

Nye oppgavevariabler i reguleringsmodellens trinn 1

Versjon 1: 20.05.2022

Versjon 2: 24.05.2022 (oppdatert med del 2: kort sammendrag)

1 Innledning

RME vurderer en endring i oppgavevariablene for lokalt distribusjonsnett, og har siden 2018 jobbet med utvikling av tre konsepter for dette som kan oppsummeres som *effektdistanse*, *energidistanse* og *pålitelighetsvariabel*. Det analytiske arbeidet har blitt gjort gjennom til sammen syv eksterne konsulentrapporter fra 2019 til 2022 av Thema Consulting Group, Multiconsult og Expert Analytics [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] (heretter «rapport 1», «rapport 2», etc.) og RME har i mai 2022 utlyst to nye prosjekter under samme paraply som skal leveres i løpet av 2022.

AFRY har på oppdrag fra Energi Norge og Distriktsenergi foretatt en gjennomgang av to nyeste rapportene (nr. 6 og 7) som kom ut i 2022, og har også tidligere arbeidet med gjennomganger og kommentarer til de tidligere rapportene for oppdragsgiverne. Hensikten med dette notatet er å oppsummere arbeidet som er gjort så langt og identifisere spørsmål som fortsatt er ubesvarte, men uten å gjøre egne anbefalinger. Teksten baserer seg på AFRYs gjennomlesing og tolkning av rapportene; vi har ikke vært i direkte kontakt med Thema om dette. Eventuelle feil og misforståelser av rapportenes innhold er AFRYs ansvar.

2 Kort sammendrag

Rapport 6 er en videreføring av tidligere studier om effektdistanse og pålitelighetsvariabel. Den fokuserer spesielt på effektdistanse, der arbeidet har kommet lengst. Rapporten beskriver og tester metoder for å lage kunstige nett og for å beregne effektdistanse basert på det kunstige nettet. Dette kan nå gjøres med mer data og med flere selskaper enn tidligere, men datakvalitet og regnekraft er fortsatt utfordringer.

Rapporten fokuserer ikke direkte på spørsmålet om effektdistanse bør beregnes ut fra et kunstig eller et faktisk nett, men henviser til tidligere rapporter som kom til at datakvaliteten for å bruke det faktiske nettet ikke var god nok. Rapporten gjør imidlertid en sammenligning av kunstige høyspentnett og de faktiske høyspentnettene for et stort antall selskaper, blant annet for å kunne vurdere om en geografisk korreksjonsfaktor er nødvendig. Den finner at de kunstige nettene beregnet ved metoden *artificial grid* legger seg relativt nært opp til de faktiske, noe som i stor grad kan forklares med at plasseringen av nettstasjoner og transformatorer ikke er kunstig generert men følger faktiske forhold. De kunstige nettene blir systematisk kortere enn de faktiske, blant annet fordi de alltid er radielle (algoritmen kan ikke bygge maskede nett) og fordi de alltid trekker rette

linjer mellom punktene. En sammenstilling viser at utslaget av dette kan være ganske forskjellig: for enkelte selskaper utgjør lengden på det kunstige nettet rundt 40 prosent av lengden på det faktiske, mens for andre ligger samme andel på over 80 prosent (s.30).

Thema argumenterer for at en geografisk korreksjonsfaktor ikke ser ut til å være nødvendig for et kunstig høyspentnett. Dette begrunnes med at det kunstige nettet ser ut til å overlape i stor grad med det faktiske og legge seg i samme type terreng, og med at man ikke ser noen tydelige korrelasjoner mellom 1) den relative lengden på det kunstige nettet (lengde på kunstig nett delt på lengden på faktisk nett) og 2) forhold som kan potensielt kan forklare dette (urbane områder og vanskelig terreng).

Rapport 6 inkluderer også flere andre funn og argumenter, blant annet:

- Den argumenterer med at så lenge samme metode kan brukes for høy- og lavspent nett, kan det føre til dobbelttelling å bruke en kostnadsvektingsfaktor mellom nettnivåene. Dette skyldes at skaleringsparameteren i ligningen for effektdistanse allerede er ment å fange opp hvordan kostnader skalerer med kapasitet på linjer. Rapporten åpner heller for at en ekstra justering kan vurderes hvis man ikke kan bruke samme metode på begge nettnivåer. Kostnadsvekting mellom nivåene ble tidligere beskrevet i rapport 3 fra 2021.
- Vi tolker det som at det nå er foreslått å bruke maksimal belastning både i algoritmen for å bygge et kunstig nett og i beregningen av effektdistanse. I tilfelle ser dette ut som en endring fra rapport 3, der det ble beskrevet en metode der det kunstige nettet bygges ut fra maksimal belastning men effektdistansen beregnes med gjennomsnittlig effekt.
- Det utforskes metoder for å inkludere produksjon i distribusjonsnettet i beregningen av effektdistanse. Thema framhever spesielt to metoder som antageligvis de beste: 1) maksimalt nettoforbruk og 2) største absolutte verdi av maksimalt forbruk og maksimal produksjon.
- Rapporten tar opp problemstillingen knyttet til at variabler som belønner nettselskapene for maksimal energi- eller effektforbruk hos kundene kan være problematisk hvis selskapene har mulighet til å påvirke dette gjennom tariffutforming, bruk av fleksibilitet, o.l. Thema beskriver hvordan dette kan påvirkes, men argumenter for at det trolig ikke er noe stort problem.
- Rapporten diskuterer også en pålitelighetsvariabel. På overordnet nivå kan vi si at beskrivelsen i rapport 6 ser ut til å ta en noe annen retning enn den tidligere, dedikerte rapporten om dette [4], men den anbefaler at det innføres en slik separat variabel (s.6).

Rapport 7 omhandler kunstige noder. Den oppsummert kort i del 4.5.

Utover selve rapport 6 og 7 kan vi kommentere at RME som nevnt har utlyst to prosjekter med levering til høsten som begge har relevans for prosessen. Den ene omhandler en vurdering av kunstige nett (i forhold til faktiske) mens

den andre omhandler pålitelighetsvariabel. Flere av de spørsmålene som gjenstår etter rapport 6 og 7 vil antageligvis bli belyst i mer detalj i disse.

3 Motivasjon for endring

I dag benyttes det tre oppgavevariabler for lokalt distribusjonsnett: Antall kunder, antall km høyspentnett, og antall nettstasjoner. Dette settet med variabler er innarbeidet i bransjen og er relativt enkelt å forholde seg til, men har også identifiserte svakheter:

- Antall nettstasjoner og km høyspentnett er ikke helt eksogene oppgaver, i den forstand at nettselskapene kan påvirke dem.
- Selskaper som har et lengre lavspentnett men et kortere høyspentnett og færre nettstasjoner (for eksempel som følge av å bruke 400V) kan komme systematisk dårligere ut.
- Variablene fanger ikke direkte opp at ulike kunder kan ha ulike kostnader for nettselskapet: for eksempel vil kostnadene for en stor, effektkrevende kunde og for en leilighet være svært forskjellige, men likevel kan begge telle som én kunde. En lignende problemstilling gjelder ulike kunders behov for leveringsikkerhet, og hvordan kostnaden for å sørge for pålitelig forsyning kan øke med avstand til kunden. Dette kan skape skjevheter hvis selskapene har betydelig ulik kundesammensetning og avstander.
- Variablene fanger ikke direkte opp kostnadene ved å transportere energi til kunder langt unna.

Ordet «direkte» er benyttet i de to siste punktene ovenfor fordi dagens oppgavevariabler, samt rammevilkår i trinn 2, potensielt kan fange opp disse forholdene på en indirekte måte. For eksempel kan mange km høyspent nett være en proxy for både lange avstander og et større behov for masket nett på grunn av eksogene forhold knyttet til nåværende eller historisk kundesammensetning.

4 Rapportenes hovedperspektiv: effekt- og energidistanse

Rapport 6 er hovedsakelig en forlengelse av tidligere arbeid knyttet til konseptet effektdistanse, selv om den også inkluderer diskusjoner om energidistanse og pålitelighetsvariabel. Rapport 7 handler om et mer spesialisert tema: hvordan forbrukspunkter kan aggregeres i klynger som deretter kan gi grunnlag for beregning av oppgavevariablene. Det er hovedsakelig rapport 6 vi fokuserer på i dette notatet, siden rapport 7 er mer fokusert på detaljene ved en spesifikk metode.

Rapport 6, *Developing new output parameters for the use in future efficiency analysis for DSOs* viderefører mye av det arbeidet som har blitt gjort tidligere, kanskje spesielt i rapport 3: *Methods for calculating power and energy distance*. Grunnprinsippet for effektdistanse er i rapport 6, s.14 (som i rapport 3) oppsummert i ligningen

$$P_d = \sum_{\forall e} L_e P_e^\alpha \quad (1)$$

der effektdistansen P_d for et gitt nettsystem er gitt av summen av lengden på alle linjer (eller for noen metoder, avstander) L_e multiplisert med effekten P_e som er overført på linjen, opphøyet i en konstant parameter α med en verdi mellom 0 og 1. Denne parameteren representerer hvordan nettselskapets kostnader skalerer med behovet for kapasitet. En verdi for α under 1 betyr at kostnaden skalerer mindre enn proporsjonalt med kapasitetsbehovet; for eksempel vil en 50% økning av kapasiteten ikke føre til en 50% økning av kostnaden. Thema beskriver at α er ment å representere skaleringen av kostnader for en linje (s.14), noe som også er diskutert i rapport 2 (s.23-26).

Innenfor konseptet effektdistanse (ligning 1) er det mange ulike valgmuligheter for hvordan det kan omsettes til én eller flere oppgavevariabler. Dette innebærer blant annet spørsmålene:

- Skal effektdistansen beregnes for et faktisk nett, et kunstig nett, eller ved en alternativ tilnærming?
 - Hvis det skal benyttes et kunstig nett eller en alternativ tilnærming, hvilke metoder og algoritmer skal brukes?
 - Hvis man benytter et kunstig nett, er det behov for en ekstra geografisk korrigeringsfaktor?
- Hvilken effekt skal benyttes i beregningen av effektdistansen (maksimum per periode, gjennomsnitt, installert effekt, netto uttak, etc.)? Skal det brukes årlige data for forbruk og produksjon som input?
- Kan samme metode benyttes for både den høyspente og den lavspente delen av distribusjonsnettet?
 - Hvis ulike metoder skal benyttes, hvordan kan de kombineres?
- Effektdistanse kan innebære at høyt effektforbruk og energiforbruk blir belønnet i reguleringsmodellen. Kan dette gi uheldige insentiver for nettselskapene og samfunnet, og i hvilken grad kan nettselskapene påvirke disse størrelsene?

Rapport 6 diskuterer de fleste av disse spørsmålene, i flere tilfeller som forlengelse av analysene i rapport 2 og 3. Ett viktig unntak er imidlertid at rapport 6 ikke går inn på spørsmålet om faktisk nett eller kunstig nett / alternativ metode i særlig detalj. Det meste av rapporten handler om å utforske ulike metoder basert på kunstige nett og/eller alternativer. Dette er også utgangspunktet for rapport 7 om klyngealgoritmer.

4.1 Faktiske nett, kunstige nett, og alternativer

I mai 2022 har RME som nevnt utlyst to nye prosjekter som en videreføring av de tidligere syv, og ett av disse skal belyse fordeler og ulemper ved å benytte kunstige nett (det andre omhandler pålitelighetsvariabel). Vi antar at dette betyr at RME ikke enda har avgjort om kunstig nett skal benyttes (hvis en variabel basert på effektdistanse skal brukes).

I rapport 2 (2019) ble det gjort en sammenligning av ulike metoder for den høyspente delen av nettet, og det ble da konkludert med at den beste tilnærmingen antageligvis er en beregning av effektdistanse basert på lastflyt

i faktisk nett (s.4). Denne metoden kan benyttes for maskede nett, til forskjell fra kunstige nett som kun blir radielle. Imidlertid var datagrunnlaget for mangelfullt til at beregningen kunne gjøres for alle selskaper. Thema påpekte derfor at det bør være en prioritet å anskaffe de nødvendige dataene, men dersom dette ikke er mulig vil en metode basert på et kunstig, radielt nett («artificial grid») antageligvis være nest beste løsning.

I rapport 3 (2021) blir det henvist til funnet fra rapport 2 (2019) om at metoder basert på faktiske nett, inkludert tilnærmingen med lastflyt, ikke er praktisk gjennomførbare på grunn av manglende data og / eller regnekraft. Samme henvisning er også gjort i rapport 6 og 7 fra 2022. Rapportene 3, 6 og 7 fokuserer derfor på metoder for kunstige nett og på alternative tilnærminger.

Siden RMEs siste utlysning tyder på at det ikke er avgjort om det faktisk skal brukes kunstige nett og/eller alternative metoder i en mulig effektdistansevariabel, gjennomgår vi ikke alle de ulike variantene og algoritmene for å konstruere kunstige nett og alternativer som beskrives i rapport 6 og 7 (eller 3) i detalj her. Samtidig er det naturlig å anta at avgjørelsen vil påvirkes av egenskapene ved kunstige nett og alternativer. Dette vil bli utforsket i detalj i ett av prosjektene som ble utlyst i mai, men rapport 6 har også noen funn som er interessante å framheve i denne sammenhengen; i kapittel 5 og 8 sammenligner den de kunstige nettene med faktiske (høyspente) nett for et større antall selskaper.

I slike sammenligninger er det naturligvis slik at hvis idealet var å komme så nært det faktiske nettet som mulig, ville den beste og enkleste løsningen – forutsatt at utfordringene med datakvalitet som er påpekt er løsbare – bare være å bruke det faktiske nettet. Samtidig påpeker RME i sin utlysning fra mai at en av fordelene med et kunstig nett er at det er mindre eksogent. Dette tilsier at selv med perfekte data *bør* det kunstige nettet skille seg fra det faktiske: hvis de uansett ble identiske, ville poenget med eksogenitet være borte. Derfor er ikke kriteriet for slike sammenligninger nødvendigvis at det blir likest mulig. Det er også verdt å nevne at algoritmen for det kunstige nettet (*artificial grid*) ikke er hundre prosent eksogen: den tar fortsatt utgangspunkt i den faktiske plasseringen av nettstasjoner og transformatorer, som nettselskapene kan påvirke. Den kunstige delen er dermed bare koblingene mellom dem, og koblingene mellom nettstasjoner og målepunkter.

Thema gjør flere sammenligninger av kunstig nett med faktisk nett i kapittel 5 og 8 i rapport 6. For enkelhets skyld kategoriserer vi dem etter to formål: for det første å sammenligne lengden på det kunstige (høyspente) nettet med det faktiske (kapittel 5), og for det andre å teste i hvilken grad det kunstige nettet overlapper og ligger i samme terreng som det faktiske (kapittel 8). For det førstnevnte er det allerede kjent at det kunstige nettet alltid vil avvike på den totale lengden. Dette skyldes for det første at algoritmen som benyttes alltid resulterer i et radielt nett og dermed er kortere enn et faktisk, masket nett. Dermed vil selskaper med større grad av masket nett komme dårligere ut på en slik variabel, isolert sett. For det andre vil det kunstige nettet bestå av rette linjer, mens dette ikke gjelder det faktiske nettet. På s.30 vises en

interessant illustrasjon (figur 5.5) der det for hvert selskap¹ beregnes hvor stor andel den totale lengden på det kunstige høyspentnettet utgjør av lengden på det faktiske nettet (lengde av kunstig nett delt på lengde av faktisk nett).

I gjennomsnitt er dette tallet 67%, men det mer interessante er spredningen mellom selskapene.² I beregningen på s.30 (rapportens figur 5.5) varierer indikatoren tilsynelatende fra rett under 40% til over 90%. Dette tilsier at selskaper som har lignende lengde på det faktiske nettet potensielt kan komme ganske ulikt ut på en oppgavevariabel som er sterkt avhengig av lengden på et kunstig nett. Dette kan i seg selv ha stor betydning for selskapenes effektivitet, men dette vil også avhenge sterkt av hvilke andre oppgavevariabler og rammevilkår som ligger i modellen.

I kapittel 8 i rapport 6 beskrives flere andre tester av hvordan det kunstige nettet samsvarer med det faktiske nettet, samt to tester som potensielt kan forklare noe av spredningen i figur 5.5. Det gjøres en sammenligning av hva slags type terreng det kunstige nettet går gjennom i forhold til det faktiske, og i hvilken grad det kunstige nettet overlapper med en buffersone rundt det faktiske. I begge disse sammenligningene finner Thema at det er et ganske nært samsvar. Dette kan antageligvis (som Thema skriver) i stor grad forklares av at det kunstige nettet tar plasseringen av nettstasjoner og transformatorer som gitt, som legger sterke føringer på hvordan det kunstige nettet bygges av algoritmen. Det tilsier også at avvikene mot faktisk nett som er vist i figur 5.5 antageligvis i stor grad skyldes to andre egenskaper ved det faktiske nettet: at det til dels er masket eller har «ekstra» linjer, og at traseene ikke er så rette som i et kunstig nett. Thema gjør to tester som er ment å sjekke om variasjonen vist i figur 5.5 kan forklares med eksogene forhold som det er antatt vil føre til ulike grader av behov for ekstra linjer og ikke-rette linjer. Det gjøres en (visuell) sjekk av korrelasjonen mellom indikatoren i figur 5.5 og andelen «difficult terrain» i nettselskapets «grid area», og en tilsvarende sjekk av korrelasjonen mellom indikatoren og andelen «urban area» av selskapets «grid area» (s.46-47). De underliggende hypotesene er at mer vanskelig terreng vil føre til mindre rette linjer, og at urbane områder gjerne har behov for mer masket nett.

I verken av tilfellene finner disse testene noen veldig klar korrelasjon. Vi vet ikke sikkert hva som ligger i begrepet «grid area» i denne sammenhengen, noe som gjør disse testene litt vanskelige å kommentere. Hvis det betyr konsesjonsområde, vil resultatene avhenge av hvordan nettinfrastruktur er fordelt innad i området, for eksempel om det er store områder som er «tomme» for nett. Hvis det derimot betyr buffere rundt det faktiske nettet kommer resultatene an på hvor stor bufferen er, og i hvilken grad resultatene preges av at traseer gjerne vil legges på steder der det nettopp *ikke* er

¹ Det var ikke mulig å gjøre beregningen for alle nettselskapene.

² Hvis forholdet er det samme for alle selskaper, blir de antageligvis påvirket noenlunde likt. Bidraget fra en variabel som *bare* var basert på nettets lengde (som dagens km høyspent nett) ville vært upåvirket av å gange hvert selskaps verdi med samme konstant.

vanskelig terreng samtidig som det er akkurat dette som gjør at nettet blir lengre. Det kan også være andre forhold som påvirker behovet for masket nett eller ekstra linjer. For eksempel kan selskapet ha kunder med et særlig høyt behov for leveringssikkerhet, eller ha hatt det i fortiden da nettet ble bygget.

Testene i kapittel 5 og 8 brukes til å argumentere for at det ikke er nødvendig med en egen geografisk korrigeringsfaktor for det kunstige nettet.³ Dette er blant annet basert på de to korrelasjonstestene beskrevet overfor, der perspektivet er at man ikke finner en klar sammenheng mellom indikatoren i figur 5.5 (lengde på kunstig nett delt på lengden av faktisk) og 1) behovet for masket nett og 2) vanskelig terreng. Teknisk sett blir nullhypotesen at det ikke er noen sammenheng, og at bevisbyrden ligger på påstanden om at en slik sammenheng er tilstede. Dette er en ganske standard tilnærming, men resultatet vil selvsagt påvirkes av hvordan hypotesetesten er utformet.⁴

Den totale konsekvensen av spredningen i figur 5.5 vil imidlertid også komme an på andre elementer i reguleringsmodellen. For eksempel kan en separat pålitelighetsvariabel, som beskrevet i rapport 4 og delvis 6, potensielt fange opp behovet for ekstra nett og i tilfelle kompensere for at det kunstige nettet blir en mindre andel enn det faktiske enn for andre selskaper. Man vil da kanskje få én oppgave som fanger opp en radiell «kjerne» av nettet (representert ved det kunstige nettet), og en annen som fanger opp behovet for det «ekstra». Dette kan medføre at selskaper med mye masket nett får en tendens til å bli målt mot andre selskaper med mye masket nett. Samtidig er det er ikke sikkert det blir slik hvis graden av masket nett i stor grad skyldes historiske forhold og det er dagens kundesammensetning som er grunnlag for pålitelighetsvariabelen og dermed hvem man måles mot. Det er også mulig at rammevilkårsvariabler i trinn 2 vil fange opp ekstra kostnader ved et behov for lengre høyspentnett enn det kunstige.⁵

Dette har også betydning hvis man velger en løsning basert på faktisk nett. Et «langt» faktisk nett kan som nevnt delvis skyldes et større underliggende behov for leveringssikkerhet. En egen pålitelighetsvariabel kan dermed bli overlappende. Lignende sammenhenger mellom outputvariablene finnes imidlertid også i dagens modell.

I vurderingen av kunstige og faktiske nett, er egenskapene ved kunstige nett som nevnt viktige. I stor grad har dette vært fokuset i de siste rapportene, og den nye utlysningen fra RME setter også sterkt fokus på å sammenligne

³ Nødvendigheten av dette var en hypotese fra rapport 3.

⁴ I tillegg vil resultatene av en statistisk test eller en visuell korrelasjonsanalyse generelt sett avhenge av mange andre faktorer, som størrelsen på utvalget, variansen i datasettet, underliggende påvirkning fra andre variabler som kan endre regresjonskoeffisientenes signifikans, stigningstall og retning (e.g. Simpsons paradoks), etc.

⁵ Hensikten med rammevilkårskorrigeringen er å fange opp de eksogene forholdene som ikke blir fanget opp i DEA-målingen (trinn 1). En god rammevilkårskorrigerings kan dermed veie opp for svakheter i trinn 1.

egenskapene ved kunstige og faktiske nett. Vi antar imidlertid at helhetsvurderingen også vil påvirkes av mulighetene til å bruke et faktisk nett i praksis. Dette vil igjen avhenge av hva slags datakvalitet nettselskapene har i dag og / eller kan forventes å ha i løpet av de neste årene, og eventuelt hva det vil koste av tid og ressurser å samle det i en felles database som enkelt kan oppdateres årlig.

4.2 Avregning av effekt og energi

Uansett om metoden benytter et kunstig nett, et faktisk nett eller en annen tilnærming, er det et viktig spørsmål hvordan man beregner den overførte effekten eller energien (variabelen P i ligning 1). Her har rapportene utforsket flere ulike metoder, og rapport 6 introduserer også en analyse av hvordan produksjon i distribusjonsnettet kan tas med i beregningen. I alle tilfeller skiller det mellom 1) den metoden som benyttes når et eventuelt kunstig nett skal bygges og 2) metoden for å beregne effektdistansen gitt et (kunstig eller faktisk) nett. Vi fokuserer her på sistnevnte, siden algoritmene for å bygge et eventuelt kunstig nett er på et annet detaljnivå enn vårt hovedfokus akkurat her.

Et viktig premiss i analysene så langt har vært at kostnadene for nettselskapet ved å overføre effekt (eller kanskje rettere sagt, å tilrettelegge for det) skalerer med parameteren α . Så vidt vi kan se er det ikke utforsket å variere denne parameteren avhengig av hvordan man definerer overført effekt eller energi. Den mest detaljerte diskusjonen av hvordan parameterverdien kan bestemmes er i rapport 2, der den anslås til et sted mellom 0,3 og 0,5 basert på både kostnadsdata for linjer og på hvilken verdi som gir best samsvar mellom faktisk og kunstig nett når den benyttes i algoritmen (s.23-26). Den mest nærliggende tolkningen er at parameteren skal fange opp hvordan kostnadene for nettet skalerer med behovet for maksimal overføringskapasitet, ikke med mengden overført energi (selv om disse variablene gjerne er korrelerte). Som Thema skriver i rapport 6 er effektdistansen «*scaled by a factor that reflects how the investment cost of power lines increases with higher capacity*» (s.3). Rapportene beskriver ikke en tilsvarende analyse av hvordan kostnader skalerer med kapasitet i transformatorer.

I rapport 3 ble det så vidt vi forstår anbefalt å bruke maksimal effekt som parameter til å bygge et eventuelt kunstig nett, men å bruke gjennomsnittlig effekt til å deretter beregne effektdistansen. Dette er basert på det Thema skriver i sammendraget i rapport 3:

«It is determined that when building the grid, the maximum demand experienced at each substation should be used as input in those methods which are dependent on demand. This reflects the investment costs of building a grid to withstand peak demand. Once the grid is built, the mean demand per substation can be used as a yearly parameter to calculate the power distance, thereby reflecting the operational costs of the DSOs» (s.3).

Med et forbehold om at vi ikke er sikre på akkurat hvordan gjennomsnittet er definert, virker det som at oppgaven da i praksis blir tilsvarende en energidistanse⁶ der maksimal effekt bare øker oppgaven i den grad den fører til et lengre kunstig nett og i den grad maksimal effekt er korrelert med energi. Hvis dette er tilfelle, antar vi det blir et spørsmål om parameterverdien for α fanger opp en energibasert oppgave og hvor stor påvirkning et nettselskaps maksimale kapasitetsbehov har på oppgaven. Vi antar at hvis energi og maksimal effekt er sterkt korrelert vil det utgjøre små forskjeller for mange selskaper, men kan potensielt gi større utslag for noen. I den forbindelse er det interessant at Thema viser en framstilling av hvordan forholdstallet mellom maksimal effekt (per dag) og gjennomsnittsforbruk varierer mellom nettselskaper (s.64).

Når det gjelder hvordan effektforbruk påvirker lengden på det kunstige nettet, beskriver Thema dette i mer detalj i rapport 6, kapittel 10. Mekanismene her er potensielt komplekse, men en viktig og enkel innsikt er at hvis man skalerer effektforbruket på alle nettstasjonene med samme faktor, har ikke dette noen påvirkning på topologien i det kunstige nettet (s.64). I teorien kan man dermed få et resultat der et selskap med generelt høy maksimaleffekt i nettstasjonene får samme kunstige nett som et selskap med generelt lav maksimaleffekt, alt annet likt. Dersom de har samme gjennomsnittlige effekt og gjennomsnittet brukes i beregningen, vil de også få samme effektdistanse.

Metoden overfor er benyttet i rapport 6 sitt kapittel 5, der det gjøres tester av effektdistanse i høyspentnettet for en større samling selskaper: «*For power distance results shown in this chapter, we adhere to the suggested parameters discussed in [3], where the maximum observed demand is used to build the artificial grid and the mean demand is used to calculate power distance using the built grid*» (s.28). En variant av metoden er også benyttet i kapittel 6 i samme rapport, der effektdistanse beregnes for lavspennetnettet. Her brukes en annen algoritme (Prim) for å bygge det kunstige nettet, mens beregningen av effektdistanse også her er gjort med gjennomsnittlig forbruk. Prims algoritme baserer seg kun på distanse, og maksimal effekt har dermed ingen direkte påvirkning på verken oppbygningen av det kunstige nettet eller på effektdistansen.

I kapittel 10 gjøres det imidlertid tester med en annen tilnærming som ikke bruker gjennomsnittlig effekt i beregningen av effektdistanse. Her er fokuset å teste ulike måter å ta hensyn til distribuert produksjon - men hvis man generaliserer og antar at distribuert produksjon kan være null, gir de også innsikt i hvordan forbruk alene kan slå ut. I disse testene prøves det ut seks ulike indikatorer på belastning på nettet, som alle testes både for bygging av kunstig nett og for beregning av effektdistanse. Dette gjøres gjennom å lage mange syntetiske nettsystemer ved en Monte Carlo-metode der andre viktige egenskaper ellers er like. De seks metodene er 1) maksimalt forbruk, 2) maksimalt nettoforbruk, 3) forskjell mellom maksimalt forbruk og maksimal produksjon, 4) maksimalt forbruk *pluss* maksimal produksjon, 5) maksimum

⁶ Over samme periode vil gjennomsnittlig effekt være proporsjonal med energi og er dermed i DEA-sammenheng det samme.

av enten forbruk eller produksjon, og 6) maksimal differanse mellom forbruk og produksjon. Merk at ingen av disse er basert på gjennomsnittlig effekt, men av ulike typer maksimalverdier. Thema finner at hvilken av de seks metodene som brukes i algoritmen har nesten ingen betydning for lengden på det kunstige nettet, noe som i seg selv er interessant (s.68, figur 10.7b). Hvilken av de seks metodene som benyttes i beregningen av selve effektdistansen, gitt et nett, har større betydning (figur 10.8b). Thema peker på metode 2 og 5 som de mest logiske.

Når det kommer til hvilken metode som anbefales for å beregne effektdistanse på et etablert nett (faktisk eller kunstig), står det i sammendraget i rapport 6 at «*In terms of demand metrics used to build idealised grids and compute power distance, we recommend using data at the highest available temporal resolution to capture peak demand.*» (s.4). Vi tolker dette som at det nå er anbefalt å bruke maksimal belastning framfor gjennomsnittlig effekt (tilsvarende energi for dette formålet). I tilfelle ser dette ut som en endring fra rapport 3.

Merk imidlertid at selv om vi antar at dette er anbefalingen, er testene i kapittel 5 og 6 som nevnt gjort med gjennomsnitt og ikke maksimal last i beregningen av effektdistansen. Ulike varianter av maksimal belastning testes imidlertid i kapittel 10, med spesielt fokus på distribuert produksjon.

Et annet sted åpnes det også kanskje for å bruke begge deler; i kapittel 10 nevnes det at "*To also capture the additional task of supplying power to customers in peak hours, not just the task of grid dimensioning, the power distance computed with a maximum demand metric can be introduced as a separate output*" (s.65). Her er vi imidlertid ikke sikre på hva som er forskjellen.

Det ser ut som at rapport 6 ikke diskuterer spørsmålet om effektdistanse skal baseres på det faktiske forbruket innenfor et år, eller eventuelt andre alternativer. Dette spørsmålet gjelder potensielt både for hva som skal være input i konstruksjonen av et kunstig nett og for hvordan effektdistansen skal beregnes. I tilfelle man bruker årlige data for begge formål, vil både topologien i det kunstige nettet og effektdistansen kunne variere mellom ulike år. Dette vil også gjelde selv om det fysiske nettet er det samme i to år på rad, så lenge energimengden og/eller effekten som går gjennom det endrer seg. Forutsatt at effektdistanse i stor grad har til hensikt å fange opp det kostnadsdrivende ved å bygge kapasitet til å kunne transportere høy (maksimal) effekt over avstand, antar vi at vurderingen vil komme inn på i hvilken grad årlige målinger av realisert maksimal effekt er en god proxy for dette. Dette er vanskelig å kommentere uten data om proporsjonaliteten over tid og hvor mye effekt og energi varierer. Uansett er det et viktig poeng at slik vi oppfatter det, tilsier forklaringen av parameteren σ at det hovedsakelig er investeringsbehovet for høyere nettkapasitet over avstander som skal fanges opp.

4.3 Insentiveffekter

Rapport 6 inneholder en diskusjon om hvorvidt det kan være problematisk med variabler som belønner effekt- og energiforbruk. Hypotesen som tas opp er at hvis nettselskapene har mulighet til å påvirke dette, kan det kanskje være et uheldig insentiv. Thema argumenterer med at nettselskapene har et visst handlingsrom for påvirkning gjennom for eksempel tariffutforming og bruk av forbrukerfleksibilitet, men ser ikke på dette som et veldig alvorlig problem. Argumentene er kvalitative, som er naturlig i og med at dette er vanskelig å måle. De fremhever også at et insentiv for mer energiforbruk vil gi et insentiv til å tilrettelegge for økt utnyttelse av nettet (s.4). Vi har ikke noen spesielle kommentarer til dette.

4.4 Kombinasjon av metoder for ulike nettnivåer

Et viktig fokus i rapport 3 var hvordan man kunne kombinere metoder for den høyspente og den lavspente delen av nettet. Manglende datakvalitet og begrenset regnekraft gjorde at det ble vurdert ulike metoder per nettnivå for å både bygge et kunstig nett (eller alternativer som ikke inkluderer et nett) og for å beregne effektdistanse. En av utfordringene med å bruke ulike metoder per nettnivå og deretter samle dem i én variabel er at det er vanskelig å finne en konsistent måte å summere dem.

I rapport 3 anbefalte Thema å bruke en vektet sum av effektdistansene i høy- og lavspennet nett. Vektingen var forklart med at kostnadene for luftlinjer og kabler er ulike mellom nettnivåene (s.45). Rapport 6 argumenterer imidlertid med at skaleringsfaktoren α allerede kan representere dette, og at en ytterligere vektingsfaktor kan føre dobbelttelling hvis samme metode brukes på begge nettnivåer (s.41). Den åpner heller for at en vektingsfaktor kan vurderes hvis man ikke kan bruke samme metode på begge nettnivåer.

4.5 Klyngebasert tilnærming (rapport 7)

Rapporten utforsker klyngebasert effektdistanse som et alternativ til faktiske nett og kunstige nett (eventuelt kan dette også forstås som en type kunstig nett). Det testes forskjellige varianter, men hovedprinsippet er at målepunkter kan grupperes til klynger som representeres ved virtuelle noder gjennom en algoritme. Klyngene kan «forankres» rundt de faktiske nettstasjonene, eller dannes uten hensyn til dette. Med forankring vil resultatene ligne mer på det som kommer ut av en algoritme for høyspentnett basert på faktiske nettstasjoner. Thema skriver: «*Med klyngealgoritmer bestemmes skillet mellom lavspente og høyspente distribusjonsnett gjennom en algoritme i stedet for nettselskapenes beslutninger. Forankring kan brukes som en mellomløsning mellom det faktiske nettet og metodene uten forankring (dog med noe tap av eksogenitet).*» (s.VI). Egenskapene ved ulike metoder og algoritmer beskrives, og det vurderes at «*det er sterke argumenter for å bruke klyngealgoritmer i beregningen av effektavstand*» (s.VI). Så vidt vi ser gis det imidlertid ikke noen konkret anbefaling om at en klyngebasert tilnærming er foretrukket framfor metodene beskrevet i rapport 6. I rapport 6 påpekes det - så vidt vi forstår - at tilnærmingen ikke nødvendigvis er tilstrekkelig for lavspennet nett: «*To return to the question of*

whether nodes can substitute power distance methods in the low-voltage grid, we can deduct that the methods in the analysed examples cannot” (s.43). Det konkluderes også at “At the time of writing, the concept of using clustering methods is not considered mature enough for an in-depth analysis of its implications on power distance. To reflect the properties of the LVD grid in a node, we see un-anchored nodes with demand weighting to be most promising.” (s.43). Vi tolker dette som at hvis en slik metode skal benyttes for lavspentnettet, er det behov for ytterligere analyser.

5 Pålitelighetsvariabel

Rapport 6 inkluderer et kapittel om pålitelighetsvariabel. Siden NVE nå har utlyst et eget prosjekt om dette, prioriterer vi ikke å kommentere dette i detalj nå. På overordnet nivå kan vi si at beskrivelsen i rapport 6 ser ut til å ta en noe annen retning enn den tidligere, dedikerte rapporten om pålitelighetsvariabel [4], men den anbefaler at det innføres en slik separat variabel (s.6). Vi antar at diskusjonen om dette i det nye, utlyste prosjektet vil komme inn på om ulike behov for pålitelighet og avstand fanges opp på indirekte måter i dagens modell, for eksempel gjennom antall km høyspent nett og/eller gjennom geografiske rammevilkår. Som tidligere beskrevet kan dette berøre spørsmålet om faktisk eller kunstig nett, og spørsmålet om dagens variabel for km høyspent nett skal bestå. Hvis kunstig nett brukes og resultatet blir at selskaper med mye «ekstra» nett på grunn av underliggende behov for leveringssikkerhet kommer dårligere ut, blir det antageligvis sett på som viktigere å inkludere en ekstra oppgave eller et rammevilkår som fanger opp behov for leveringssikkerhet. Hvis beregningene gjøres på et faktisk nett, eller km høyspentnett består som oppgave, kan det hende at en variabel basert på leveringssikkerhet blir delvis overlappende. I begge tilfeller vil det imidlertid hele tiden være en faktor at nettets lengde og topologi representerer historiske forhold.

6 Referanser

- [1] RME, «Computing the power distance parameter,» . Ekstern rapport nr 5-2019 (Thema Consulting Group). Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2019.
- [2] RME, «Power distance as an output parameter for grid companies,» Ekstern rapport nr 5-2019 (Thema Consulting Group). Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2019.
- [3] RME, «Methods for calculating power and energy distance,» RME Ekstern rapport 2/2021 (Thema Consulting Group). Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2021.

- [4] RME, «Variables for measuring the task of supplying reliability in the distribution grid,» RME Ekstern rapport Nr.3/2021 (Thema Consulting Group). Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2021.
- [5] RME, «Developing Methods for Combining Data that Can Be Used for Calculating Power Distance,» RME Ekstern rapport Nr 1/2021 (Multiconsult). Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2021.
- [6] RME, «Developing new output parameters for the use in future efficiency analysis for DSOs,» RME Ekstern rapport Nr 3/2022 (Thema Consulting Group). Norges vassdrags og energidirektorat, Oslo, 2022.
- [7] RME, «Establishing nodes in the distribution grid,» RME Ekstern rapport Nr.4/2022 (Thema Consulting Group & Expert Analytics). Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2022.