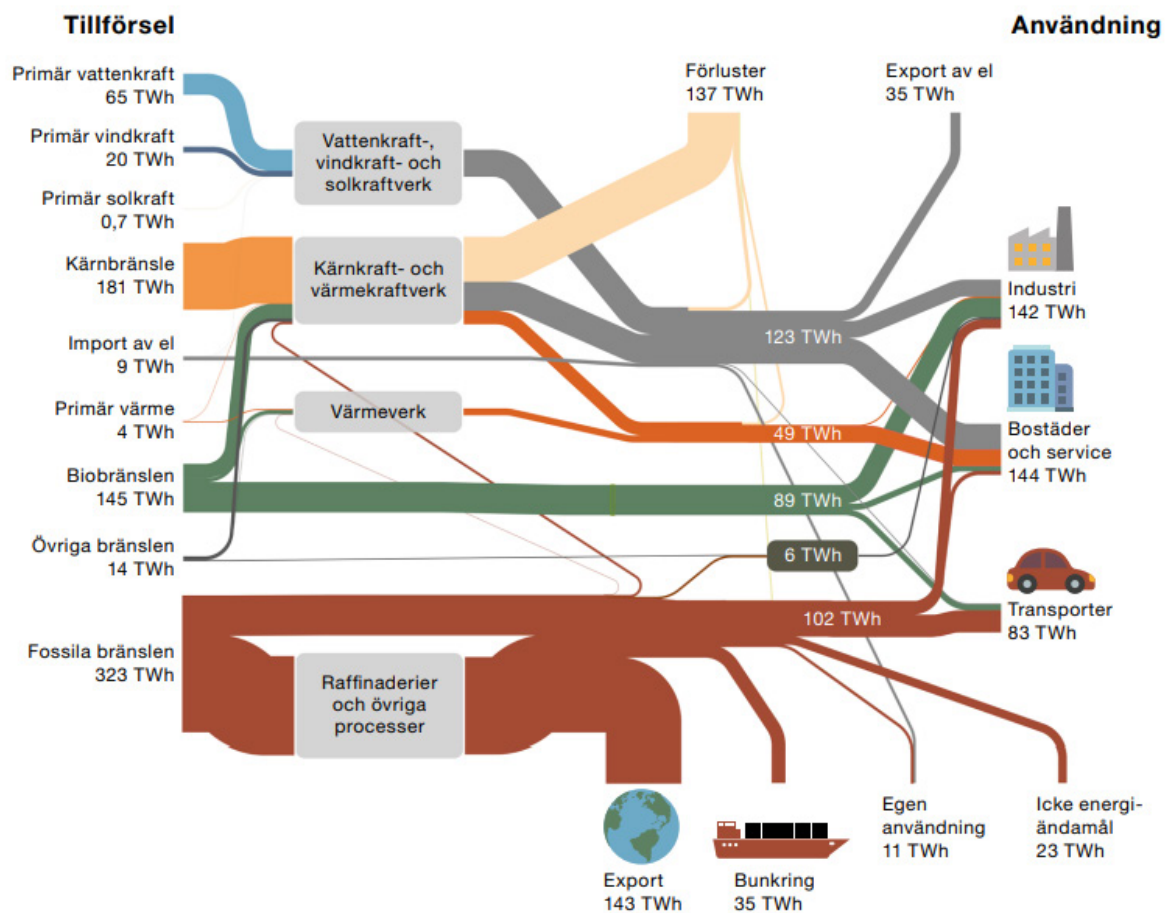


11.3 Energiförsörjning och elektronisk kommunikation

Samhället är starkt beroende av en fungerande energiförsörjning. Störningar och avbrott i försörjningen av el, drivmedel, gas eller värme kan leda till allvarliga konsekvenser för såväl den enskilde som för viktiga funktioner i samhället. Det gör att det ställs höga krav på tillförlitligheten i energisystemen, det vill säga att det finns en trygg energiförsörjning. Energisystemet är uppbyggt av ett stort antal komponenter och delsystem, där systemets olika delar påverkar och är beroende av varandra¹.

I Sverige använder vi egna förnybara energikällor som vatten, vind, sol och biomassa. Men vi importerar också kärnbränsle, biodrivmedel och fossila bränslen som olja och naturgas. Energisystemet i Sverige kan delas upp i tillförsel och användning av energi. Figuren nedan visar flöden i energisystemet för 2019².



Figur 11.3.1 Flöden i energisystemet för 2019, Energimyndigheten 2021.

1 <https://www.energimyndigheten.se/trygg-energiforsorjning/>
 2 Energimyndigheten, 2021. Energiläget 2021 - en översikt.

Under 2019 hade Sverige en total slutlig energi-användning på 369 TWh. Av detta använde industrisektorn 142 TWh och sektorn för bostäder och service med mera 144 TWh, vilket motsvarar knappt 40 procent vardera av den totala slutliga energianvändningen. Transportsektorn stod för en energianvändning på 83 TWh. Energi-användningen för uppvärmning och varmvatten för småhus, flerbostadshus och lokaler uppgick år 2020 till 73,8 TWh³.

Den totala tillförseln av energi 2019 var 548 TWh. Skillnaden mellan tillförd och använd energi består till stor del av förluster i omvandling och överföring. Kärnbränsle står för den enskilt största delen av den tillförda energin, men där försvinner runt två tredjedelar av energin som förluster i processen. Biobränslen samt råolja och petroleumprodukter kommer på andra respektive tredje plats.

11.3.1 Klimatrisker, sårbarheter och möjligheter

Vid en jämförelse av 30-årsperioderna 1861–1890 och 1991–2018 har Sveriges medeltemperatur ökat med ungefär 1,7 grader⁴. Ökningen av medeltemperaturen har fört med sig att värmeböljorna i Sverige har blivit kraftigare, och att extremkylan i landet har blivit mindre extrem och mer sällsynt⁵. Nederbörden har generellt ökat i Sverige, vilket i kombination med varmare vintrar på vissa håll kan öka riskerna för ras, skred och erosion^{6,7}.

Vid global höjning av medeltemperaturen till 1,5 och 2 grader, jämfört med förindustriell tid, väntas nämnda klimatförändringar och dess effekter synas ännu tydligare. Sommartid kan även torra bli ett större problem i södra Sverige. Stigande havsnivåer förväntas också bli ett större problem, framförallt i södra Sverige där landhöjningen är mindre. Därtill väntas även skyfallen öka i mängd och intensitet i framtiden. Ytterligare effekter av en varmare medeltemperatur är mildare vintrar, där ökat antal dagar med nollgenomgångar, som är ett mått på risk för isbildning, kan drabba de mellersta och norra delarna av landet. I söder ser dagar med nollgenomgångar däremot ut att minska. De mildare vintrarna väntas generellt leda till att

mindre nederbörd faller i form av snö, bortsett från i fjällkedjan⁸.

Följdeckterna är att även översvämningar, ras, skred och erosion förväntas öka. I ett varmare klimat ökar också risken för brand⁹. Det varmare klimatet leder även till längre vegetationsperiod. Därtill kan åsksäsongen förlängas och antalet åskdagar öka^{10,11}.

Energianvändning

Att Sveriges klimat generellt blir varmare påverkar behovet av värme och kyla, och därmed användningen av fjärrvärme och fjärrkyla. Med mildare vintrar och färre kalla dagar minskar behovet av uppvärmning. Det anses mycket troligt att antalet graddagar för uppvärmning, där medeltemperaturen underskrider 17 grader, minskar. Med varmare somrar och kraftigare värmeböljor ökar dock behovet av ventilation och kylning, vilket kan medföra en högre energianvändning på sommaren¹².

I dagsläget saknas dock data som kan underlätta kartläggningen av hur människor i Sverige agerar vid höga temperaturer¹³. Energimyndigheten skriver samtidigt i sin handlingsplan för klimatanpassning att effekttopparna i energi-användningen även i fortsättningen kommer att ske under de kalla vintermånaderna, trots det minskande uppvärmningsbehovet¹⁴. Sammantaget beräknar Energimyndigheten att det ändrade behovet av värme och kyla till följd av ett varmare klimat leder till lägre energiförbrukning¹⁵. Samtidigt kan effekttopparna bli desto högre i ett klimat med mer extremväder¹⁶, vilket ställer krav på högre flexibilitet i energiförsörjningen för att tillgodose användarna.

När mönstren för energianvändningen förändras påverkas driftförutsättningarna för systemen för el-och värme/kylproduktion vilket i sin tur har betydelse för den långsiktiga utvecklingen av energisystemet.

3 <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energistatistik-for-smahus-flerbostadshus-och-lokaler/>

4 Energiforsk, 2021. Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige. Rapport nr 745/2021.

5 SMHI, 2019. Climate extremes for Sweden.

6 Energiforsk, 2021. Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige. Rapport nr 745/2021.

7 SGI och MSB, 2021. Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning, Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/Kl.

8 Energiforsk, 2021. Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige. Rapport nr 745/2021.

9 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

10 Energiforsk, 2021. Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige. Rapport 745/2021.

11 De Ridder, G., 2020. Lightning in Scandinavia – Historical and future conditions in a high-resolution regional climate model. Masteruppsats. Meteorologiska Institutionen (MISU), Stockholms universitet.

12 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla. Rapport nr 741/2021.

13 Opublicerad rapport av Energimyndigheten om uppvärmnings- och kylbehoven 2050.

14 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan, Dnr 2018–926.

15 Energimyndigheten, 2020. Scenarier över Sveriges energisystem. ER 2021:6.

16 Perera, A.T.D., m.fl. 2020. Quantifying the impacts of climate change and extreme climate events on energy systems. Nature Energy 5: 150–159.

FAKTARUTA:

Under den extremt varma sommaren 2018 ökade kylbehovet i bostäder och lokaler vilket bidrog till att efterfrågan på fjärrkyla ökade. Det ledde i några fall till att kunder på grund av effektkris i fjärrkylasystem fick avstå kyla när det var som varmast, för att klara kylbehovet till samhällsviktig verksamhet, som sjukhus. Elanvändningen för luftkonditionering ökade samtidigt.

Energiforsk, 2019. Klimatförändringarnas konsekvenser för energisystemet, Projektbeskrivning.

Fjärrvärme och fjärrkyla

Som nämnts ovan påverkar behovet av värme och kyla sektorn för fjärrvärme och fjärrkyla. Detta märks redan, och förändrar marknadsförutsättningarna¹⁷.

Klimatförändringen kommer även fysiskt kunna påverka fjärrvärmesystem på lång sikt – genom exempelvis ökad korrosion och markförskjutningar/sättningar som följer av ökade regnmängder. Stora mängder nederbörd kan också påverka fixeringen av rören, på grund av att trycket från marken omkring förändras vid högre vattenmättnad. Om fixeringen förändras kan detta på sikt ge läckage och risk för leveransavbrott¹⁸. Det är också troligt att antalet varma och fuktiga dagar ökar, med ökad brandrisk i bränslelager som potentiell följd, genom ökad mikrobiell aktivitet till följd av fukt och värme¹⁹.

Distribution

Sverige har fyra olika elområden, samt tre olika nivåer av elnät (transmissionsnät, regionnät och lokalnät). Elområdena 1-4 är geografiskt fördefinierade och löper från norr till söder, där Luleå (1) och Sundsvalls (2) områden normalt har mer producerad el än vad respektive område har behov av. I områdena Stockholm (3) och Malmö (4) är elkonsumtionen som högst, men produktionen som minst. Genom stamnät, regionnät och lokalnät distribueras elen till användarna. Stamnätet transporterar el över längst avstånd och behöver

därför högst spänning i nätet. Det är direkt kopplat till bland annat vattenkraft och kärnkraft, och beskrivs som elkraftsystemets ”motorvägar”. Stamnätet underhålls och utvecklas av myndigheten Svenska kraftnät. Regionnäten förses med el från stamnätet via transformatorstationer, som även upprätthåller nätens stabilitet och funktion. Andra typer av stationer kopplar vatten- och kärnkraftverk till näten, eller fungerar som koppling för utlandslänkar²⁰. Regionnäten förbinder stamnätet med lokalnäten, som förser mindre användare, so hushåll, med el. Vissa elintensiva verksamheter är dock direktkopplade till regionnätet, så som stora industrier²¹. Sammantaget binder elnätet samman elproducenter, nättaktörer och elanvändare, vilket gör att risker för elnätet blir indirekta risker för flera aktörer²².

De viktigaste faktorerna i klimatförändringen som påverkar elnäten i Sverige är is- och snöförhållanden, temperatur, åska och kraftiga vindar²³.

Risk för nedisning på ledningar i samband med nollgenomgångar minskar generellt i landet utom på vintern då en ökning kan ske i Norrland. Nedisning kan ge avbrott i distributionen och nedhäng av ledningar. Även ökad andel blötsnö kan ge mer nedhäng av ledningar i Norrland²⁴.

Extremt höga temperaturer kan påverka överföringshastigheten i ledningar, och orsaka problem för vissa äldre komponenter inom elnäten. Transformatorer, isolatorer, omformare och brytare fungerar generellt sämre när temperaturen stiger, även om dessa är utformade för att klara högre temperaturer²⁵. Detta kan leda till både försämrad funktion och elavbrott²⁶.

Åksäsongen väntas förlängas och antalet dagar med åska öka, vilket ökar riskerna för energidistributionens infrastruktur genom åsknedslag och ökad brandrisk^{27,28}. Bränder kan påverka både luftledning, markkablar och stationer i såväl transmissionsnätet som underliggande elnät. Kablar inom transmissionsnätet är dock placerade i sandbäddar vilket skyddar mot brand²⁹. Bränder kan också komma att påverka driftförutsättningarna för elnätens komponenter i brändernas närhet, och försvårar samtidigt underhåll och reparation. Åsknedslag kan även direkt påverka olika komponenter i elsystemet³⁰.

17 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla. Rapport nr 741/2021.

18 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan, Dnr 2018-926.

19 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla. Rapport nr 741/2021.

20 Information från Svenska kraftnät, 2021-07-01.

21 Svenska handelskammaren, 2020. Elbrist kortsluter Sverige.

22 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

23 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport nr 740/2021.

24 Ibid.

25 Information från Svenska kraftnät, 2021-07-01.

26 MSB, 2014. Hur värme påverkar tekniska system.

27 Svenska Kraftnäts redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

28 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport nr 740/2021.

29 Information från Svenska kraftnät, 2021-07-01.

30 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport nr 740/2021.

Energimyndigheten anger i sin handlingsplan för klimatanpassning³¹ att den svenska energiförsörjningen påverkas av väder och naturolyckor, och att 85 procent av elavbrotten beror på väderrelaterade händelser. Träd påfall var under 2017 den största enskilda orsaken till elavbrott, bland de väderrelaterade händelserna³². För vind och storm finns idag ingen tydlig klimatsignal, som pekar åt att dessa indikatorer ändras³³. Ökad vattenmättnad orsakad av ökad nederbörd under vintern, i kombination med mindre tjäle, kan ge upphov till ökade stormskador, som träd påfall över luftburna elledningarna^{34,35}. Klimatscenarier pekar på att just kombinationen av stormar under vinterhalvåret med otjälad och blöt mark kommer att öka i ett allt varmare klimat³⁶.

Energikällor

Vattenkraft

Vattenkraftens roll i det svenska elsystemet är både som elproducent och effektregerare. I framtidens elsystem kan dess roll förändras, beroende på hur användningen av övriga elproducerande energislag utvecklas³⁷. I Sverige finns regioner som har principiellt olika säsongsdynamik för tillrinning och olika bakomliggande processer, vilket även återspeglas i vilka förändringar som kan väntas i ett förändrat klimat. Högre temperatur, tillsammans med en större årsnederbörd, ger förutsättningar för ökad avdunstning från mark och vattendrag. Effekten är störst i södra Sverige och kan ändra vattenbalansen så att avrinningen inte ökar trots ökad nederbördsmängd. För landet som helhet väntas en kortare vintersäsong samt ökad vinternederbörd. I södra Sverige väntas den samlade effekten bli högre tillrinning vintertid, men lägre tillrinning sommartid. För norra Sverige väntas kortare vintersäsong ge jämnare tillrinning över året eftersom nederbörd under en kortare tid magasineras som snö och is³⁸.

Dammanläggningar och kraftstationer har i regel anpassats till rådande lokala förhållanden och vattenhushållning. Ifall säsongsvisa ökningarna i tillrinning kan tillgodogöras som produktion av görs typiskt av anläggnings- eller systemegenheter såsom utbyggnadsvattenförling och reglervolym. På samma sätt styr i huvudsak minsta drivvattenförling och reglervolym om effekten

av säsongsvis minskad tillrinning medför sämre produktionsförutsättningar. Givet fullt utnyttjade reglervolymer påverkar inte förändringar i tillrinningar under minsta slukförmåga eller över utbyggnadsvattenförling produktionen³⁹.

Som ett exempel bedöms den förväntade ökningen av vindkraft att påverka vattenkraften i högre grad än vad klimatförändringarna gör, detta på grund av vindkraftens icke planerbara natur. Vattenkraften kan därigenom få en större roll som reglerande energislag⁴⁰. Samma icke planerbara natur som skapar behov av reglerkraft kan periodvis också leda till att både vindkraft och solenergi, kan bidra till reglerförmågan, vilket till och med kan ge möjlighet för Sverige, i likhet med Norge, att exportera reglerkraft till andra delar av Europa. Vattenkraften antas samtidigt inte öka i produktion i något av Energimyndighetens framtidsscenarier för Sveriges energisystem fram till år 2050⁴¹. Det är därtill omöjligt att generalisera kring klimatförändringarnas påverkan på hela vattenkraftproduktionen, då varje anläggning har särskilda förutsättningar⁴².

Dammar möjliggör en nyckelroll för vattenkraften, både inom svensk elproduktion och som förnybar balanseringsresurs i det nordiska elsystemet^{43,44}. I flera hänseenden styr ovanliga eller extrema händelser kravbilderna inom dammsäkerhetsområdet, medan vanligt förekommande förhållanden samt relativt stor säsongs- och mellanårsvariation hanteras inom normal drift för elproduktion. Myndigheten kraftnät, branchorganisationerna Energi-företagen Sverige och SveMin har i samverkan med SMHI tagit fram *Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar*⁴⁵. Arbetet med tillämpning av riktlinjerna har ökat kunskapen om de flöden som kan inträffa vid dammanläggningarna, och har föranlett ett stort antal åtgärder för att öka säkerhetsmarginalerna. Riktlinjerna inkluderar även rekommendationer för användningen av klimatscenarier för dimensioneringsberäkningar i ett föränderligt klimat. I ett framtida klimat kan det inte uteslutas att extremer ändrar karaktär och kan komma att ske på ett sätt som inte förekommer idag.

Under senare år har dammägare låtit utföra förnyade flödesdimensioneringsberäkningar med

31 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

32 Energimarknadsinspektionen, 2020. Tillsyn avseende leveranssäkerheten i elnäten. PM - Ei PM2019:02.

33 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport Nr 740/2021.

34 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

35 Svenska Kraftnäts redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

36 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport nr 740/2021.

37 <https://energiforsk.se/nyhetsarkiv/vind-och-solel-kraver-battre-vattenkraftsmodeller/>

38 Information från Svenska kraftnät, 2021-07-01.

39 Ibid.

40 <https://energiforsk.se/nyhetsarkiv/vind-och-solel-kraver-battre-vattenkraftsmodeller/>

41 Energimyndigheten, 2019. Scenarier över Sveriges energisystem 2018. ER 2019:07.

42 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

43 Svenska kraftnät, 2019. Övergripande plan för Svenska kraftnäts dammsäkerhetsverksamhet 2020-2023.

44 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på vattenkraften.

45 Svenska kraftnät, Svensk Energi och SveMin, 2015. Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar

nyare modellgenerationer, och även känslighetsanalyser för klimatförändringar har tillkommit i stor utsträckning. Svenska kraftnät erfar att omräkningen av dimensionerande flöden med dagens moderna modellverktyg och beräkningsansatser på vissa älvsträckor ger högre dimensionerande flöden och nivåer, vilket kan föranleda nya utrednings- och åtgärdsbehov⁴⁶.

Extrem tillrinning har en särställning för dammsäkerhet och är en aspekt av klimatförändringar som analyserats strukturerat av branschen (KFR, SOU 2007, Klimkomm 2011) vilket visat på vikten av att kommunicera förändringar i ett regionalt eller vattendragssperspektiv. En dammanläggnings känslighet för förändringar i till exempel extrema flöden är kopplad till förändringens storlek men även till befintliga marginaler vid respektive anläggning. Sårbarheten hos dammar för förändrade eller ökade extremflöden varierar således, och det finns ett behov att kartlägga detta bättre, framför allt i södra Sverige⁴⁷.

Kärnkraft

Generellt är den svenska kärnkraften robust, och klimatförändringarna bedöms inte kunna påverka säkerheten hos anläggningarna. Klimatförändringarna kan leda till ökning av vissa extremväder som kan ha en viss inverkan på drift och ekonomi hos anläggningarna. Blixtnedslag kan innebära störningar i interna och externa nät, medan värmeböljor i extrema fall kan medföra reducerad effekt, bland annat genom att havsvattnet värms upp, som i exemplet nedan^{48,49}.

Kylvattnet som behövs vid energiutvinningen inom kärnkraften får inte överstiga vissa temperaturer. Långvarigt extremt höga temperaturer kan leda till att kylvattnet värms upp, vilket kan leda till att kärnreaktorer tillfälligt inte kan användas. Under den varma sommaren 2018 fick Ringhals 2 under en begränsad period stängas, på grund av höga vattentemperaturer⁵⁰.

Vindkraft

Förändrade vindförhållanden och ökad isbildning anses vara de viktigaste faktorerna vad gäller klimatförändringarnas påverkan på vindkraften. De vinddata som idag finns tillgängliga tyder på att vindkraften påverkas relativt lite av klimatförändringen⁵¹. Klimatmodelleringar visar på en obetydlig förändring på lägre höjd, medan vinddata på högre höjd (100–200 meter) inte är

FAKTARUTA:

En erfarenhet från 2018 var att den låga tillrinningen till vattenmagasinen, i kombination med svaga vindar, gjorde att kärnkraften stod för en ovanligt stor del av elproduktionen. Samtidigt reducerades effekten tidvis i flera nordiska kärnkraftverk på grund av höga vattentemperaturer på ingående kylvatten och under en begränsad period stängdes Ringhals 2.

Energiforsk, 2019. Klimatförändringarnas konsekvenser för energisystemet – Projektbeskrivning. <https://energiforsk.se/media/26653/projektbeskrivning.pdf>

tillgängligt, men som behövs för att bedöma påverkan på dagens och framtidens vindkraftverk⁵². Klimatmodelleringar tyder även på att kraftiga vindar i Europa inte förändras betydligt i framtiden⁵³.

Som konsekvens av varmare vintrar med fler dagar med nollgenomgångar kan isbildning på vindkraftverkens rotorblad komma att öka i norra Sverige, något som kan påverka elproduktionen. Detta anses vara den enskilt största risken för vindkraften baserat på den kunskap som finns idag. I söder väntas risken för isbildning att minska⁵⁴.

Vidare finns ytterligare potentiella konsekvenser för vindkraften av klimatförändringarna. Sannolikheten för dessa är lägre, men att risken för dessa kan öka gör det lämpligt för vindkraftsektorn att känna till dem. Stiltje, skogsbrand, förändrad turbulens och förändrad vindriktning är några av dessa. Bortsett från tidigare nämnda minskade nedisning i södra Sverige kan även minskad utbredning av havsis ses som en potentiellt positiv förändring gällande utbyggnad av havsbaserad vindkraft längre norrut i Östersjön⁵⁵.

Solenergi

Solenergi produceras med hjälp av solens strålning. I Energimyndighetens långsiktiga scenarier för Sveriges energiförsörjning förväntas solenergi öka i alla scenarier, liksom vindkraften⁵⁶. Förutsatt att solenergin ersätter energi som inte är väderberoende bidrar detta till ökad sårbarhet i energisystemet, som följd av vädrets variation.

Klimatmodelleringar visar en enhetlig minskning av antalet soltimmar i Sverige. Minskningen är

46 Svenska kraftnät, 2021. Dammsäkerhetsutvecklingen i Sverige 2020.

47 Svenska kraftnät, 2011. Slutrapport från Kommittén för dimensionerande flöden för dammanläggningar i ett klimatförändringsperspektiv.

48 Energiforsk, 2021. The impact of climate change on nuclear power.

49 Information från Patrik Borg, Strålsäkerhetsmyndigheten, 2021-01-22.

50 Energiforsk, 2021. The impact of climate change on nuclear power.

51 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på vindkraften.

52 Information från Energimyndigheten genom kunskapsinventeringen inför denna rapport.

53 Nordiska ministerrådet, 2021. Climate change and energy systems impacts, risks and adaptation in the Nordic and Baltic countries.

54 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på vindkraften.

55 Ibid.

56 Energimyndigheten, 2021 Scenarier över Sveriges energisystem 2020.

dock så pass liten att den kan anses vara osäker. Osäkerheten stärks av att antalet modelleringar var lågt⁵⁷.

Solceller påverkas mycket negativt av snöskuggning, som innebär att snö täcker ytan på solcellerna vilket förhindrar energiutvinningen. Ett snötäcke på 10 cm leder till att solceller i princip inte genererar någon energi alls. Den årliga energiförlusten till följd av snöskuggning varierar kraftigt beroende på snörikedom och på vilken plats solcellerna har monterats⁵⁸. Ett minskat snötäcke till följd av kortare och varmare vintrar⁵⁹ leder också till större möjlighet till energiutvinning.

Bioenergi

Bioenergi tas tillvara genom biokraft som elproduktion, biovärme som värmeproduktion, och biodrivmedel som fordonsbränslen. Bioenergin utvinns delvis från samhällets avfall och restprodukter, men främst från biprodukter från skogsbruket⁶⁰, men även från jordbruket. I princip gäller därför samma risker och möjligheter för bioenergi som för skog- och jordbruk, kopplat till själva råvarorna⁶¹.

I takt med att klimatet blir varmare och att växtsäsongen förlängs ökar potentialen för tillväxt hos skog⁶² och grödor⁶³, men flera faktorer spelar in som leder till att bedömningen för framtiden är svår att göra. Torra och extremt varma perioder kan ha en negativ inverkan på skogens tillväxt, och exempelvis behöver träd och grödor även dagsljus för att växa⁶⁴. Även ökad avdunstning kan inverka negativt på tillväxten⁶⁵. Tidigare har skogstillväxten bedömts kunna öka med mer än 20 procent i hela Sverige, enligt klimatscenerierna RCP 4.5 och RCP 8.5⁶⁶, men analyserna pekar samtidigt på hög osäkerhet. Förändringar kan förväntas som innebär både bättre och sämre förutsättningar för skogens tillväxt⁶⁷. Vid 4 graders global ökning i medeltemperatur har analyser till och med pekat på en ökad skogstillväxt om 33 procent i centrala norra Sverige⁶⁸.

En möjlig följd av en förlängd växtsäsong är alltså en ökning i potentialen för produktion av biomassa

för bioenergi⁶⁹. Flera andra climateffekter som motverkar skogens tillväxt nyanserar framtidsutsikterna. Bland annat ökar risken för skador på skogen genom röta, stormfällning, angrepp från exempelvis granbarkborre⁷⁰, viltskador och skogsbränder⁷¹.

Fler effekter är att tillgången på biomaterial kan bli mer ojämn som en följd av tidigare nämnda skogsbränder, fler och mer omfattande angrepp från granbarkborre, samt ökad stormfällning. Som en följd av ökad stormfällning och angrepp från granbarkborre kan även behoven för lagring av biomaterial öka. I ett varmare och fuktigare klimat ökar risken för fukt, vilket kan försvåra lagringen. Vintertid kan minskad tjäle och ökad fuktighet i mark försvåra uttaget av biomaterial⁷². Om sedan stormfällningarna, bränderna och angreppen från granbarkborre leder till ökad avverkning påverkas kolinlagringen negativt.

Elsäkerhet när klimatet förändras

Anläggningsägare är själva ansvariga för elsäkerheten hos sina anläggningsdelar. Elsäkerheten i Sverige utsätts för påfrestningar när klimatet blir förändras. Värmeböljor, ras, skred, erosion, översvämning, vegetationsbränder, minskad tjäle, och mer nederbörd kan alla påverka elsäkerheten negativt^{73,74}.

Elektriska anläggningar och produkter som inte tål vatten kan påverkas vid översvämning och leda till fara för den som använder de berörda anläggningarna och produkterna. Ökad risk för högre temperaturer sommartid ställer ökade krav på kylning hos vissa komponenter i ställverk och kontrollanläggningar för att komponenterna ska fungera. Den ökade risken för stormfällning av skog kan innebära en ökad risk för försämrade elsäkerhet, om luftledningarna skadas av trädpåfall. I ett varmare klimat kan också is- och snölast på lokal- och regionnät drabba områden som tidigare inte varit utsatta för detta, vilket kan innebära försämrade elsäkerhet. Ras, skred och erosion kan utgöra hot mot elsäkerheten om anläggningar drabbas. Värmeböljor ställer krav på att kylning i anläggningar för att undvika överhettning eller avbrott⁷⁵.

57 Energiforsk, 2021. Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige. Rapport nr 745/2021.

58 RISE, 2020. Handbok för nordlig soles.

59 Energiforsk, 2021. Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige. Rapport nr 745/2021.

60 <https://www.svebio.se/om-bioenergi/>

61 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi. Rapport nr 739/2021.

62 Skogsstyrelsen, 2020. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket. Rapport nr 23/2019

63 Jordbruksverket, 2017. Handlingsplan för klimatanpassning.

64 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi. Rapport nr 739/2021.

65 Skogsstyrelsen, 2020. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket. Rapport nr 23/2019.

66 Ibid.

67 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi. Rapport nr 739/2021.

68 Poudel, B.C., m.fl., 2011. Effects of climate change on biomass production and substitution in north-central Sweden. Biomass and Bioenergy, 35:10, sid. 4340-4355.

69 Skogsstyrelsen, 2020. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket. Rapport nr 23/2019.

70 Ibid.

71 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi. Rapport nr 739/2021.

72 Ibid.

73 Elsäkerhetsverket, 2018. Elsäkerhetsverkets handlingsplan för klimatanpassning.

74 MSB, 2014. Hur värme påverkar tekniska system.

75 Elsäkerhetsverket, 2018. Elsäkerhetsverkets handlingsplan för klimatanpassning.

Import av energi

Sverige importerar biomassa, naturgas, olja och kol från andra länder, som precis som Sverige är utsatta för klimatförändringar. Den tinande permafrosten i Sibirien, där oljeledningar och annan infrastruktur byggts, riskerar att orsaka störningar i det ryska energisystemet. Indirekt kan detta påverka Sverige⁷⁶. Energimyndigheten belyser två händelser som skulle kunna få så pass omfattande störningar att hela försörjningen av naturgas påverkas. Dessa två händelser är dels erosion, ras eller skred nära Malmö/Köpenhamn, dels kraftig storm på Nordsjön, som båda kan påverka Sveriges import av naturgas⁷⁷.

Elektronisk kommunikation

Begreppet elektronisk kommunikation rymmer telekommunikationer, IT och radio. Den elektroniska kommunikationen i Sverige är beroende av en fungerande energiförsörjning. De risker som klimatförändringarna innebär för energiförsörjning utgör därmed en risk också för telekommunikationen.

Inom elektronisk kommunikation anger Post- och telestyrelsen, i en risk- och sårbarhetsanalys från år 2020, att konsekvenser av ett förändrat klimat så som torka, global uppvärmning och översvämningar samt bränder, värmeböljor, stormar och dammbrott *inte* bedöms kunna leda till nationella avbrott, och inte heller till några omfattande samhällsliga konsekvenser för Sveriges elektroniska kommunikation. Riskbedömningen har dock inte genomförts för händelser som kan leda till lokala och regionala avbrott, utan enbart på nationell nivå eller där ett stort antal abonnenter påverkas⁷⁸. Samhällsomställningen till följd av covid-19-pandemin har lett till att mer verksamhet flyttat ut i hushållen och blivit digital⁷⁹, vilket bör innebära att lokala och regionala risker kan få större konsekvenser på samhället. Det framkommer inte heller någonstans i Post- och telestyrelsens risk- och sårbarhetsanalys vilket tidsperspektiv myndigheten utgår ifrån vid bedömningen av konsekvenserna på den elektroniska kommunikationen av klimatförändringarna.

Scenarier över framtidens energisystem

Hur framtidens energisystem kommer att se ut beror på en rad olika faktorer. Ett av de svenska energi- och klimatmålen till år 2030 och framåt lyder: *Elproduktionen ska år 2040 vara 100 procent förnybar* (men det är inte ett stoppdatum som förbjuder kärnkraft)⁸⁰. Energiforsk beskriver det som högst troligt att det framtida elsystemet

utmärks av "en väsentligt större andel förnybar elproduktion, framförallt vindkraft"⁸¹. Detta beskrivs som ett robust beräkningsresultat.

Klimatpolitiska beslut på nationell eller högre nivå, som undertecknandet av Parisavtalet, påverkar hur framtidens energisystem kommer att se ut. I det av Energiforsk ledda projektet *Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet (2021)* används två olika omvärldsscenarioer; ett "basscenario" och ett "klimatscenario". Det senare byggs på antaganden om stringent klimatpolitik, en kraftig elbehovsutveckling och att målen i Parisavtalet uppnås. Basscenarioet ska däremot ses som en konsekvensanalys av dagens politik samt befintliga och planerade styrmedel. I basscenarioet nås exempelvis inte EU:s mål om nettonollutsläpp till år 2050. Gemensamt för bägge scenarierna är dock att vindkraften byggs ut⁸².

I Energimyndighetens *Scenarier över Sveriges energisystem 2020* har fem olika scenarier skapats, som sträcker sig fram till 2050. Fyra av scenarierna innebär minskad total energianvändning och tillförd energi till 2050. Det femte scenariot, Elektrifiering, som antar en högre takt av elektrifiering inom transportsektorn, bostäder och service, samt omfattande teknikskiften inom industrisektorn, leder även den till en något minskad total energianvändning och tillförd energi till 2050. I en analys inom elektrifieringsscenariot görs även skillnad på om kärnkraften kan eller inte kan byggas ut, samt om kostnaden för att producera vindkraft sänks eller inte. Analysen visar på stora skillnader i utfall för total energianvändning och tillförd energi. Gemensamt för alla scenarier är att vind- och solkraft ökar medan fossila bränslen minskar⁸³.

I Svenska Kraftnäts scenarier över elsystemets utveckling till år 2050 är en gemensam nämnare att elbehovet ökar i alla fyra scenarier, till följd av Sveriges omställning till ett energisystem utan utsläpp av växthusgaser. Variablerna är likt tidigare nämnda scenarier många. Svenska kraftnät anger att "I scenarierna varierar elbehovet beroende bland annat på omställningstakt, genomslag för vätgasproduktion med hjälp av el, energieffektivisering, digitalisering, importberoende gentemot självförsörjningsgrad och i vilken utsträckning till exempel biobränslen utgör en del i energimixen. Med tanke på den snabba utveckling vi sett under det senaste året, till exempel när det gäller elektrifieringen av industrin, är det dock ingen omöjlighet att behovet av el kommer bli än större än vad som antagits i scenarierna"⁸⁴.

76 IVL, 2020. Konsekvenser för Sverige av klimatförändringar i andra länder.

77 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

78 Post- och telestyrelsen, 2020. Risk- och sårbarhetsanalys för PTS och dess ansvarsområden 2020.

79 Post- och telestyrelsen, 2021. Digital omställning till följd av covid-19.

80 <https://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/sveriges-energi--och-klimatmal/>

81 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

82 Ibid.

83 Energimyndigheten, 2021. Scenarier över Sveriges energisystem 2020.

84 Svenska kraftnät, 2021. Långsiktig marknadsanalys 2021. Scenarier för elsystemets utveckling fram till år 2050.

Gemensamt för scenarierna är att de är exempel på olika vägar som Sverige skulle kunna ta. Ett scenario behöver inte vara mer troligt än något annat. Scenarierna har dock mer eller mindre gemensamt att förnybar el från vind-, vatten- och solkraft ges mer utrymme i framtidens svenska elsystem, medan fossila bränslen minskar. Kärnkraftens framtida roll är idag oklar, medan vattenkraften kan komma att öka i betydelse som reglerande energikälla, om vindkraften ökar och kärnkraften minskar. Hur Sveriges energimix ser ut i framtiden påverkar därmed betydelsen för hur klimatförändringarna påverkar energisektorn i stort⁸⁵.

11.3.2 Uppföljning och utvärdering av det nationella arbetet med klimatanpassning

På nationell nivå ingår flera myndigheter med koppling till energiförsörjning och elektronisk kommunikation i Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete⁸⁶; Energi-myndigheten, Svenska kraftnät, Elsäkerhetsverket, samt Strålsäkerhetsmyndigheten. Även Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Försvarsmakten, samt Post- och telestyrelsen är myndigheter som innefattas av förordningen, och vars verksamheter på olika sätt berör klimatanpassningen av Sveriges energiförsörjning, eller elektronisk kommunikation.

Bland de myndigheter som ingår i Förordning om myndigheters klimatanpassningsarbete anger Energi-myndigheten, Elsäkerhetsverket, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Strålsäkerhetsmyndigheten samt Post- och telestyrelsen att de har en handlingsplan för klimatanpassning, medan Svenska kraftnät anger att de inte har det⁸⁷.

Elsäkerhetsverket

Elsäkerhetsverket rapporterade under 2020 till uppföljningssystemet Klira⁸⁸ att myndigheten "... ska bidra till att elolyckor som drabbar människor, djur eller egendom inte blir vanligare i det framtida klimatet". Klimatanpassningssåtgärden som anges i Klira är liknande: "Att elektriska anläggningar i Sverige klimatanpassats i tid så att skador orsakade av elektricitet på person och egendom förebyggs", vilket klassats som en informativ åtgärd. Myndighetens handlingsplan för klimatanpassning gäller 2018–2020 och revideras under 2020–2021. Handlingsplanen ska, som myndigheten själva skriver, "... säkerställa att Elsäkerhetsverket i tid verkar för uppdaterad information, regler och tillsyn." För att nå målet ska initialt en kartläggning göras för att få svar på frågorna:

- Hur väl förberett är Sveriges elektriska anläggningar, elektriska produkter, anläggningsinnehavare och befolkning för klimatförändringarna?
- Hur farlig blir elen i framtiden om ingen ytterligare klimatanpassning görs?
- Vems är ansvaret?
- Vilka bör Elsäkerhetsverket samarbeta med framåt i vår handlingsplan för att klimatanpassa elsäkerhetsarbetet?⁸⁹

Handlingsplanen innehåller en djupgående risk- och sårbarhetsanalys för elsäkerheten i Sverige gentemot ett förändrat klimat, vilken bland annat resulterat i slutsatsen att "bland innehavare av elektriska anläggningar, bland annat lokalnätsägare och bostadsägare, finns många som har ingen eller mycket begränsad kunskap om vad som håller på att hända med det svenska klimatet och hur fort denna utveckling går. Därmed klimatanpassar man inte heller anläggningarna. Det är svårt att ta hänsyn till en risk som man inte ens känner till"⁹⁰.

Utifrån detta arbetar Elsäkerhetsverket med samverkan, informativa åtgärder, och regeländrar för att förbättra förutsättningarna för att elsäkerheten i Sverige ska kunna möta klimatförändringarna. En informativ åtgärd syns på myndighetens webbsida för klimatanpassning, där målgruppsanpassad information sammanställts⁹¹:

85 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

86 Sveriges riksdag, 2018. Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

87 Myndigheternas redovisning för år 2020 i SMHI:s webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

88 Ibid.

89 Elsäkerhetsverkets redovisning för år 2020 i SMHI:s webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

90 Elsäkerhetsverket, 2018. Elsäkerhetsverkets handlingsplan för klimatanpassning.

91 <https://www.elsakerhetsverket.se/om-oss/vi-arbetar-med/utredningar-och-analyser/klimatanpassad-elsakerhet/>

Energimyndigheten

Energimyndigheten leder samhällets omställning till ett hållbart energisystem, och beskrev under 2019 och 2020 i rapporteringssystemet för myndigheters klimatanpassningsarbete, Klira, att myndighetens huvudsakliga mål var att ”stödja energisektorns klimatanpassning genom att stärka Energimyndighetens interna arbete med klimatanpassning, i första hand genom ett allriskperspektiv inom befintliga ansvar och processer”⁹².

Målet har i Energimyndighetens handlingsplan för klimatanpassning delats in i olika åtgärder, med flertalet underliggande åtgärder. De övergripande åtgärderna är: 1) intern kunskapshöjning, 2) integrering i ordinarie verksamhet, samt den mer utåtriktade åtgärden 3) Energimyndighetens stöd till energisektorns klimatanpassning. Handlingsplanen sträcker sig över tidsperioden 2018-2020⁹³. Under 2021-2022 utför myndigheten en klimat- och sårbarhetsanalys, varpå en ny handlingsplan kommer att tas fram⁹⁴.

Stödet till energisektorns klimatanpassning utgörs av informativa, analyserande och organisatoriska åtgärder. Myndigheten vill bland annat uppmuntra det regionala och lokala klimatanpassningsarbetet, samt ge stöd i form av expertkunskaper och vägledning, som en informativ åtgärd. Som en av myndighetens analyserande åtgärder nämns att ”Utreda behovet av att införa funktionskrav inom fjärrvärme/kyla försörjning. Funktionskrav för en robust och resilient energiförsörjning ställs i olika form på elnätsbolag och företag inom naturgas”. En mer organisatorisk åtgärd är att Energimyndigheten ämnar upprätta samverkan om klimatanpassning med andra myndigheter verksamma inom energisektorn⁹⁵. Samverkan har sedan handlingsplanens lansering inletts genom dialog med Svenska kraftnät och erfarenhetsutbyte med andra myndigheter kopplade till Sveriges energiförsörjning via Myndighetsnätverket för klimatanpassning. Genom samarbete med SMHI kring klimatscenarier och Energimyndighetens egna långtidsscenarier har även graddagar och förändring i energianvändning modellerats, för att analysera minskat uppvärmningsbehov och ökat kylbehov till år 2050^{96,97}.

Som nämns ovan arbetar Energimyndigheten med långsiktiga scenarier för energianvändningen och energitillförseln i Sverige. Eftersom energi-

försörjningen av flera anledningar väntas förändras betydligt de kommande årtiondena utgör dessa scenarier ett viktigt underlag att applicera klimatscenarierna på. Långtidsscenarierna tas fram vartannat år⁹⁸.

Energimyndigheten har även deltagit i det av Energiforsk ledda forskningsprojektet *Klimatförändringars konsekvenser för energisystemet*, tillsammans med andra myndigheter. I projektet har klimatförändringarnas påverkan på den svenska och nordiska energiförsörjningen undersökts. Projektet presenterade sina resultat i mars 2021 och mycket av underlaget till detta delkapitel baseras på projektets olika delrapporter⁹⁹.

Svenska kraftnät

Svenska kraftnät är systemansvarig myndighet för kraftsystemet i Sverige. Myndigheten förvaltar och utvecklar Sveriges transmissionsnät för el. Svenska kraftnät är också elberedskapsmyndighet och tillsynsvägledande myndighet i frågor om dammsäkerhet.

Under 2021 genomför myndigheten en klimat- och sårbarhetsanalys som tar ett bredare grepp och inkluderar fler verksamhetsområden än vid den tidigare analysen. Den kommer senare att ligga till grund för myndighetens första handlingsplan för klimatanpassning¹⁰⁰. Vidare gäller för myndigheten, precis som för andra aktörer inom såväl energisektorn som för infrastrukturen i stort, att mycket av det dagliga arbetet och långsiktiga och förebyggande arbetet, i hög grad gynnar klimatanpassningen. I rapporteringssystemet Klira anger Svenska kraftnät följande för rapporteringen 2019-2020:

”Verket har prioriterat personella resurser för stärkt arbete med totalförsvaret och kontinuitetsplanering. Dessa insatser bedöms dock i många delar även ha bäring på klimatanpassning, då åtgärderna syftar till att höja infrastrukturens robusthet och förmågan till verksamhet även under svåra påfrestningar¹⁰¹.”

En organisatorisk åtgärd som myndigheten påbörjat är att under 2021 starta ett flerårigt samverkansprojekt inom dammsäkerhet i ett klimat i förändring, tillsammans med SMHI, Energiföretagen Sverige och SveMin. Projektet och föreslås bedrivas 2021 till 2023¹⁰².

92 Energimyndighetens redovisning för år 2019 och år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

93 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

94 Information från Linda Kaneryd, Energimyndigheten, 2021-09-03.

95 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

96 Energimyndighetens redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

97 Information från Linda Kaneryd, Energimyndigheten 2021-01-29.

98 Energimyndigheten, 2021. Scenarier över Sveriges energisystem 2020.

99 <https://energiforsk.se/program/klimatforandringarnas-konsekvenser-for-energisystemet/>

100 Information från Lovisa Lagerblad, SWECO, projektleder Svenska kraftnäts arbete med klimatanpassning och framtagande av klimat- och sårbarhetsanalys och handlingsplan 2021-05-18.

101 Svenska kraftnäts redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

102 Ibid.

Strålsäkerhetsmyndigheten

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar inom områdena strålskydd, kärnsäkerhet och nukleär icke-spridning. Myndigheten rapporterade under 2020 att en handlingsplan för klimatanpassning tagits fram, som främst berör myndighetens interna arbete. Den ska gälla under perioden 2020-2022. Enligt handlingsplanen ska kopplingar mellan klimatanpassning och andra områden och verksamheter inom myndigheten undersökas, för att eventuellt besluta om specifika åtgärder och myndighetsmål för klimatanpassning¹⁰³.

Den risk- och sårbarhetsanalys som gjorts avgränsades på grund av resursbrist, men visade inga förhöjda risker för strålsäkerheten i Sverige som följd av klimatförändringarna¹⁰⁴.

Sedan Fukushima 2011 har omfattande analyser utförts i syfte att kartlägga sårbarheten hos svenska kärnkraftverk mot extremväder. Efter analyserna beslutade Strålsäkerhetsmyndigheten att alla kärnkraftverksanläggningar, som villkor för drift efter år 2020, skulle ha infört en oberoende funktion för att hantera extrem yttre påverkan, inklusive extremt väder med lägre återkomsttid än vad övriga säkerhetssystem hanterar. Under 2020 har myndigheten granskat anläggningarnas åtgärder, med slutsatsen att villkoren för oberoende hårdkyllning uppfylls¹⁰⁵.

Post- och telestyrelsen

Post- och telestyrelsen (PTS) är den myndighet som bevakar området elektronisk kommunikation och post i Sverige. Myndighetens vision är att alla i Sverige ska ha tillgång till bra telefoni, bredband och post.

PTS beskrev under 2019 att man är en tillsynsmyndighet som inte bedriver någon egen verksamhet inom sina tillsynsområden. PTS åtgärder kan därför endast få en indirekt verkan genom vissa styrande åtgärder (t.ex. föreskrifter om det finns stöd i lag eller förordning) och tilldelning av robusthetsmedel som kan påverka hur andra aktörer agerar¹⁰⁶.

Under 2020 angav PTS att myndighetens mål inom klimatanpassning är att "arbeta för att minska risken för att tillgången till tillförlitliga och säkra elektroniska kommunikationsnät och elektroniska kommunikationstjänster påverkas av klimat-effekter som ras, skred, översvämningar, höga

temperaturer och torka". Inom ramen för detta ämnar myndigheten analysera klimateffekters påverkan på sektorer som påverkar elektronisk kommunikation. En intern kunskapsuppbyggnad anges också¹⁰⁷.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, har ansvar för att utveckla och stödja samhällets beredskap mot olyckor och kriser och vara pådrivande i arbetet med förebyggande och sårbarhetsreducerande åtgärder.

MSB har tagit fram en handlingsplan för klimatanpassning som gäller 2020-2025. I handlingsplanen listas flera åtgärder för att minska skador på kritisk infrastruktur och samhällsviktiga funktioner, som eldistribution. En av åtgärderna är en förstudie om ökad samverkan med Skogsstyrelsen för att reducera konsekvenserna av storm. Samverkan anges också kunna krävas med Energi-myndigheten, Svenska kraftnät och andra aktörer. En liknande förstudie för ökad samverkan med Skogsstyrelsen anges också för att minska risken för skogsbrand¹⁰⁸.

MSB ansvarar för drift, förvaltning och utveckling av Rakelsystemet. Rakel är ett digitalt radiokommunikationssystem för trygg och säker kommunikation mellan medarbetare inom samhällsviktig verksamhet. Rakelutrustningen sitter på master som ägs av MSB men även av andra aktörer. MSB har studerat hur radiokommunikationssystemet Rakel påverkas av ett förändrat klimat. För att få en bild av vad i Rakel som kan påverkas har en förstudie gjorts där byggnad, elektronik och master valts ut som relevanta parametrar att titta på. Rakel är byggt för att klara svåra väderförhållanden och långa elavbrott. Systemet och dess fysiska delar (master och byggnader) är byggda utifrån gällande regler från Boverket. När underhållsåtgärder vidtas tas hänsyn till bland annat klimatpåverkan för att systemet ska vara robust och hållbart. Byggnaderna som bland annat innehåller kylanläggningar kan behöva användas mer vid ett varmare klimat. Slutsatsen från förstudien är att systemet redan idag är robust och att successiva anpassningar görs för att systemet ska fortsätta att vara det¹⁰⁹.

103 Strålsäkerhetsmyndighetens redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

104 Ibid.

105 Ibid.

106 Post- och telestyrelsens redovisning för år 2019 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete

107 Ibid.

108 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

109 Information från Sara Nordmark, MSB, 2021-01-21 och Cecilia Alfredsson, MSB, 2021-01-22.

11.3.2.1 Genomförande och behov av fysiska åtgärder

Ansvaret för att utföra fysiska klimatanpassningsåtgärder inom svensk energiförsörjning är som tidigare beskrivits fördelad på en mängd aktörer. Energiutvinning genom vatten-, vind-, sol- och biokraft kan beskrivas som naturligt klimat-anpassad, då kraftverk med fördel byggs där mest energi går att utvinna. Underhåll mot slitage från väder och vind ingår ofta i arbetet, men dokumenteras sällan som klimatanpassning.

För att kunna informera om rätt åtgärder, såväl fysiska som informativa, behöver, enligt Energiforsks rapport från 2021, kunskapsunderlaget gällande klimatförändringarnas inverkan på energisystemet breddas och fördjupas. Framför allt behöver effekterna för produktionspotentialen hos de olika energislagen kvantifieras¹¹⁰.

Energianvändning

Fjärrvärme och fjärrkyla

Även om tyngdpunkten ligger vid att ta fram ny kunskap, bättre analyser och nya strategier ger Energiforsk, i sin rapport *Klimatförändringars inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla*, förslag på vissa fysiska åtgärder inom fjärrvärme och fjärrkyla. Bland annat föreslås säkerställande av dränering för att undvika skador på fjärrvärme och fjärrkylanäten och användning av översvämningsskador. För att implementera fler fysiska åtgärder krävs dock, enligt Energiforsk, bättre kännedom om hur marknaden påverkas av ett värme- och kylbehov i förändring¹¹¹.

Energikällor

Vattenkraft

Vattenkraftssystemet hanterar idag relativt stor säsong- och mellanårsvariation inom normal drift för elproduktion. Fysiska åtgärder för att med produktion möta utmaningar som drivs av förändrade tillrinningsförhållanden eller ett förändrat energisystem är exempelvis effekthöjning i kraftverk samt lokala hybridsystem för snabb reglering genom exempelvis batterier^{112,113}. Förändringar i extremer, både sett till storlek och förekomst, är av stor betydelse för dammanläggningar, lokala aktörer och ekosystem¹¹⁴. Flödesdimensionering utgör en viktig del av klimatanpassningen av

dammanläggningar och styrs av riktlinjer¹¹⁵ som innehåller råd om hantering av klimat i förändring. Huvudmännen har fortlöpande dialog för att säkerställa att riktlinjerna är ändamålsenliga och utvecklas, samt att tillämpningen ska vara enhetlig.

Vid extremt låga flöden påverkas inte bara elproduktionen, utan även de lokala aktörer och ekosystem som är beroende av samma vatten som anläggningarna. Minimitappningar, där anläggningarna förses användare nedströms med minsta nödvändiga flöde, kan komma att behöva öka om torrperioder blir vanligare, främst sommartid i södra Sverige.

Vindkraft

Inom vindkraft kan nedisning av rotorblad öka i mellersta och norra Sverige under vintern. Mot detta finns olika tekniker, och nya undersöks. En metod är att blåsa varm luft inuti rotorbladen, medan en annan är att värma upp bladytan med någon form av resistivt material. Nya metoder testas som inkluderar teknik som ska upptäcka is på rotorbladen och värma dem därefter¹¹⁶, eller detektera minskad prestanda som indikerar påbyggnad av is, eller metoder där is har svårare bildas på bladen¹¹⁷.

Bioenergi

Inom bioenergi är åtgärderna direkt kopplade till skogsbruket. Energiforsk skriver i sin rapport *Klimatförändringars inverkan på bioenergi* att "Den åtgärd som har potential att bidra till störst påverkan på bioenergisektorn är anpassad skogs-skötsel i form av trädslagsval. Blandskog bidrar till att minska riskerna ytterligare (Huuskonen m.fl., 2020). Trädslagsval påverkar både den möjligt ökade tillväxten, granbarkborreangrepp, stormfällning, rotröta och andra skadesvampar samt viltskador. Denna åtgärd har dock en långsiktig effekt (bortom 20 år)"¹¹⁸.

Kärnkraft

Kärnkraftverken i Sverige har under det senaste årtiondet efter bestämelse av Strålsäkerhetsmyndigheten infört en oberoende funktion för att hantera extrem yttre påverkan, inklusive extremt väder med lägre återkomsttid än vad övriga säkerhetssystem hanterar. Under 2020 har myndigheten granskat anläggningarnas åtgärder, med slutsatsen att villkoren för oberoende härdkylning uppfylls¹¹⁹.

110 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

111 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla. Rapport nr 741/2021.

112 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

113 Hallberg, K. & Willén, J., 2020. Hydro-battery hybrid system installed at Forshuvud, Sweden. The International Journal of Hydropower and Dams, 27:1.

114 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på vattenkraften.

115 Svenska kraftnät, Svensk energi & SveMin, 2015. Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar.

116 Energiforsk, 2018. Avisningssystem för vindkraftverk. Rapport nr 467/2018.

117 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på vindkraft. Rapport nr 742/2021.

118 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi. Rapport nr 739/2021.

119 Strålsäkerhetsmyndigheten redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

Distribution

Mycket genomförs för att säkerställa distributionen av el, genom Sveriges elnät. Veldig få av dessa åtgärder beskrivs dock som klimatanpassning, då de ingår i det normala underhållet och utvecklingen av elnätet, för att säkra leveransen av el. Elnätsbolagen har de senaste åren gjort ett stort arbete med att säkra elnätet mot väder och klimat¹²⁰.

Bland de åtgärder som redan utförs återfinns så kallad vädersäkring av elnätets infrastruktur och anläggningar. Detta ingår i det ordinarie arbetet med att trygga elförsörjningen. Dessa vädersäkrande åtgärder, som främst utgörs av så kallad kablfiering, utförs av en rad aktörer inom Sveriges eldistribution^{121,122,123}. Åtgärden har i störst utsträckning utförts i de mest kundtäta delarna av Sverige. Södra Sverige och utmed kusterna är de mest kablfierade områdena¹²⁴. Allt är dock inte möjligt att kablfieras, vilket Svenska kraftnät lyfter på sin webbplats som handlar om transmissionsnätet¹²⁵.

Kablfiering innebär att gräva ner luftburna ledningar på region- och lokalnätetsnivå i marken för att minska risken för skador på ledningarna, främst från nedfallande träd vid storm. Genom att ha nedgrävda ledningar minskar också risken för att ledningsstolpar knäcks vid storm. Luftledningar i transmissionsnätet byggs i så kallat trädsäkrat utförande med breda skogsgator, vilket innebär att träd aldrig riskerar att komma så nära att de kan falla på en anläggningsdel.

En åtgärd som kan minska skadorna vid trädpåfall och liknande händelser genom att underlätta felsökning och underhåll, är olika typer av sensorer (linjeagent) som övervakar ledningarna och larmar om var i nätet ett strömavbrott sker, eller om till exempel vegetationen kring ledningarna vuxit för högt¹²⁶. Energimarknadsinspektionen anger att så kallade skogliga åtgärder, det vill säga trädfällning, röjning, borttagning av kantträd, etc. är en vanlig åtgärd som används för att minska skador från fallande träd, samt slitage från övrig vegetation¹²⁷.

Elsäkerhet

Fysiska åtgärder som utförs för att förbättra elsäkerheten i Sverige, som följd av att klimatet förändras, klassificeras sällan som något annat än underhållsarbete eller utveckling av elnät och anläggningar.

Elektronisk kommunikation

Liknande de fysiska robusthöjande åtgärderna som utförs inom bland annat elnätet, utförs också åtgärder för att höja robustheten för Sveriges elektroniska kommunikation. Under 2020 beskriver Post- och telestyrelsen att ett flertal åtgärder eller finansiering av åtgärder utförts inom en rad områden, som reservkraft, anläggningssskydd och fiberinfrastruktur. Ytterligare åtgärder planeras eller håller på att genomföras. Bland annat genomför nu Post- och telestyrelsen, baserat på en tidigare studie om brandförlopp och hur bränder i försörjningstunnlar kan släckas, åtgärder för att minska risken för brand i särskilda försörjningstunnlar¹²⁸.

11.3.2.2 Tillgång till och behov av kunskap, databaser och verktyg

I det av Energiforsk ledda forskningsprojektet *Klimatförändringars konsekvenser för energisystemet* undersöktes hur energibranschen kan komma att påverkas i ett varmare klimat. Förslag på åtgärder ges för delar av energibranschen i delrapporterna från projektet. Generellt behövs stora mängder analyser och forskning om klimatförändringarnas inverkan på energisektorn och om vilka åtgärder som fungerar och bör prioriteras. Ingen inbördes prioritering eller värdering gjordes inom projektet mellan de många åtgärderna. I Tabell 11.3.1 visas exempel på åtgärder som föreslås av Energiforsk, där flera åtgärder fokuserar på att ta fram ny kunskap.

Energianvändning

Fjärrvärme och fjärrkyla

Gällande ny kunskap kring åtgärder kopplade till fjärrvärme och fjärrkyla har arbetet inlett genom Energiforsks rapport *Klimatförändringars inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla*, där en rad åtgärder föreslås. Inom fjärrvärme görs redan mycket vad gäller kartläggning av ökad medeltemperatur och mindre uppvärmningsbehov. En vidareutveckling av befintliga och nya verktyg för att prognosticera förändringen av värmebehov och värmeeffekt i enskilda nät föreslås i rapporten, samt utveckling av nya nyttor, erbjudanden och affärsmodeller inom sektorn för att anpassa marknaden. Inom fjärrkyla föreslås det ökande kylbehovet undersökas på liknande sätt som det förändrade läget för fjärrvärme – genom bland annat utveckling av affärsmodeller, vidareutveckling av verktyg och marknadsundersökningar¹²⁹.

120 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport nr 740/2021.

121 <https://www.kraftringen.se/privat/el/elnat/investeringar-elnat/>

122 <https://www.eon.se/om-e-on/investeringar/elnaetsinvesteringar/vi-saekrar-elen-i-sverige>

123 <https://www.piteenergi.se/privat/elnat/vi-framtidsakrar-elnatet/>

124 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport nr 740/2021.

125 <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/transmissionsnätet/utbyggnadsprocessen/teknik/>

126 <https://energiforsk.se/nyhetsarkiv/linjeagenter-har-koll-pa-luftledning/>

127 Energimarknadsinspektionen, 2020. Tillsyn avseende leveranssäkerheten i elnäten. PM – Ei PM 2019:02.

128 Post- och telestyrelsen, 2020. Risk- och sårbarhetsanalys för PTS och dess ansvarsområden 2020.

129 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla. Rapport nr 741/2021.

Energikällor

Vindkraft

Energiforsk har ett projekt tillsammans med SMHI, Chalmers och konsultföretaget Profusom syftar till att göra en fördjupad analys av hur klimatförändringen specifikt påverkar vindkraften, särskilt med avseende på variabilitet. Projektet startade under våren 2021 och planeras slutföras vid utgången av 2022.

Vidare föreslås i *Klimatförändringars inverkan på vindkraften* ny forskning inom flera områden för att bättre beräkna hur produktionen av vindkraft påverkas av klimatförändringar, men även för vilka åtgärder som är lämpliga utifrån olika platser och tidsperspektiv. Iskastning från vindkraftverk behöver bättre förståelse och behöver åtgärdas, man behöver studera andra länder med större problem liksom vindar på hög höjd och deras förändring regionalt. Man behöver också ta fram tekniker för att få vindkraftverken att producera även vid lugnare vindar¹³⁰.

Vattenkraft

Gällande ny kunskap kring åtgärder som är kopplade till vattenkraft har arbetet inletts genom Energiforsks rapport *Klimatförändringars inverkan på energisystemet*, där en rad åtgärder föreslås. Bland dessa syns exempelvis förbättrade prognoser för tillrinning och elpriser, samt fysiska åtgärder som ökad effekt hos vissa kraftverk¹³¹.

Ett forskningsprojekt lett av Energiforsk undersöker fram till 2022 hur vattenkraften kan fortsätta att vara en reglerande, säker och effektiv energiresurs också i framtidens förändrade klimat. De fem arbetspaketen i projektet kommer att studera 1) klimatparametrar och hydrologisk modellering, 2) konsekvenser på stationsnivå, 3) konsekvenser på elsystemnivå, 4) konsekvenser för energisystemets och elsystemets långsiktiga utveckling, samt 5) en syntes med sammanfattande slutsatser. Det här är ett multidisciplinärt forskningsprojekt i nära samverkan mellan forskare och experter från Chalmers, KTH, SMHI, Profu och Energiforsk. Även vattenkraftföretagen och Energiföretagen Sverige deltar aktivt i arbetet både med egen expertis och med indata till modelleringen av vattenkraften i olika älvsträckor¹³².

Klimatförändringens påverkan på extrema flöden har identifierats som en viktig klimatanpassningsaspekt att kartlägga för dammar inom vattenkraften. Där analyser visar på ökade

dimensionerande flöden kan man, enligt Svenska kraftnät, behöva vidta ombyggnadsåtgärder för att öka säkerhetsmarginalerna. Dammhaveri kan i vissa fall förorsaka dominohaveri, storskalig översvämning och förstörelse längs en lång älvsträcka, och därigenom påverka även annan infrastruktur och bebyggelse¹³³.

För extrema lågflöden krävs större lagringsvolym eller periodvis stängd produktion. För att kartlägga detaljerna inom årsvariationer i olika delar av landet behövs mer kunskap som kan användas för att kunna utforma miljöåtgärder.

Bioenergi

Gällande ny kunskap kring åtgärder kopplade till bioenergi har arbetet inletts genom Energiforsks rapport *Klimatförändringars inverkan på bioenergi*, där en rad åtgärder föreslås. Ytterligare forskning behövs inom de flesta delarna av bioenergisektorn. Några av dessa är att: i diskussion med aktörer inom branschen fortsätta analysera de positiva konsekvenser som klimatförändringarna kan ha för bioenergin; öka forskningen om specifika skadegörare för att anpassa åtgärderna mot dessa, samt mer forskning kring konsekvenserna av kombinationen av flera samverkande händelser som är kopplade till klimatförändringar och effekterna de ger¹³⁴.

Distribution

När det gäller ny kunskap kring åtgärder som är kopplade till elnätet, har arbetet inletts genom Energiforsks rapport *Klimatförändringars inverkan på elnätet*, där man föreslår en rad åtgärder. I rapporten ges rekommendationer på hur kunskapen om hur elnätet påverkas av klimatförändringarna och på åtgärder för att minska de negativa konsekvenserna av dessa. Rapporten pekar på att det går att lära från andra som upplever liknande och ännu större utmaningar med bland annat skogsbränder, nedisning, blötsnö, åska och värmeböljor. Vidare behöver, enligt Energiforsk, kunskapen om klimatförändringsindex höjas genom regional klimatmodellering och förbättrad beskrivning av markförhållanden. Elnätet och hur det drabbas av klimatförändringarna behöver studeras ytterligare, varpå åtgärder behöver prioriteras och utföras. Där till behöver klimatförändringen kontinuerligt följas och utvärderas parallellt med elnätet och dess utveckling, detta för att förhindra kunskapsluckor¹³⁵.

130 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på vindkraft. Rapport nr 742/2021.

131 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

132 <https://energiforsk.se/program/klimatforandringarnas-inverkan-pa-vattenkraften/>

133 Affärsverket Svenska kraftnät redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

134 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi. Rapport nr 739/2021.

135 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på elnätet. Rapport nr 740/2021.

Elsäkerhet

I sin handlingsplan för klimatanpassning meddelar Elsäkerhetsverket att det finns behov av att utreda personsäkerhetsriskerna vid översvämning¹³⁶.

Elektronisk kommunikation

Under 2020 genomfördes en förstudie om prioritetfunktion i mobilnät. Syftet med förstudien var att samhällsviktiga användare ska kunna ges företräde i mobilnät för situationer som kräver krishantering. Förstudier och liknande kunskapsbyggande insatser görs också inom områdena ledning och samverkan, stärkta nät och tjänster samt förvaltning av IT-system. Dessa insatser kan ge bättre förmåga att hantera omfattande händelser med inverkan på elektronisk kommunikation – däribland händelser som är relaterade till klimatförändringarna¹³⁷.

11.3.2.3 Tillgång till och behov av informativa åtgärder

För att kunna informera om rätt åtgärder, såväl fysiska som informativa, behöver enligt Energiforsk kunskapsunderlaget om klimatförändringarnas inverkan på energisystemet breddas och fördjupas. Framför allt behöver effekterna för produktionspotentialen hos de olika energislagen kvantifieras¹³⁸.

Informativa åtgärder för energieffektivisering, som leder till att Sverige minskar den totala energianvändningen, kan leda till minskat beroende av energi och därmed minskad sårbarhet när klimatet förändras. Åtgärden kan också bidra till arbetet med minskad klimatpåverkan.

Energimyndigheten signalerar i sin handlingsplan för klimatanpassning att det finns kunskapsluckor bland privatpersoner, organisationer och företag kring ansvaret vid långvariga elavbrott. Alla energianvändare har ett eget ansvar att förebygga och lindra konsekvenser av ett avbrott i, bland annat, energileveranserna. Ju färre energianvändare som vet sitt ansvar och som har beredskap vid avbrott, desto sämre är samhällets förmåga att hantera störningar i energiförsörjningen. Vidare varslar Energimyndigheten i sin handlingsplan om att ”En fundamental sårbarhet för den enskilde är att många bostäder och lokaler är beroende av el från elnätet för att producera värme”¹³⁹.

Energimyndigheten informerar via webbplats och sociala kanaler om hur privatpersoner, privata och offentliga aktörer kan förbereda sig inför avbrott i energiförsörjningen. Under vintersäsongerna 2020–2021 har informationssatsningen *Elavbrott – vad gör jag nu?* genomförts med syfte att öka privatpersoners kunskap om sitt eget ansvar för krisberedskap och ge råd om vad de kan göra för att förebygga och lindra konsekvenser vid längre elavbrott¹⁴⁰.

Energimyndigheten har kunskapsstöd riktade mot både offentliga och privata aktörer inom energisektorn i syfte att minska sårbarheten i händelse av avbrott eller energibrist. Där informeras även om vilket ansvar olika aktörer har för att vidta åtgärder i syfte att lindra konsekvenserna vid avbrott i energiförsörjningen¹⁴¹.

På samma sätt som energianvändare ansvarar för alternativa lösningar vid avbrott, ansvarar anläggningsinnehavare själva för elsäkerheten kring sina anläggningar. Då elsäkerheten kan kompromissas vid exempelvis ras och översvämning har Elsäkerhetsverket tagit fram målgruppsanpassade guider på hur elsäkerheten kan bli bättre. Guiderna riktar sig till privatpersoner i samhället, bostadsägare, anläggningsinnehavare, anläggningsinnehavare av eldistributionsnät samt information speciellt riktad åt fysisk planering och nybyggnation¹⁴².

11.3.2.4 Tillgång till och behov av styrande/juridiska åtgärder

Enligt krisberedskapsförordningen¹⁴³ har Energimyndigheten, Svenska kraftnät, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap och Post- och telestyrelsen ingått ett samverkansområde gällande teknisk infrastruktur, som alla kan ha bäring på energiförsörjning och elektronisk kommunikation¹⁴⁴.

Energimyndigheten ska enligt sin instruktion¹⁴⁵ utveckla och samordna samhällets krisberedskap och åtgärder för höjd beredskap inom energiberedskapsområdet och bedriva omvärldsbevakning och analys samt stödja andra myndigheter med expertkompetens inom området, samt planera, samordna och, i den utsträckning som regeringen föreskriver, genomföra ransoneringar och andra regleringar som gäller användning av energi¹⁴⁶.

136 Elsäkerhetsverket, 2018. Elsäkerhetsverkets handlingsplan för klimatanpassning.

137 Post- och telestyrelsen, 2020. Risk- och sårbarhetsanalys för PTS och dess ansvarsområden 2020.

138 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

139 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

140 Information från Linda Kaneryd, Energimyndigheten, 2021-01-25.

141 Ibid.

142 <https://www.elsakerhetsverket.se/om-oss/vi-arbetar-med/utredningar-och-analyser/klimatanpassad-elsakerhet/>

143 Sveriges riksdag, 2015. Förordning (2015:1052) om krisberedskap och bevakningsansvariga myndigheters åtgärder vid höjd beredskap.

144 Strålsäkerhetsmyndighetens redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

145 Sveriges riksdag, 2014. Förordning (2014:520) med instruktion för Statens energimyndighet.

146 Information från Linda Kaneryd, Energimyndigheten, 2021-01-25.

Energimyndigheten skriver i sin handlingsplan för klimatanpassning att ellagen bland annat ställer krav på att inga elavbrott får vara längre än 24 timmar. Elanvändare behöver därmed minst klara att hantera elavbrott som varar 24 timmar. Genom EU:s gasförsörjningsförordning¹⁴⁷ ställs funktionskrav gällande leveranssäkerhet men även bland annat krav på att avbrott i det nationella transmissionssystemet för naturgas inte ska påverka ”skyddade kunder”¹⁴⁸.

I Svenska kraftnäts instruktion ingår flera områden som gör klimatanpassning nödvändig:

1 §. Affärsverket svenska kraftnät är ett statligt affärsverk som är systemansvarig myndighet för kraftsystemet i Sverige. De har till uppgift att på ett affärsmässigt sätt förvalta, driva och utveckla ett kostnadseffektivt, driftsäkert och miljöanpassat kraftöverföringssystem, sälja överföringskapacitet samt i övrigt bedriva verksamheter som är anknutna till kraftöverföringssystemet.

3 §. Svenska kraftnät ska också [...] 4. främja forskning, utveckling och demonstration av ny teknik av betydelse för verksamheten, 5. svara för beredskapsplaneringen inom sitt verksamhetsområde under kris- eller krigsförhållanden, [...] 10. inom sitt verksamhetsområde se till att möjligheterna att bygga ut förnybar elproduktion och nya användningsområden för el tas tillvara i omställningen av elsystemet, [...] 16. inom sitt verksamhetsområde verka för att de energipolitiska mål som riksdagen har godkänt uppnås [...] ¹⁴⁹.

Vidare innehåller även Svenska kraftnäts föreskrifter om elberedskap (SvKFS 2013:2), som riktar sig till elföretag och kompletterar Elberedskapslagen (1997:288) paragrafen nedan, där den sista meningen kan tolkas som en hänvisning till klimatförändringars olika effekter:

”5 § Arbetet med risk- och sårbarhetsanalyser ska omfatta att på ett systematiskt sätt identifiera, analysera och dokumentera riskkällor som kan påverka säkerheten i den egna verksamheten, bedöma hur sårbar verksamheten är mot dessa riskkällor och föreslå åtgärder med anledning av resultatet. Riskkällor som är av mycket ovanlig karaktär ska inte undantas från analysen. [...]”

Strålsäkerhetsmyndighetens nya riktlinjer för svenska kärnkraftverk om att införa en oberoende hårdkylning för att hantera extrem yttre påverkan har införts, och villkoren följs nu av anläggningarna. Påverkan inkluderar extremt väder med lägre återkomsttid än vad övriga säkerhetssystem hanterar¹⁵⁰.

I Elsäkerhetsverkets handlingsplan för klimatanpassning konstateras att varken svenska lagar, Elsäkerhetsverkets föreskrifter eller tillämpliga standarder i Sverige har några specifika krav på att elektriska anläggningar ska anpassas till klimatförändringarna. Elsäkerhetsverket beskriver att de borde ta hjälp av branschorganisationer som Energiföretagen och deras regelverk för snabbare implementering av nya regler/rekommendationer för att höja elsäkerheten. Myndigheten ser även möjligheter att i samma syfte förändra sina egna föreskrifter¹⁵¹.

Elsäkerhetsverkets handlingsplan för klimatanpassning pekar ut flera lagar, föreskrifter och standardiseringar. Dessa kan uppdateras genom att beakta klimatförändringarna, exempelvis:

- I Ellagen 1997:857 3 kap. 1 § finns krav som riktar sig till företag som bedriver nätverksamhet, i denna rapport kallade nätägare. Nätägare ansvarar för drift och underhåll av sitt ledningsnät. De ska se till att ledningsnätet är säkert, tillförlitligt och effektivt och på lång sikt uppfyller rimliga krav på överföring av el.
- Ellagen 1997:857 2 kap. 11 § ställer krav på vad som ska beaktas för att ett nätföretag ska få tillstånd att bygga ledningsnät inom ett visst område eller en ledning med i huvudsak bestämd sträckning, så kallad nätkoncession. Energimarknadsinspektionen är tillståndsgivande myndighet och Elsäkerhetsverket är remissinstans och beslutar om drifttillstånd i vissa fall. I tillämpningen av denna lag skulle behovet av klimatanpassning troligen kunna vägas in framåt.
- Energimarknadsinspektionen har gett ut en föreskrift, EIFS 2013:3, som ställer krav på att nätägarna årligen gör en Risk- och sårbarhetsanalys, RSA, med avseende på leveranssäkerheten i elnäten. I arbetet med denna RSA bör även risker kopplade till klimatförändringar inkluderas då endast riskkällor av exceptionell karaktär får undantas från analysen (ref.6).
- Vad gäller standardisering så har klimatanpassningsfrågan varit uppe för diskussion i både Svensk Elstandards (SEK) standardiseringskommittéer och internationella motsvarigheter. Diskussionerna har hittills inte resulterat i några konkreta förändringar av standarder inom det elektrotekniska området. Idag finns inga regler i elstandarder som berör klimatanpassning eller åtgärder för att specifikt skydda anläggningar mot klimatrisker som till exempel översvämning. Det finns enbart gene-

147 Europaparlamentets och rådets förordning, 2017. (EU) 2017/1938 om åtgärder för att säkerställa försörjningstryggheten för gas och om upphävande av förordning (EU) nr 994/2010.

148 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

149 Regeringskansliet, 2007. Förordning (2007:1119) med instruktion för Affärsverket svenska kraftnät.

150 Post- och telestyrelsens redovisning för år 2020 i SMHIs webbverktyg Klira enligt Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

151 IVL, 2020. Screening av nationellt arbete med klimatanpassning utifrån tillgängliga strategier och handlingsplaner. Rapport nr Nr C 502.

rella regler om att man ska ta hänsyn till risker när man bygger en elanläggning. Precis som för elsäkerhetsverkets föreskrifter kan man anse att det rådande klimatet ska beaktas utifrån reglerna i standarderna men det är inte tydligt att man ska ta hänsyn till klimatförändringarna då det inte finns krav på ett framåtblickande perspektiv och hur långt det perspektivet i så fall skulle vara.

- Plan och bygglagen, PBL 2010:900, reglerar vem som har ansvaret och vilka typer av risker som ska beaktas innan man antar en detaljplan eller ger bygglov. Tillämpningen av denna lag har alltså stor påverkan på att nybyggnationer och bygglovspflichtiga ombyggnationer utförs på en sådan plats och delvis också på ett sådant sätt att byggnationen förblir elsäker även i det förväntade framtida klimatet. Kortfattat så ligger bestämmanderätten här hos kommunerna vad gäller bygglov och detaljplaner men länsstyrelsen har rätt att upphäva detaljplaner som kommunerna antagit som inte i tillräcklig grad beaktat till exempel översvämnings- och rasrisk. I detaljplanen har kommunen möjlighet att styra vilken typ av byggnader som får uppföras var. Man har även möjlighet att styra krav på skyddsåtgärder för att minimera riskerna för översvämnings- och ras. Plan- och byggförordningen ger Boverket, som är den myndighet som regeringen utsett, bemyndigande att föreskriva inom vissa områden¹⁵².

Vattenkraft

Perioder med minskad nederbörd påverkar anläggningar för vattenkraft, men även andra vattenanvändare i området och ekosystem som nedströms är beroende av ett visst vattenflöde¹⁵³. För att inte nedströms ekosystem och andra vattenanvändare ska påverkas negativt kan krav på så kallade minimitappningar, det vill säga det minsta som måste tappas ur magasinen för ekosystemens skull, komma att öka.

11.3.2.5 Tillgång till och behov av organisatoriska/samordnande åtgärder

Ansvar för klimatanpassning av Sveriges energiförsörjning är fördelat mellan en rad aktörer. Energimyndigheten skriver i sin handlingsplan för klimatanpassning att "Ansvaret för en trygg energiförsörjning är delat mellan myndigheter och företag. Det innebär att flera aktörer måste ta ett större ansvar för att effekterna av klimatförändringen och dess konsekvenser för energiförsörjningen beaktas och integreras i det normala arbetet¹⁵⁴".

På nationell nivå ingår flera myndigheter med koppling till energiförsörjning och elektronisk kommunikation i Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete¹⁵⁵, vars verksamheter på olika sätt berör klimatanpassningen av Sveriges energiförsörjning, eller elektronisk kommunikation. Energimarknaden i Sverige är också beroende av en rad internationella aktörer som till exempel energiproducenter som Statkraft i Norge.

Länsstyrelserna, Energimarknadsinspektionen, branschorganisationen Energiföretagen Sverige med sina 197 ordinarie medlemmar¹⁵⁶, Drivkraft Sverige, Energigas Sverige, privata aktörer på energimarknaden, kommuner, fastighetsägare, samt privatpersoner är alla viktiga delar av energiförsörjningen som producenter, anläggningsinnehavare, distributörer, eller slutanvändare. Även aktörer som SMHI och andra företag i prognosbranschen är viktiga bidrag till beslutsunderlag på de korta tidsskalorna. Därtill är forskare vid myndigheter, universitet och andra forskningsinstitutioner, som Energiforsk och Stockholm Environmental Institute, en hörnsten för svensk energiförsörjning, genom att bidra med beslutsunderlag åt övriga aktörer.

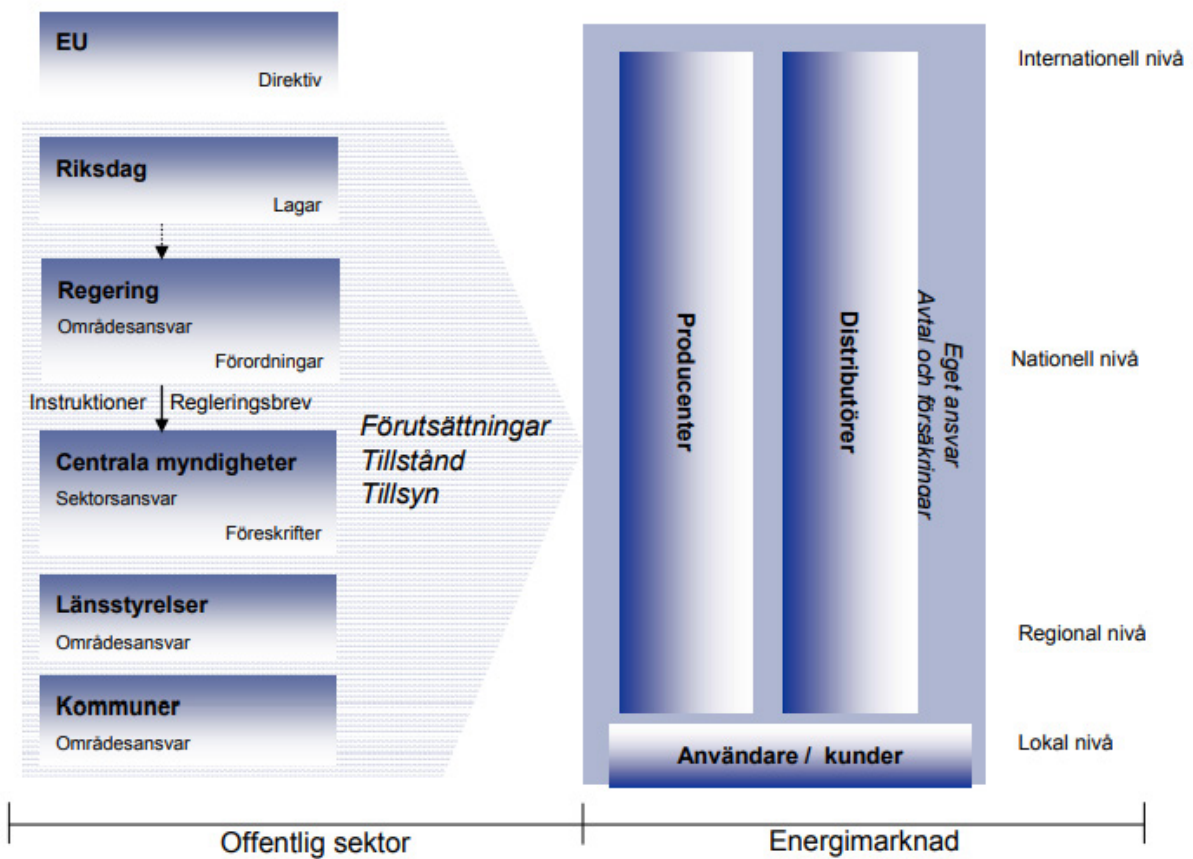
152 Elsäkerhetsverket, 2018. Elsäkerhetsverkets handlingsplan för klimatanpassning.

153 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på vindkraft. Rapport nr 742/2021.

154 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

155 Sveriges riksdag, 2018. Förordning (2018:1428) om myndigheters klimatanpassningsarbete.

156 <https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/om-oss/medlemskap/medlemmar-efs-201008.pdf>



Figur 11.3.2 Energimyndigheternas övergripande bild av energisystemets aktörer.

Energimyndigheten aviserade i sin handlingsplan för klimatanpassning från 2018 att de haft för avsikt att upprätta samverkan om klimatanpassning med andra myndigheter som är verksamma inom energisektorn¹⁵⁷. Inom Myndighetsnätverket för klimatanpassning har under 2020 en särskild energigruppering skapats, där Energimyndigheten, SMHI, Svenska kraftnät samt Försvarsmakten ingår.

Det finns upprättad samverkan i frågor som rör krisberedskap/naturolyckor inom energisektorn. Här bör enligt Energimyndigheten även klimatanpassningsfrågor diskuteras¹⁵⁸.

En kommitté för dammsäkerhet i ett klimat i förändring har under år 2021 tillsatts av Svenska kraftnät, branschorganisationerna Energiföretagen Sverige och SveMin samt SMHI. Syftet är att värdera klimatfrågans betydelse för dammsäkerheten och stärka utvecklingen vad gäller avbördnings säkerhet och klimatanpassning av dammanläggningar. Det övergripande målet är att tillgängliggöra aktuell och relevant information och lägga grunden för ett strategiskt klimatanpassningsarbete rörande dammar vilket redovisas år 2023.

157 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

158 Information från Linda Kaneryd, Energimyndigheten, 2021-01-25

11.3.3 Prioritering av klimatanpassningsbehov för energiförsörjning och elektronisk kommunikation

”Genom klimatförändringen kommer det svenska energisystemet att utsättas för större påfrestringar i form av väder- och klimatpåverkan. I delar av landet och på nya platser där hotet inte funnits tidigare”¹⁵⁹.

Omställningen till ett fossilfritt Sverige, såväl som andra utvecklingsfaktorer, innebär att det är ett energisystem i förändring som behöver anpassas till klimatförändringar. Energisektorn påverkas således dubbelt av klimatförändringar. Dels med styrning bort från fossila bränslen, dels genom att framtida energisystem ska vara hållbara i ett förändrat klimat. Omställning och anpassning är ömsesidigt beroende av varandra och behöver samordnas.

Energisystemet och dess olika delar kommer på olika sätt att påverkas av klimatförändringarna, men en lång rad andra faktorer är också avgörande för energisystemets långsiktiga utveckling¹⁶⁰. Omställningen till ett fossilfritt Sverige, den omfattande energieffektiviseringen¹⁶¹, elektrifieringen av transportsektorn och industrin¹⁶², digitaliseringen av samhället, samt kärnkraftens vara eller icke vara är några av dessa faktorer. Även teknikutveckling har stor betydelse. Som exempel kan nämnas teknik- och kostnadsutvecklingen som är viktig för etablering av sol- och vindkraft, utvecklingen på batterisidan samt inte minst den digitala utvecklingen¹⁶³. Därtill tas under 2021 en vätgasstrategi fram för Sverige¹⁶⁴. Det är därför till viss del ett förändrat energisystem som kommer att påverkas av klimatförändringarna.

Om klimatförändringen väntas få stor betydelse för ett visst energislag, men energislagets framtida roll tros vara begränsad, så får just denna klimatsignal en relativt liten betydelse för systemet som helhet. Om å andra sidan ett energislag väntas få stor betydelse i den framtida energimixen, samtidigt som klimatförändringar kan komma att få stor påverkan för just detta energislag, då är sannolikt systemet som helhet relativt utsatt för just den klimatsignalen¹⁶⁵.

De svenska energi- och klimatmålen till 2030 och framåt gör gällande att kärnkraftens framtid i Sverige inte på något sätt är avgjord, men att målet med elproduktionen är att den ska vara helt förnybar till år 2040: Elproduktionen ska år 2040 vara 100 procent förnybar (men det är inte ett stoppdatum som förbjuder kärnkraft)¹⁶⁶. Avseende energieffektivisering har Sverige satt upp ett mål om att Energianvändningen ska vara 50 procent effektivare 2030 jämfört med 2005 (genom minskad energiintensitet).

Scenarier för Sveriges framtida energisystem, som presenteras av Energimyndigheten¹⁶⁷, Svenska kraftnät¹⁶⁸ och inom forskningsprojektet Klimatförändringarnas konsekvenser för energisystemet^{169,170}, har gemensamt att de är exempel på olika vägar som Sverige skulle kunna ta. Ett scenario behöver inte vara mer troligt än något annat. Sammantaget är det dock mycket troligt att förnybar el från vind-, vatten- och solkraft ges mer utrymme i framtidens svenska energisystem, medan fossila bränslen minskar. Kärnkraftens framtida roll är oklar, medan vattenkraften kan komma att öka i betydelse som reglerande energikälla. Detta till följd av potentiellt ökad produktion av vindkraft och minskad produktion av kärnkraften. Hur Sveriges energimix ser ut i framtiden påverkar därmed betydelsen för hur klimatförändringarna påverkar energisektorn i stort¹⁷¹.

159 Energimyndigheten, 2018. Energimyndighetens arbete med klimatanpassning. Handlingsplan Dnr 2018-926.

160 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

161 Energimyndigheten, 2020. Sektorsstrategier för energieffektivisering.

162 Regeringen, 2021. Elektrifieringsstrategin.

163 Information från Stefan Montin, Energiforsk, 2021-01-21.

164 Regeringen, 2021. Uppdrag att ta fram förslag till en strategi för vätgas och elektrobränslen.

165 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

166 Energimyndigheten, 2020. Sveriges energi- och klimatmål.

167 Energimyndigheten, 2021. Scenarier över Sveriges energisystem 2020.

168 Svenska kraftnät, 2021. Långsiktig marknadsanalys 2021. Scenarier för elsystemets utveckling fram till 2050.

169 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

170 Energiforsk, 2021. Scenarier för energi och klimat. Rapport nr 771/2021.

171 Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet. Sammanfattande slutrapport. Rapport nr 738/2021.

11.3.4 Prioritering av åtgärder för energiförsörjning och elektronisk kommunikation med fokus på år 2023–2028

Expertrådet för klimatanpassning stöder de åtgärder som föreslås av Energiforsks forskningsprogram *Klimatförändringars inverkan på energisystemet*¹⁷². I projektet har en mängd olika åtgärder identifierats för att minska energisystemets sårbarhet för klimatförändringen samt tillvarata eventuella möjligheter. Tabell 11.3.1. sammanfattar några av

dessa åtgärder, inklusive Energiforsks bedömning av vilka aktörer som i första hand bedöms beröras av föreslagna åtgärder. Listan ska ses som exempel på åtgärder och aktörer eftersom Energiforsk markerar att ingen djupare analys har varit möjlig inom ramen för projektet.

Tabell. 11.3.1. Exempel på åtgärder för att minska sårbarhet för klimatförändringen samt tillvarata eventuella möjligheter. Från Energiforsk, 2021. Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet.

| Åtgärd | Typ av åtgärd | Del av energisystem | Berörda aktörer (exempel) |
|--|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Förbättrade prognoser för tillrinning och elpriser | Prognoser m.m. | Vattenkraft | F&U, energibransch |
| Utvecklad produktions- och vattenplanering | Prognoser m.m. | Vattenkraft | Energibransch |
| Effekthöjning i vissa kraftverk | Fysisk | Vattenkraft | Energibransch |
| Lokala hybridsystem för snabb reglering (t.ex. batterier) | Fysisk | Vattenkraft | Energibransch |
| Mer flexibla miljötillstånd | Lagstiftning m.m. | Vattenkraft | Övriga |
| Ökad kunskap om framtida vindklimat – både medelvind och extremer | Ökad kunskap | Vindkraft | F&U |
| Förbättrad iskartering, samt ökad kunskap om när och var isbildning sker | Ökad kunskap, prognoser m.m. | Vindkraft, elnät | F&U, energibransch |
| System för detektering av påbörjad isbildning | Fysisk | Vindkraft | Energibransch |
| System för avisning och prevention | Fysisk | Vindkraft | Energibransch |
| Ökad kunskap om framtida åskklimat (frekvens och amplitud) | Ökad kunskap | Vindkraft, elnät, kärnkraft | F&U |
| Förbättrade prognoser för åska | Prognoser m.m. | Vindkraft, elnät, kärnkraft | F&U, energibransch |
| Ökat djup för kylvattenintag | Fysisk | Kärnkraft | Energibransch |
| Utvecklad och anpassad skogsskötsel | Fysisk | Bioenergi | Övriga |
| Anpassning av trädslagsval | Fysisk | Bioenergi | Övriga |
| Nyttja möjlig ökning i bioenergi-potential | Fysisk | Bioenergi | Energibransch |
| Ökad kunskap om framtida risk för utbredd torka | Ökad kunskap | Bioenergi | F&U |
| Utvecklad och förbättrad hantering av skogsbränder | Fysisk | Bioenergi, elnät | Övriga |
| Förbättrade brandgator och skogsbilvägar för släckningsverksamhet | Fysisk | Bioenergi, elnät | Övriga |
| Ökad kunskap om framtida risk kring stormar, inkl. stormar i kombination med t.ex. minskad tjäle | Ökad kunskap | Bioenergi, elnät | F&U |
| Förbättrade prognosverktyg för värmebehov och värmeeffekt | Prognoser m.m. | Fjärrvärme/fjärrkyla | F&U, energibransch |
| Säsongslager för fjärrvärme | Fysisk | Fjärrvärme/fjärrkyla | Energibransch |
| Absorptionskyla | Fysisk | Fjärrvärme/fjärrkyla | Energibransch |
| Utvecklade prismodeller | Prognoser m.m. | Fjärrvärme/fjärrkyla | Energibransch |
| Effektstyrning och flexibilitetslösningar | Fysisk | Fjärrvärme/fjärrkyla | Energibransch |
| Beakta klimatförändringar i dimensionering av nya elledningar | Prognoser m.m. | Elnät | Energibransch |
| Fortsatt nedgrävning av luftledningar | Fysisk | Elnät | Energibransch |

172 Ibid.

| Risk | Åtgärd: Kunskapshöjande, utöka nuvarande åtgärd(er) |
|---|---|
| Samtliga klimatrisker | <p>Vad: Gå vidare med de förslag på åtgärder som togs fram inom Energiforsks projekt <i>Klimatförändringars inverkan på energisystemet</i>¹⁷³.</p> <p>Varför: Omställningen till ett fossilfritt Sverige, såväl som andra utvecklingsfaktorer, innebär att det är ett energisystem i förändring som behöver anpassas till klimatförändringar. Energisektorn påverkas således dubbelt av klimatförändringar. Det sker dels med styrning bort från fossila bränslen, dels genom att framtida energisystem ska vara hållbara i ett förändrat klimat. Omställning och anpassning är ömsesidigt beroende av varandra och behöver samordnas.</p> <p>Hur: En analys av vilka förslag på åtgärder som har störst potential bör genomföras. Detta kräver dels forskning och utveckling, dels uppdrag till relevanta myndigheter. Samordning mellan omställning och klimatanpassning av energisystem bör vara centralt.</p> |
| Risk | Åtgärd(er): Kunskapshöjande/Informativa, utöka nuvarande åtgärd(er) |
| Stigande hav, ras, skred, översvämningar | <p>Vad: Ta fram kunskap och underlag kring vilka områden som är lämpliga, samt vilka områden som är direkt olämpliga, för eventuell nyetablering av vind-/vatten-/solkraft ur ett klimatriskperspektiv.</p> <p>Varför: Nya kraftverk byggs i riskzoner för exempelvis stigande hav, ras och skred, översvämning. Om vi med stöd av bättre kunskapsunderlag bygger på rätt ställen idag undviker vi kostnader för att klimatsäkra eller flytta kraftverken i framtiden.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämpliga myndigheter i uppdrag att, i samverkan med berörda aktörer inom energisektorn, ta fram kunskap och underlag kring vilka geografiska områden som är lämpliga, samt vilka områden som är direkt olämpliga, för eventuell nyetablering av vind-/vatten-/solkraft ur ett klimatriskperspektiv. Uppdraget bör inkludera att ta fram stöd till de olika aktörerna inom energisektorn kring tolkning av den nya kunskapen/underlagen/scenarierna.</p> |
| Risk | Åtgärd(er): Kunskapshöjande/Informativa, utöka nuvarande åtgärd(er) |
| Samtliga klimatrisker | <p>Vad: Samordna framtagandet av riskscenarier för Sveriges framtida energisystem mellan myndigheter.</p> <p>Varför: Myndigheters och andra aktörers många olika framtidsscenarier ger olika beslutsunderlag vilket leder till otydlighet och skapar förvirring kring vilka åtgärder som behöver vidtas för att klimatsäkra energisystemet. Samverkan kring vilka scenarier för framtidens energisystem som tas fram och används ger en mer sammanhållen bild att utgå ifrån vid val av åtgärder.</p> <p>Hur: Regeringen bör ge lämpliga myndigheter i uppdrag att, i samverkan med berörda aktörer inom energisektorn, ta fram riskscenarier för Sveriges framtida energisystem. Uppdraget bör inkludera att ge stöd till de olika aktörerna inom energisektorn kring tolkning av den nya kunskapen/underlagen/scenarierna för ett förändrat klimat.</p> |