hav/vattenlagstiftning>.
- [16] naturvardsverket. *svavelhexafluorid*. URL: <https://utslappsisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Vaxthusgaser/Svavelhexafluorid/>.
- [17] Naturvårdsverket. *Fossila bränslen*. URL: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Fossila-branslen/>.
- [18] Naturvårdverket. *Riktvärden för ljud från vindkraft*. URL: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Buller/Buller-fran-vindkraft/buller-vindkraft-riktvarden/>.
- [19] Anna Wolf Olle Johansson. "Lager med batterier kan ändra hela energisektorn". I: *SvD* (mars 2017). DOI: http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2011_energi_transport_solceller_for_en_ljusare_framtid.pdf.

- [20] Swedegas. *Fakta om naturgas*. URL: https://www.swedegas.se/gas/naturgas/fakta_om_naturgas.
- [21] strålnings säkerhetsmyndigheten. *utsläpp och normaldrift*. URL: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Karnkraft/Sa-fungerar-ett-karnkraftverk/Utslapp-och-normaldrift/>.
- [22] SKB. "Ett säkert system för Slutförvar". I: (2016). DOI: <http://www.skb.se/anlaggningar-i-drift/svenska-systemet/>.
- [23] SKB. *Vår metod för slutförvaring*. URL: <http://www.skb.se/projekt-for-framtiden/karnbransleforvaret/var-metod/>.
- [24] Allt om spara. *Standby drar mer el än vad man kan tro*. URL: <http://www.alltomspara.se/spara-pengar-for-dina-elprylar-pa-standby>.
- [25] Stralsakerhetsmyndigheten. "Magnetfält och hälsorisker". I: *Strålningsmyndigheten* (). DOI: <http://www.ntaskolutveckling.se/globalassets/dokument-till-teman/magneter-och-motorer/magnetfalt-och-halsorisker-low.pdf>.
- [26] Energigas Sverige. *Naturgas och miljön*. URL: <http://www.energigas.se/fakta-om-gas/naturgas/naturgas-och-miljoen/>.
- [27] Ny Teknik. *Svampen som suger upp oljeutsläpp*. URL: <http://www.nyteknik.se/energi/svampen-som-suger-upp-oljeutslapp-6399455>.
- [28] Vattenfall. *Fakta om Kol*. URL: <https://corporate.vattenfall.se/om-energi/el-och-varmeproduktion/kol/>.
- [29] Vattenfall. *Så fungerar kolkraft*. URL: <https://corporate.vattenfall.se/om-energi/el-och-varmeproduktion/kol/sa-fungerar-kolkraft/>.