

Elektrificering udskifter én afhængighed med en anden

Temanummer: Hvordan løser vi energikrisen?

De nordiske lande har ambitiøse klima- og elektrificeringsmål, hvilket gør dem afhængige af en stabil elforsyning, der er modstandsdygtig over for svingende energipriser. Landene står over for tre modstridende udfordringer, der går på at sikre en pålidelig, økonomisk opnåelig og bærekraftig energiforsyning – "Energis Trilemma". Norden har de seneste to år oplevet en hidtil uset energikrise med høje elpriser til slutforbrugerne. En række krisestyringsforordninger er blevet lanceret på EU- og nationalt plan for at håndtere situationen. Risici i råstoffers værdikæder, energimarkeder – og elmarkeder specifikt – kan påvirke forsyningssikkerheden i de kommende år.

Sikker, økonomisk opnåelig og bæredygtig energiforsyning

Det er en udfordring at finde balance i Energiens Trilemma (figur 1) og dermed sikre en pålidelig, økonomisk opnåelig og bæredygtig energiforsyning. Ofte kan disse tre politiske målsætninger trække i hver sin retning – deraf betegnelsen trilemma.

De nordiske lande ligger højt på det internationale World Energy Trilemma Index (World Energy Council, 2022) i forhold til resten af verden. Alligevel har de sidste to års energi- og forsyningskrise sat Energiens Trilemma på den politiske dagsorden med ønske om øget prioritering af forsyningssikkerhed. For at forstå trilemmaet er det vigtigt først at give en beskrivelse af de tre ben, som trilemmaet består af.

Sikkerhedsdimensionen i Energiens Trilemma retter fokus på at imødekomme nuværende og fremtidige energiforsyningsspørgsmål pålideligt, samt modstå og komme sig efter systemchok med minimal afbrydelse af energiforsyningerne. Samtidig er det vigtigt at forberede sig på en kraftig stigning i elektrificeringen i de kommende år, som vil kræve mere effektiv forvaltning af energi samt resiliens i energiinfrastruktur og værdikæder.

En kraftig stigning i elektrificeringen vil kræve store investeringer i øget energiproduktion fra vedvarende energikilder, som sol-, vind- og vandkraft, såvel som elnetforbindelser, energilagring, og overvågning og kontrol af elsystemet. Ny infrastruktur skal også være i stand til at tolerere ekstreme vejrforhold og andre potentielle trusler, såsom cyberangreb. Dette vil kræve tiltag for redundans og fleksibilitet, således elsystemet kan tilpasse sig skiftende efterspørgsel og tilgængeligheden af energi.



**MARTON LEANDER
VØLSTAD**
Rådgiver,
Nordisk Energiforskning

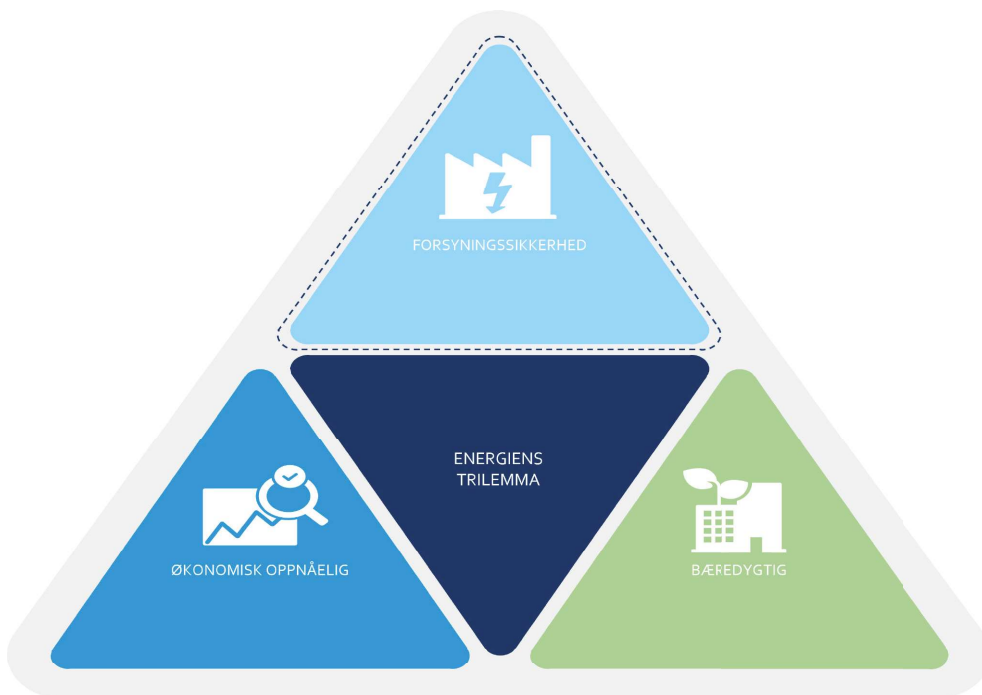


KLAUS SKYTTE
Ph.d,
Administrerende direktør,
Nordisk Energiforskning



JES VITTING
Kommunikationschef,
Nordisk Energiforskning

Figur 1: Energiens Trilemma – Styrke forsyningssikkerheden samtidig med at sikre adgang til energi, som er bæredygtig og økonomisk opnåelig for borgerne (World Energy Council, 2022).



Økonomisk opnåelig energi er afgørende for social bæredygtig vækst (eng: *just transition*) og velfærd i et industrialiseret samfund. Denne dimension i Energiens Trilemma fokuserer på tilgængeligheden af tilstrækkelig energi til husholdninger og kommercielle formål, samt de socioøkonomiske faktorer, der påvirker energiforbruget og tilhørende priser.

Høje energipriser kan påvirke udvikling og produktivitet samt skabe social ulighed (Menyhert, 2023) og politisk ustabilitet. Investeringer i ny energiinfrastruktur skal tage højde for tilknyttede socioøkonomiske og fordelingsmæssige konsekvenser med hensyn til tilgængelighed af arbejdskraft, jobskabelse, industriel konkurrenceevne og samfundsmæssige fordele.

Klimamæssig bæredygtighed er et centralt begreb inden for energipolitik, som refererer til den langsigtede klima- og miljømæssige holdbarhed af energisystemer. Denne dimension af Energiens Trilemma omfatter foranstaltninger, der er nødvendige for at reducere drivhusgasemissioner og miljøpåvirkningen af energiproduktion, distribution og forbrug.

Energiproduktion, der udnytter teknologier, såsom sol og vindkraft, kan bidrage til at reducere energisystemets miljøpåvirkning. Ligeledes er effektiv transmission og distribution af energi afgørende for at minimere energitab. Nye teknologier, såsom CO₂-fangst og -lagring, kan hjælpe visse industrisektorer, der har særligt svært ved at reducere deres udledning af drivhusgasser, for eksempel stål- og cementproduktion, til at minimere og afbøde deres CO₂-udledning.

For at imødekomme udfordringer i Energiens Trilemma kræves en række politiske tiltag og investeringer i såvel produktion, infrastruktur samt udnyttelse af energikilder, som er tilgængelige i nærområdet. Prioriteringen af forsyningssikkerhed kan derfor i visse tilfælde gå imod ønsket om en social bæredygtig grøn omstilling med en økonomisk opnåelig og klimavenlig energiforsyning for alle borgere.

Norden skal være en grøn, konkurrencedygtig og social bæredygtig region

I den nordiske kontekst er der et stærkt fokus på bæredygtig energi og dekarbonisering af energisektoren for at reducere klimapåvirkninger og opfylde klimamålene. De nordiske lande er førende inden for vedvarende energi og har sat ambitiøse mål for overgangen til grøn energi (Nordisk Ministerråd, 2021; European Commission, 2019). For eksempel har Danmark et mål om at være uafhængig af fossile energiresourcer inden 2050, mens Sverige har tilsvarende mål om at være et CO₂-neutralt samfund inden 2045. Norge, Finland og Island har også sat ambitiøse mål om at reducere CO₂-udledningerne og øge andelen af vedvarende energi i deres respektive energisystemer.

De nordiske lande har allerede taget væsentlige skridt mod dekarbonisering af energisektoren ved at investere i vedvarende energikilder som vind-, sol-, vand-, geotermisk- og bioenergi. De nordiske lande er også førende inden for bæredygtig transport og elektrificering af transportsektoren ved hjælp af elbiler og andre grønne transportløsninger.

Desuden har de nordiske lande et fælles elmarked, som giver mulighed for samarbejde og handel med elektricitet på tværs af landegrænserne. Dette kan styrke udnyttelsen af de vedvarende energikilder, da landene kan samarbejde om at udjævne produktion og efterspørgsel.

Alt i alt har de nordiske lande taget en ledende rolle for den globale energiomstilling, og deres fokus på bæredygtighed og dekarbonisering vil være afgørende for at opnå de globale klimamål og sikre en bæredygtig fremtid.

De nordiske landes klimamål er udfordret af en stigende efterspørgsel på energi og en anerkendelse af behovet for at begrænse klimaforandringerne. Til trods for forbedringer i energiforsyningens kontinuitet i regionen (Council of European Energy Regulators, 2016) har der været udfordringer med høje energipriser og usikker forsyningssikkerhed under energikrisen de sidste to år.

Nordisk Energiforskning har gennemført en udredning (Nordisk Energiforskning, 2023) af Energiens Trilemma i den nordiske region i relation til de sidste års energikrise med høje priser. I 2021 steg efterspørgslen på naturgas, olie og kul i de nordiske lande, da de kom ud af COVID-19-nedlukningen. Dette førte til stigende energipriser og udfordringer med at opretholde forsy-

ningsikkerheden. Konflikten i Ukraine har yderligere forværret forsyningsafbrydelserne og har afsløret behovet for mere modstandsdygtig energiinfrastruktur.

I begyndelsen af 2022 oplevede EU en stigning i energiinflationen på 27 %, hvilket bidrog til den generelle inflation på 5,1 % (Eurostat, 2022). Denne stigning i energipriserne er en betydelig udfordring for EU og kan have en negativ indvirkning på økonomien, samt for forbrugere og virksomheder (Menyhert, 2023). Som et svar på krisens umiddelbare virkninger har Europa-Kommissionen foreslået Fonden for Retfærdig Omstilling (European Commission, 2021a) og bidraget med en værktøjskasse til handling og støtte til beskyttelse af forbrugere og virksomheder (European Commission, 2021b). Disse initiativer sigter mod at hjælpe de mest sårbare sektorer og forbrugere samt mindske energiprisernes negative indvirkning på økonomien.

De nordiske lande har reageret på den stigende energiinflation ved at tilbyde forskellige former for økonomisk støtte til de hårdest ramte husstande (tabel 1). Dette understreger, at de nordiske lande tager energiprisernes indvirkning på befolkningen alvorligt og søger at hjælpe de mest sårbare sektorer af samfundet.

Tabel 1: Formidlende tiltag for at håndtere energikrisen per september 2022 (Nordisk Energiforskning, 2023).

| Response | Danmark 🇩🇰 | Finland 🇫🇮 | Island 🇮🇸 | Norge 🇳🇴 | Sverige 🇸🇪 |
|---|------------|------------|-----------|----------|------------|
| Tilskud | ● | ● | ● | ● | ● |
| Reduceret energitariffer/afgifter | ● | ● | ● | ● | ● |
| Stimulere energieffektivitet/teknologiændring | ● | ● | ● | ● | ● |
| Udsættelse af regninger | ● | ● | ● | ● | ● |
| Informationskampagner | ● | ● | ● | ● | ● |
| Offentlig energieffektivisering /-reduktion | ● | ● | ● | ● | ● |
| Trepartsforhandlinger | ● | ● | ● | ● | ● |
| Investering i forskning | ● | ● | ● | ● | ● |

Legend: ● = Iværksat initiativ ● = Besluttet, men ikke implementert endnu ● = Ikke bestemt

Energikrisen er kompleks og var ikke drevet af et enkelt event eller scenarie. Nordisk Energiforsknings studie (Nordisk Energiforskning, 2023) identificerede otte *drivers*, som tilsammen medvirkede til ”den perfekte storm” bag energikrisen. Disse er summeret i nedenstående figur 2.

Nordisk Energiforsknings udredning af Energiens trilemma viser, at der er betydelig variation i landenes tiltag mod de identificerede drivfaktorer. Det understreger, at de nordiske lande iværksatte forskellige initiativer for at håndtere krisen og give økonomisk støtte til forbrugerne (se tabel 1).

Figur 2: Drivfaktorer for energikrisen i Norden (Nordisk Energiforskning, 2023).



Skal man komme med politiske anbefalinger for opnåelse af en bedre balance i Energiens Trilemma på baggrund af eksisterende tiltag, må dette derfor gøres i henhold til nationale anbefalinger og nordiske anbefalinger. Nordiske anbefalinger dækker over fælles problemstillinger, der kan findes merværdi i at håndtere sammen.

Geopolitisk uro og krav om forsyningsikkerhed styrker værdien af nordisk samarbejde, hvor de nordiske lande kan udnytte hinandens styrker og forskelligheder til fordel for alle. Tre af de vigtigste anbefalinger på nordisk niveau er:

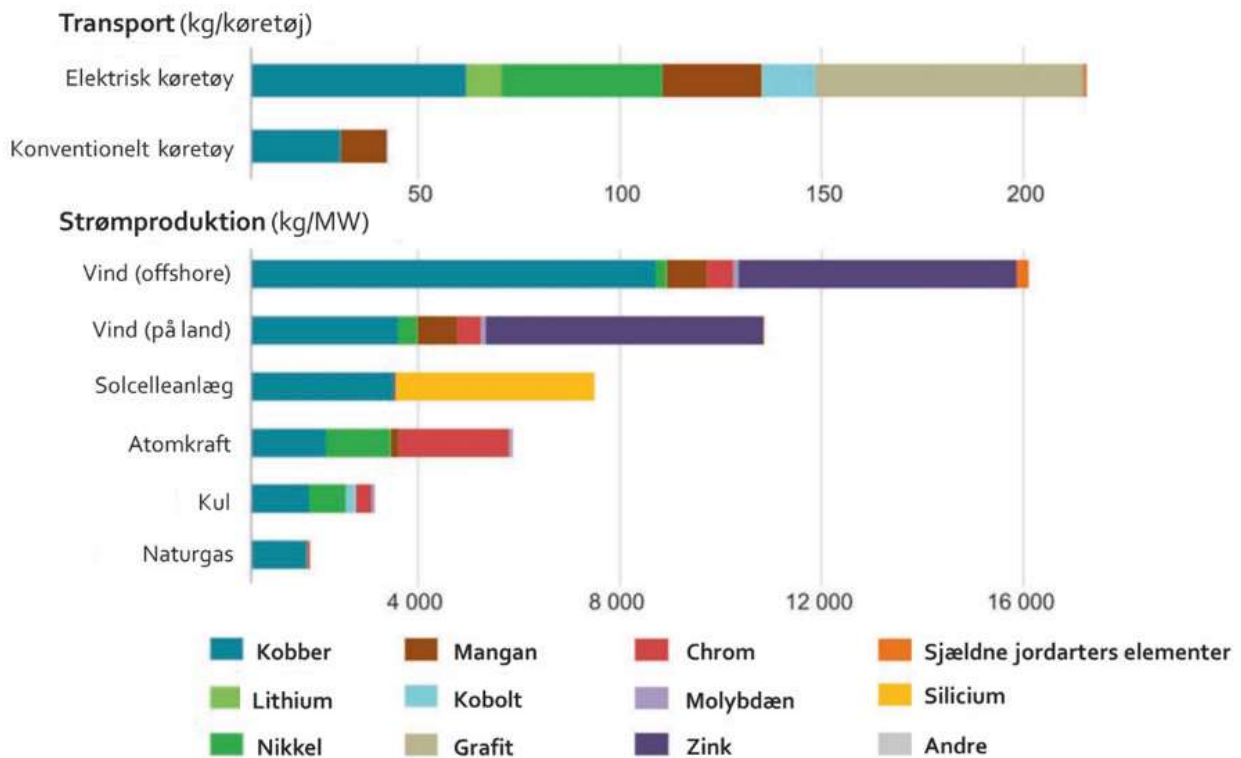
- **Styrk infrastrukturen på nordisk niveau:** Nordisk koordinering af energitransmissions- og lagringsniveauer kan være en relevant foranstaltning. Sektorkobling, Power2X og udvikling af energiinfrastruktur til andre energisektorer end elektricitet vil også være nødvendigt for at sikre vedvarende energiintegration og forsyningsikkerhed.
- **Fremskyndelse af tilladelsesprocesser:** Der er behov for strukturelle ændringer i nuværende tilladelsesprocedurer og -praksisser for implementeringen af nye energianlæg og -infrastrukturer. Det vil være fordelagtigt at indsamle gode eksempler på samarbejde mellem erhvervsliv, kommuner og myndigheder, der har medvirket til fremskyndelse af disse processer.
- **Sikre offentlig accept:** Den ”sociale bæredygtighed” af energiomstillingen bør være en central politisk prioritet gennem foranstaltninger til offentlig inklusion, informationskampagner og digitale værktøjer for at sikre accept af ny energiinfrastruktur og bidrage til netværksudvidelse.

Ser man fremad, er en af de potentielle ”gamechangers” for en fortsat høj forsyningsikkerhed adgangen til kritiske råstoffer.

En kritisk situation for råstoffer

Stigende priser og øget efterspørgsel på kritiske råstoffer er en bekymring for udviklere af vedvarende energi. Ifølge Det Internationale Energiagentur (IEA, 2021) vil den vedvarende energisektor blive mere afhængig af visse kritiske råstoffer i fremtiden. Derfor er der behov for en systematisk og langsigtet tilgang til at håndtere de øgede priser og den potentielle mangel på kritiske råvarer.

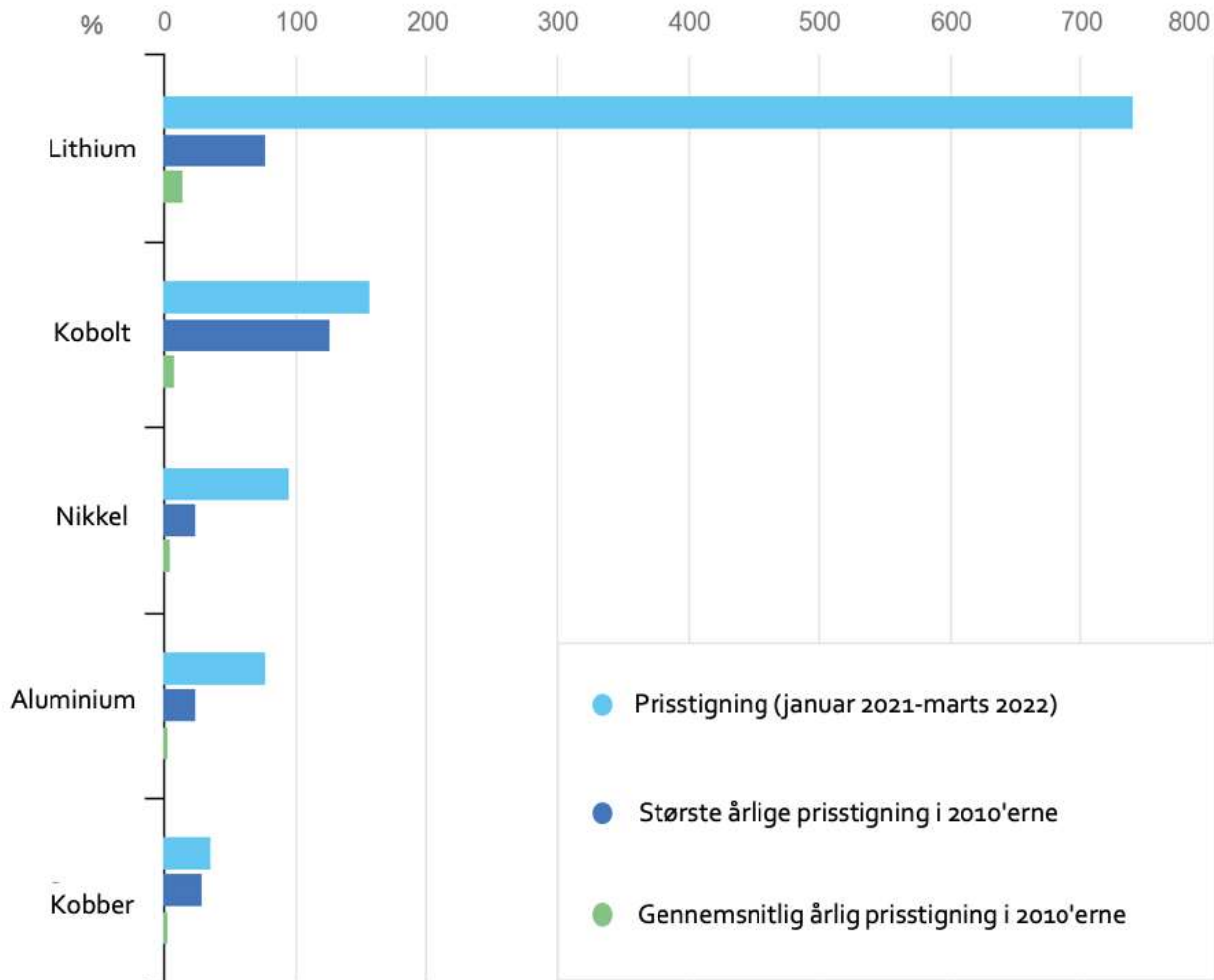
Figur 3: Eksempler på metaller og mineraler, der er nødvendige til grønne energiteknologier sammenlignet med modparter, der bruger fossilt brændstof (Eynard et al., 2020).



Kritiske råvarer er afgørende for produktionen af en række teknologier, der anvendes for vedvarende energiproduktion, såsom solceller, vindmøller, batterier og brændselsceller (figur 3). De mest efterspurgte kritiske råvarer er sjældne jordartselementer som neodym, praseodym, dysprosium, terbium og europium. Disse metaller er vigtige for produktionen af magneter, der anvendes i vindmøller og elektriske motorer.

De seneste prisstigninger og den stigende efterspørgsel på kritiske råstoffer kan have kortsigtede konsekvenser for udviklingen af vedvarende energiproduktion (figur 4). For eksempel kan stigende priser føre til højere produktionsomkostninger, hvilket kan sætte en bremser for udviklingen af teknologier, hvor disse råstoffer anvendes. Desuden kan manglen på kritiske råstoffer føre til lange leveringstider og forsinkelser i produktionen, der også kan påvirke udviklingen af vedvarende energi og dermed udfordre balanceringen af Energis Trilemma.

Figur 4: Prisstigninger (%) på udvalgte metaller og mineraler, der er nødvendige for energiomstillingen. Bemærk, at kobber og nikkel ikke er klassificeret som kritiske ifølge EU, men er essentielle i den grønne energiomstilling (IEA, 2022).



For at imødegå disse udfordringer er der behov for politiske tiltag, der kan understøtte udviklingen af vedvarende energiproduktion og sikre en pålidelig forsyning af kritiske råstoffer. IEA har foreslået, at der oprettes en global mekanisme til at overvåge og håndtere forsyningsrisici og prisudsving på kritiske råstoffer. Derudover bør der investeres i forskning og udvikling af alternative teknologier og materialer, der kan erstatte de kritiske råstoffer.

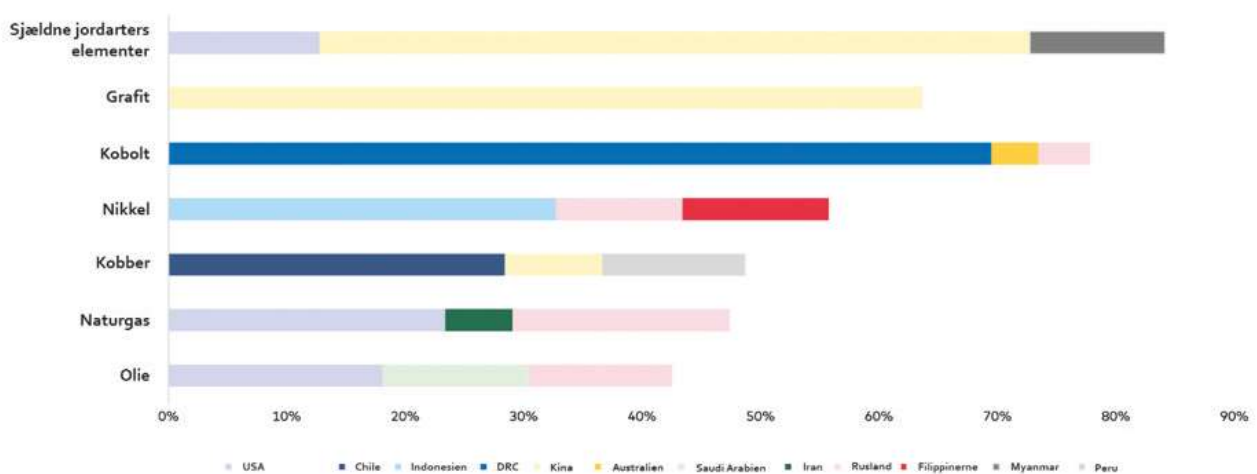
Det er også vigtigt at huske, at kritiske råstoffer ikke kun er vigtige for den vedvarende energiproduktion, men også anvendes i andre sektorer som for eksempel elektronik- og medicinalindustrien. Derfor kan politiske tiltag, der sigter mod at øget genanvendelse og genbrug af disse materialer, have en positiv effekt på andre industrier og samtidig reducere den globale efterspørgsel på kritiske råstoffer.

Alt i alt er det vigtigt at have en langsigtet plan for håndtering af kritiske råstoffer og de stigende priser dem. Dette kræver samarbejde på tværs af forskellige

sektorer og lande for at sikre en pålidelig forsyning og fremme udviklingen af alternative teknologier og materialer.

Den stigende bekymring over for adgangen til visse råstoffer i EU har ført til oprettelsen af en liste over råstoffer af kritisk betydning udarbejdet af Europa-Kommissionen (European Commission, 2023). Disse råstoffer defineres som værende af væsentlig betydning for EU's økonomi og samtidigt forbundet med høj risiko i forhold til forsyningsafbrydelser. Derudover har Europa-Kommissionen foreslået en række omfattende foranstaltninger for at sikre EU's adgang til en sikker, divers, økonomisk opnåelig og bæredygtig forsyning af kritiske råstoffer.

Figur 5: Top tre-landes andel af udvinding af udvalgte mineraler og fossile brændstoffer (IEA, 2021).



Figur 5 viser, at tre lande tegner sig for 80 % eller mere af udvindingen af visse kritiske råstoffer, såsom sjældne jordartselementer eller kobolt. Hvad angår grafit, er et enkelt land, Kina, den eneste væsentlige leverandør. Dette kan udgøre en risikofaktor med hensyn til potentiel afbrydelse i forsyningen af et specifikt råstof. Naturgas og olie er inkluderet i figur 5 for at bista til en sammenligning med andre energirelaterede ressourcer. I den forbindelse er udvindingen af konventionelle energivarer mindre koncentreret, da tre lande udgør mindre end 50 % af udvindingen.

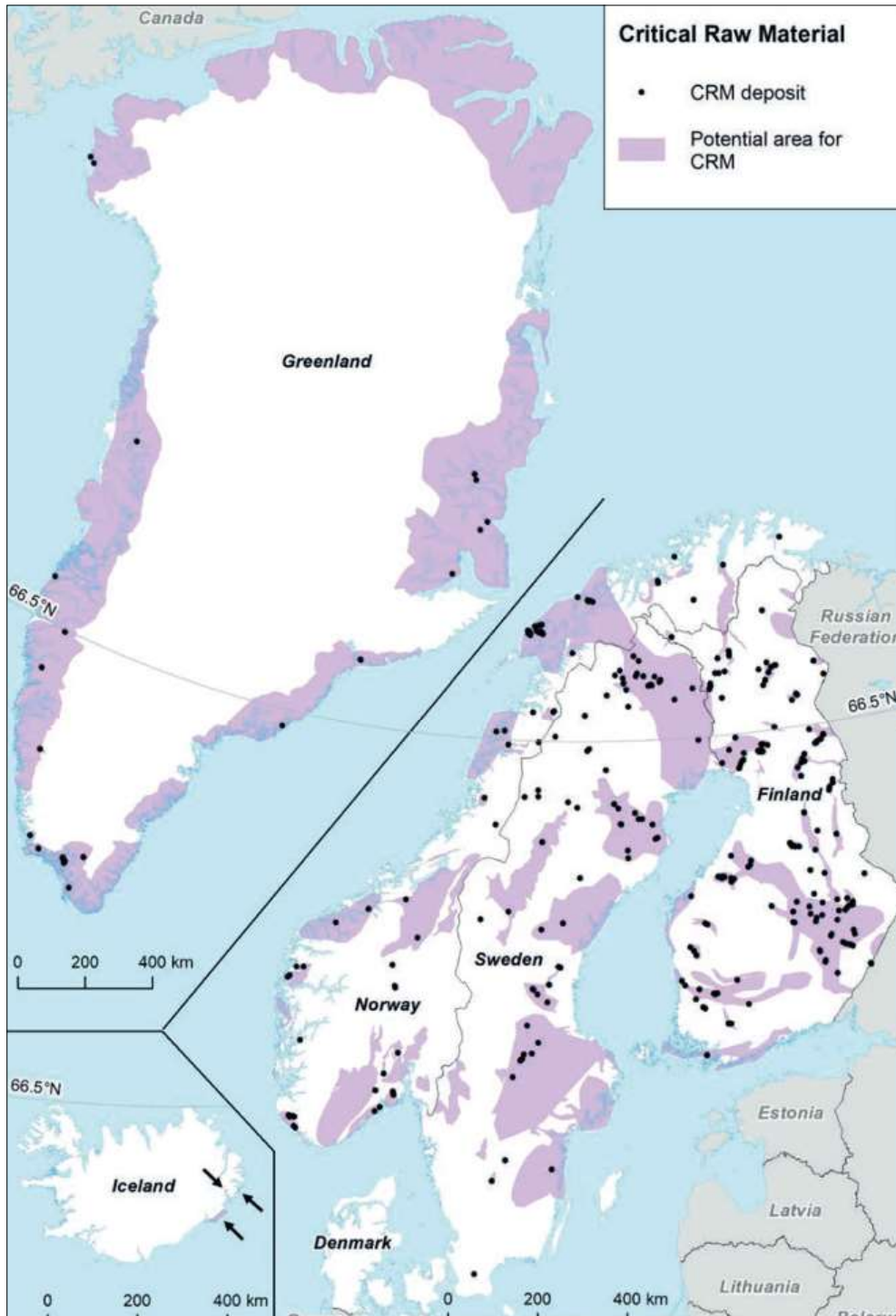
Det nordiske forsyningspotentiale af kritiske råstoffer

Adgang til kritiske råstoffer er en væsentlig faktor for at sikre Europas grønne omstilling med hensyn til forsyningsikkerhed, økonomisk gennemførlighed og bæredygtighed. Her kan Norden spille en støttende rolle for at balancere Energiens Trilemma.

Regionen har et stort og uudnyttet potentiale som leverandør af råstoffer til det globale marked, da det nordiske grundfelt kan sammenlignes med de

mest mineralrige områder i verden, såsom Canada, USA, Brasilien og Australien, og kan levere næsten alle de kritiske råstoffer, defineret af EU (Pasi et al., 2021).

Figur 6: Placeringer af forekomster med kritiske råstoffer og områder med potentiale for yderligere ressourcer i de nordiske lande (Pasi et al., 2021)



Desuden har Norden tradition for at håndhæve høje miljømæssige- og etiske standarder for udnyttelse af naturressourcer til gavn for hele samfundet.

En af de vigtige spørgsmål er, om dette potentiale kan udnyttes til at imødekomme den stigende globale efterspørgsel på bæredygtig og socialt ansvarlig vis – dvs. i tråd med balancen i Energiens Trilemma (figur 1). Mens de fleste typer og mængder af kritiske råstoffer, der er nødvendige for at understøtte den europæiske energiomstilling, findes inden for Nordens grænser, er det stadig uklart, om nordisk udvinding af disse ressourcer kan konkurrere med prisen på global import og imødekomme den forventede efterspørgsel. Derfor bør der foretages yderligere undersøgelser af Nordens potentiale for udvinding og forarbejdning af kritiske råstoffer.

Der er dertil behov for at identificere nye teknologier, som kan øge udvindingsgraden og sikre, at minedrift og forarbejdning af råstoffer minimerer miljøbelastningen, for eksempel gennem programmer, der vurderer og certificerer produktionsmetodernes miljøintegritet.

En anden udfordring er at sikre, at udviklingen af denne industri sker på en socialt ansvarlig vis. Dette kan omfatte styrkede arbejdsstandarder og etablering af systemer til overvågning og afrapportering af arbejdsforhold.

Politiske beslutningstagere har en rolle i at udstede retningslinjer og strategier for at lette forsyningsikkerhed, økonomisk opnåelighed og bæredygtighed af et elektrificeret nordisk energisystem med mere komplekse materielle behov.

Referencer

- Council of European Energy Regulators (2016), *6th CEER Benchmarking Report on the Quality of Electricity and Gas Supply 2016*. Website reference: d064733a-9614-e320-a068-2086ed27be7f (ceer.eu)
- European Commission (2019), *National energy and climate plans (NECPs)*. Website reference: National energy and climate plans (NECPs) (europa.eu)
- European Commission (2021a), *Just Transition Fund*. Website reference: Just Transition Fund (europa.eu)
- European Commission (2021b), *Tackling rising energy prices: A toolbox for action and support*. Website reference: A toolbox for action and support (europa.eu)
- European Commission (2022), *Energy poverty in the EU*. Website reference: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumer-rights/energy-poverty-eu_en
- European Commission, Technical Support for RES policy development and implementation – Simplification of permission and administrative procedures for RES installations, 2022. Website reference: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0e9db9fa-d653-11ec-a95f-01aa75ed71a1/language-en>
- European Commission (2023), *Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future*. Website reference: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1661
- Eurostat (2022), *Energy inflation rate continues upward hike, hits 27%*. Website reference: Energy inflation rate continues upward hike, hits 27% – Products Eurostat News – Eurostat (europa.eu)
- Eynard et al. (2020), European Commission, *Study on the EU's list of Critical Raw Materials*, Factsheets on Non-critical Raw Materials. 589 p. Online: https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRM_2020_Factsheets_non-critical_Final.pdf; doi: 10.2873/587825
- IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>, License: CC BY 4.0
- IEA (2022), *Scale of price increase for selected energy transition minerals and metals*, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/scale-of-price-increase-for-selected-energy-transition-minerals-and-metals>, IEA. Licence: CC BY 4.0
- Menyhert, Balint (2023), *Inflation and its social consequences – The case of Nordic and Baltic countries*. Nordisk Energiforskning, tilgængelig online: Inflation and its

social consequences – The case of Nordic and Baltic countries – Nordic Energy Research

Nordisk Ministerråd (2021), *Det nordiske energipolitiske samarbejdsprogram 2022-24*. Website reference: <https://www.norden.org/en/publication/nordic-co-operation-programme-energy-policy-2022-2024>

Nordisk Energiforskning (2023), *The Nordic Energy Trilemma: Security of Supply, Prices and the Just Transition*. Available online: <https://doi.org/10.6027/NER2023-02>.

Pasi et al. (2021), *The Nordic Supply Potential of Critical Metals and Minerals for a Green Energy Transition*. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:norden:org:diva-12199>

World Energy Council (2022), *World Energy Trilemma Index*. Website reference: <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>