



Klimatförändringar i energisektorn

Sofie Hellsten, IVL
Sofie.hellsten@ivl.se

Jenny Gode, Ebba Löfblad, Thomas Unger, Peter Blomqvist, Johan Holm, Emil Nyholm, Martin Hagberg, Julia Hansson, Annamaria Sandgren, Sofie Hellsten, Nathalie Fransson, Erik Kjellström, Gustav Strandberg, Lisa Göransson



Upplägg

- Klimatförändringen i Sverige
- Klimatförändringen och energisystemet
 - Elnätet
 - Fjärrvärmesektorn
 - Vattenkraft
 - Vindkraft
 - Kärnkraft
 - Bioenergi (från skogen)





Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet

2021:738 - JENNY GODE, EBBA LÖFBLAD, THOMAS UNGER, PETER BLOMQVIST, JOHAN HOLM, EMIL NYHOLM, MARTIN HAGBERG, JULIA HANSSON, ANNAMARIA SANDGREN, SOFIE HELLSTEN, NATHALIE FRANSSON, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG, LISA GÖRANSSON

FÖRFATTARE

Jenny Gode, Ebba Löfblad, Thomas Unger, Peter Blomqvist, Johan Holm, Emil Nyholm, Martin Hagberg, Julia Hansson, Annamaria Sandgren, Sofie Hellsten, Nathalie Fransson, Erik Kjellström, Gustav Strandberg, Lisa Göransson

Rapporter



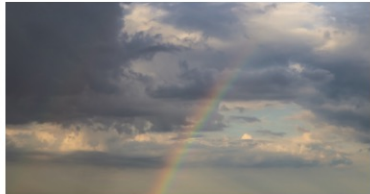
Klimatförändringarnas inverkan på vattenkraften

2021:743 - EBBA LÖFBLAD, JENNY GODE, GUSTAV STRANDBERG, ERIK KJELLSTRÖM, STEFAN MONTIN



Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige

2021:745 - ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG, CHANGGUI LIN



Scenarier för energi och klimat

2021:771 - MARTIN HAGBERG, THOMAS UNGER, JENNY GODE



Klimatförändringarnas inverkan på vindkraften

2021:742 - PETER BLOMQVIST, JENNY GODE, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG



The Impact of Climate Change on Nuclear Power

2021:744 - THOMAS UNGER, ERIK KJELLSTRÖM, JENNY GODE, GUSTAV STRANDBERG



Klimatförändringarnas inverkan på elnätet

2021:740 - PETER BLOMQVIST, JENNY GODE, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG



Klimatförändringarnas inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla

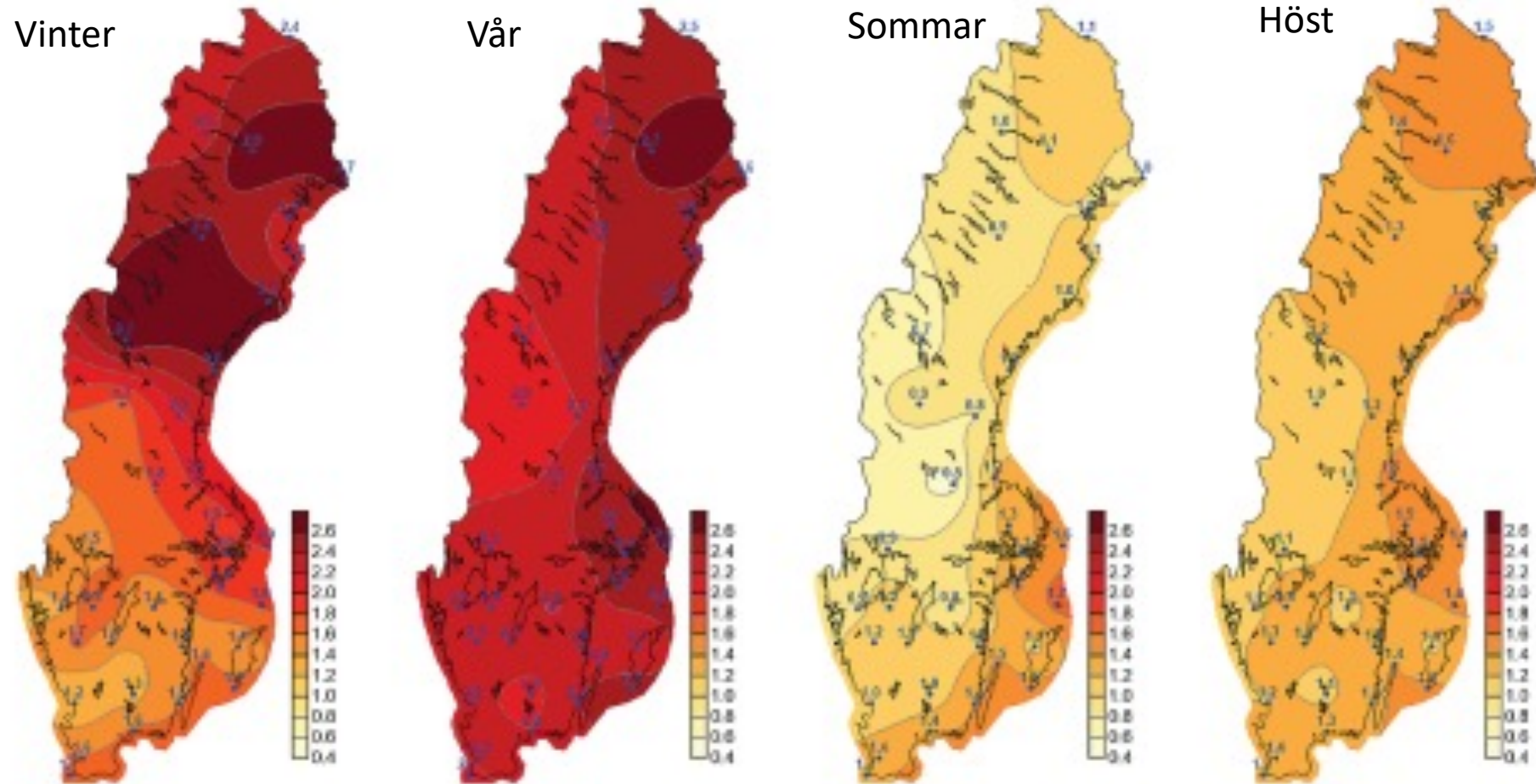
2021:741 - ANNAMARIA SANDGREN, NATHALIE FRANSSON, JENNY GODE, EMIL NYHOLM, JOHAN HOLM, GUSTAV STRANDBERG



Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi

2021:739 - JULIA HANSSON, SOFIE HELLSTEN, JENNY GODE, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG

Klimatförändringen pågår och i Sverige har medeltemperaturen redan ökat med 1,7 grader sedan slutet av 1800-talet

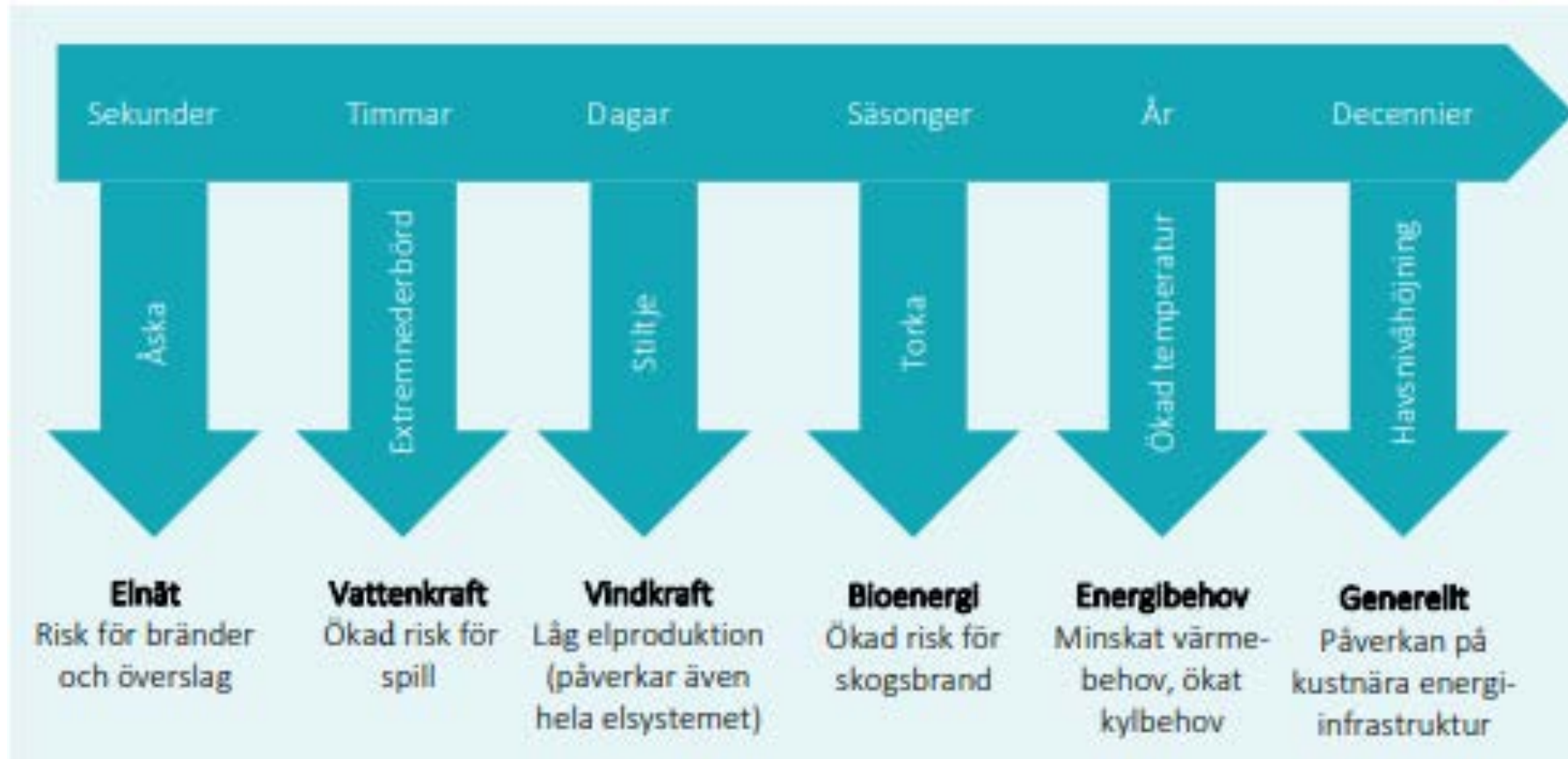


Förändring av årstidsmedeltemperaturen mellan perioderna 1860–1900 och 1991-2019 baserat på 35 stationer. Källa: SMHI

Klimatförändringen och energisystemet

- Klimatförändringen pågår och i Sverige har medeltemperaturen redan ökat med 1,7 grader sedan slutet av 1800-talet
- Även om de globala utsläppen begränsas kraftigt kommer klimatförändringen att fortsätta
- Påverkan från klimatet beror på vilken betydelse olika energislag har i framtidens energisystem
- En bedömning av den samlade effekten av klimatförändringar på energisystemet kräver kännedom om både framtidens energisystem och det framtida klimatet.
- Energisystemets utveckling styrs både av faktorer som vi har relativt god kännedom om och faktorer som är förknippade med mycket stora osäkerheter.
- Högst troligt är dock att det framtida elsystemet i Sverige och Norden kommer att utmärkas av en väsentligt större andel variabel förnybar elproduktion, framförallt vindkraft, än idag.

Klimatförändringen påverkar energisystemet både genom plötsliga händelser och successiva förändringar



Exempel på olika tidsskalor och olika väder- och klimatrelaterade effekter på energisystemet

Elnätet

- Elnätet påverkas redan idag av väder- och klimatrelaterade faktorer (åska och stormar).
- Åska blir sannolikt med frekvent förekommande i ett varmare klimat.
- Konsekvenser som bedöms ha störst påverkan på elnätet är plötsliga.
- Klimatförändringen förväntas främst innebära negativa konsekvenser för elnätet (möjligen med undantag för minskad isbildning i södra Sverige).



Fjärrvärmesektorn

- Fjärrvärmesektorn bedöms påverkas signifikant av klimatförändringen (tydligt minskade värmebehovet då vintrarna blir mildare och säsongen kortare).
- Minskad potential för kraftvärmeproduktion.
- Samtidigt kan efterfrågan på fjärrkyla öka.
- Viktiga omvärldsfaktorer: befolkningsutveckling, energieffektivisering, val av uppvärmningsalternativ samt tillgång till och val av kylningsalternativ till byggnader.



Vattenkraft

- Påverkas redan av klimatförändringen, men andra omvärldsfaktorer bedöms vara helt avgörande för den framtida omfattningen av denna påverkan.
- Framtida elsystem - ökad efterfrågan på el och en hög andel variabel kraft (främst vindkraft) → vattenkraftens reglerförmåga kommer behövas i större utsträckning.
- Ökad tillrinning till de flesta magasinen - inte säkert att det leder till ökad elproduktion. (Vattnet kanske behöver sparas till situationer då reglerkapacitet behövs. Låga elpriser i kombination med höga flöden kan innebära att vatten spills istället för att användas för elproduktion.
- Påverkan av klimatförändringen beror således på vattenkraftens roll och värde i framtida elsystem



Vindkraft

- Vindkraften bedöms inte påverkas av klimatförändringen i någon nämnvärd utsträckning.
- Stora osäkerheter i hur vindklimatet kommer att utvecklas.
- Vanligare eller inte med långvariga perioder med antingen stiltje eller mycket kraftig vind över stora geografiska områden samtidigt? (Påverkar vindkraftsproduktionen och hela elsystemet i mycket stor utsträckning)
- Utbyggnaden förväntas öka kraftigt.
- Två viktiga omvärldsfaktorer: acceptans och tillståndsprocesser.



Kärnkraft

- Robust och väl rustad för klimatförändringen.
- Säkerheten bedöms inte påverkas av klimatförändringen.
- Driften kan i mindre utsträckning påverkas (åsköverslag och högre havsvattentemperatur --> lägre elverkningsgrad och störningar från marina organismer).
- Viktiga omvärldsfaktorer: Politik, teknikutveckling, planerbar effekt och den framtida elmarknadens värdering av elenergi.



Bioenergi (från skogen)

- Kan komma att påverkas i både positiv och negativ bemärkelse av klimatförändringen.
- Storleken är svår att kvantifiera eftersom påverkan på bioenergisektorn främst är indirekt (klimatförändringarna har en direkt påverkan på skogen, därefter skogsindustrin och sedan bioenergisektorn).
- Mycket tyder på att klimatförändringen leder till ett ökat utbud av biobränslen, men en mer ojämn tillförsel.
- Viktiga omvärldsfaktorer: efterfrågan på biomassa för olika ändamål, förändrad syn på biomassans hållbarhet och roll i klimatarbetet.



Påverkan på bioenergisektorn

Stor påverkan på skogen förväntas - Indirekt påverkan på bioenergisektorn



Bioenergisektorn



- Ökad skogstillväxt har störst påverkan men torrare marker kan minska tillväxten
- Troligt med tydlig påverkan på bioenergisektorn även av
 - granbarkborreangrepp (försämrade virkeskvalitet, lager, ojämn tillgång)
 - skogsbränder (ökat utbud)
 - ändrade markförhållanden som försvårar biobränsleuttag
 - viltskador (minskad tillväxt)
- Branschen behöver agera eller förbereda sig för i princip samtliga konsekvenser.
- Inom flera områden vidtas redan åtgärder i olika utsträckning eftersom konsekvenserna inte är nya.
- Exempel på åtgärder: Val av trädslag, aktivt och anpassat skogsbruk, uttag och skötsel, ökad flexibilitet.

Att minnas: konkurrensen om skogsbiomassan bedöms vara minst lika viktiga för bioenergisektorn som klimatförändringen.

Åtgärder för klimatanpassning

- Den pågående och förväntat ökande elektrifieringen av samhället innebär att energisystemet (framförallt elsystemet) står inför stora förändringar.
- Åtgärder för klimatanpassning bör beaktas vid ny- och reinvesteringar.
- Bättre kunskapsunderlag behövs för att kunna kvantifiera effekter och bidra till klimatanpassningsåtgärder.

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 miljötilstånd	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 bioenergipotential	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

Slutsatser



- Klimatförändringen är tydlig och fortsatta förändringar kommer att få vidare konsekvenser för energisektorn i Sverige.
- Klimatförändringen är bara en av alla de omvärldsfaktorer som påverkar energisystemet.
- För vissa energislag är påverkan från klimatförändringen signifikant, för andra är övriga omvärldsfaktorer mer avgörande.
- Påverkan från klimatet beror på vilken betydelse olika energislag har i framtidens energisystem.
- Klimatförändringen påverkar energisystemet både genom plötsliga händelser och successiva förändringar.
- Klimatförändringen påverkar produktionspotentialen för både el och fjärrvärme.
- Ökad skogstillväxt kan gynna bioenergipotentialen, men klimatförändringen kan ge problem med skadedjur, skogsbränder och försämrade markförhållanden.



Klimatförändringarnas inverkan på energisystemet

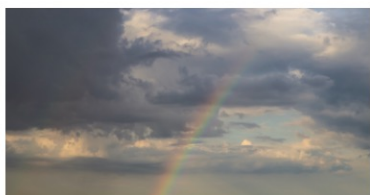
2021:738 - JENNY GODE, EBBA LÖFBLAD, THOMAS UNGER, PETER BLOMQVIST, JOHAN HOLM, EMIL NYHOLM, MARTIN HAGBERG, JULIA HANSSON, ANNAMARIA SANDGREN, SOFIE HELLSTEN, NATHALIE FRANSSON, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG, LISA GÖRANSSON

Rapporter



Klimatförändringarnas inverkan på vattenkraften

2021:743 - EBBA LÖFBLAD, JENNY GODE, GUSTAV STRANDBERG, ERIK KJELLSTRÖM, STEFAN MONTIN



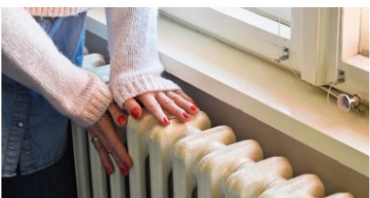
Scenarier för energi och klimat

2021:771 - MARTIN HAGBERG, THOMAS UNGER, JENNY GODE



The Impact of Climate Change on Nuclear Power

2021:744 - THOMAS UNGER, ERIK KJELLSTRÖM, JENNY GODE, GUSTAV STRANDBERG



Klimatförändringarnas inverkan på fjärrvärme och fjärrkyla

2021:741 - ANNAMARIA SANDGREN, NATHALIE FRANSSON, JENNY GODE, EMIL NYHOLM, JOHAN HOLM, GUSTAV STRANDBERG



Förändringar i klimatet som påverkar energisektorn i Sverige

2021:745 - ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG, CHANGGUI LIN



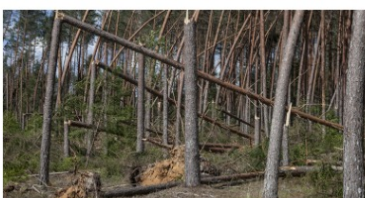
Klimatförändringarnas inverkan på vindkraften

2021:742 - PETER BLOMQVIST, JENNY GODE, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG



Klimatförändringarnas inverkan på elnätet

2021:740 - PETER BLOMQVIST, JENNY GODE, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG



Klimatförändringarnas inverkan på bioenergi

2021:739 - JULIA HANSSON, SOFIE HELLSTEN, JENNY GODE, ERIK KJELLSTRÖM, GUSTAV STRANDBERG

Profu, IVL, SMHI och Chalmers

FÖRFATTARE

Jenny Gode, Ebba Löfblad, Thomas Unger, Peter Blomqvist, Johan Holm, Emil Nyholm, Martin Hagberg, Julia Hansson, Annamaria Sandgren, Sofie Hellsten, Nathalie Fransson, Erik Kjellström, Gustav Strandberg, Lisa Göransson



Tack!

sofie.hellsten@ivl.se



Övergripande sammanfattning av klimatförändringens konsekvenser för olika energislag och olika delar av systemet

	Relevanta klimatfaktorer (urval)	Energikälla	Energianläggning	Distribution	Energianvändning
Vattenkraft	Nederbörd, temperatur	Förändrad nederbörd & temperatur → förändrade tillrinningsmönster	Förändrad potential för elproduktion Påverkan på lagringskapacitet		
Vindkraft	Vind, temperatur, nederbörd, brandrisk	Oförändrad medelvind Ökad brandrisk södra Sverige	Minskad isbildning södra SE, ökad isbildning norra SE, brandrisk södra SE, minskad is till havs	Ev. risk för översvämning av interna elnät (IKN)	
Kärnkraft	Åska, havsvattentemperatur		Minskad elverkningsgrad. Igensättning av kylvattenintag av marina organismer	Överslag av interna eller externa elnät pga åska	
Bioenergi	Temperatur, vegetationsperiodens längd, nederbörd, vind	Längre växtperiod, ökad tillväxt, förändrad fuktighet, mindre tjäle, brandrisk, skadedjur	Förändrad uttagsmöjlighet, lagringsbehov, ökat utbud, ojämn tillgång		
FV/FK ¹⁰	Temperatur, nederbörd, fukt	Ev. ökad brandrisk i biobränslelager	Minskad fjärrvärme- och elproduktion, ökad fjärrkylproduktion	Ev. påverkan på ledningsnät	Minskat värmebehov, ökat kylbehov
Elnät	Is- och snöförhållanden, temperatur, åska, kraftiga vindar			Minskad isbildning södra SE, ökad isbildning norra SE, åsköverslag, risk för brand södra SE	