NVE
Reguleringsmyndigheten for energi – RME

EKSTERN RAPPORT NR. 3/2023

RME

Evaluering av bruken av syntetiske nett i måling av effektdistanse

SKREVET AV Menon Economics

RME Ekstern rapport nr. 3/2023
Evaluering av bruken av syntetiske nett i måling av effektdistanse

Utgitt av: Reguleringsmyndigheten for energi
Forfatter: Menon Economics
Forsidefoto: iStock

ISBN: 978-82-410-2221-0
ISSN: 2535-8243
Saksnummer: 202212111

Sammendrag: Denne rapporten presenterer Menon Economics vurderinger av bruken av syntetiske nett for å beregne nye oppgavevariabler til analyser i inntektsreguleringen. For å kunne beregne de nye oppgavevariablene trenger vi et mål på avstand, og en mulighet her er å konstruere syntetiske nett. Menon Economics har sammenlignet de syntetiske nettene med de faktiske nettene. De konkluderer at det er behov for vesentlig mer og bedre data før syntetiske nett kan benyttes til å beregne de nye oppgavevariablene. Dersom det faktisk er mulig å beregne oppgavevariablene med faktiske nett isteden, vurderer de at dette vil kunne være mer hensiktsmessig enn å benytte syntetiske nett.

Emneord: Effektivitetsanalyse, oppgavevariabler, effektdistanse, syntetiske nett, inntektsramme

Reguleringsmyndigheten for energi
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: rme@nve.no
Internett: www.reguleringsmyndigheten.no

februar 2023

Forord

Reguleringsmyndigheten for energi (RME) regulerer strømnettselskapenes inntekter. Formålet er å bidra til effektiv drift, utnyttelse og utvikling av nettet. Nettselskapenes avkastning avhenger av hvor kostnadseffektivt de løser sine oppgaver. RME foretar hvert år en effektivitetsanalyse som måler selskapenes ressursbruk opp mot noen definerte oppgavevariabler. Disse skal beskrive oppgaven med å bygge, drive og vedlikeholde nettinfrastrukturen.

RME utforsker om nye oppgavevariabler på effekt- og energiavstand kan brukes i effektivitetsanalysene. Effektavstand er en sammensatt størrelse som beskriver hvor mye effekt nettselskapene skal levere, og hvor langt denne effekten må transporteres. Energiavstand har samme egenskap, men gjenspeiler hvor mye energi som skal fraktes over ulike avstander i en periode.

Avstandene fra innmatingspunktene til sluttbrukerne er et sentralt element i de nye oppgavevariablene. På et konseptuelt nivå er en mulighet å ta utgangspunkt i det faktiske nettets geografiske plassering. Alternativet er å benytte en algoritme til å konstruere et syntetisk nett som knytter sluttbrukerne og innmatingspunktene sammen.

Vi har konstruert syntetiske nett for alle nettselskapene, og vi har bedt Menon Economics å analysere hvordan syntetiske nett skiller seg fra faktiske nett. I rapporten drøfter de om eventuelle forskjeller er så problematiske at de bør korrigeres for. De vurderer deretter mulige metoder for å korrigere syntetiske nett. Til slutt drøfter konsulentene hvor egnet syntetiske nett er i beregningen av de nye oppgavevariablene, og hvilke krav dette eventuelt stiller til blant annet datakvalitet.

Alle vurderingene og konklusjonene i rapporten er konsulentenes egne.

Vi inviterer alle til å komme med innspill til arbeidet. Tilbakemeldinger merkes med referansenummer 202212111 og sendes til rme@nve.no innen 1. juni 2023. Vi tar med oss innholdet i denne rapporten og innspill på den i det videre arbeidet med reguleringsmodellen.

Oslo, februar 2021

Tore Langset
direktør
Reguleringsmyndigheten for energi

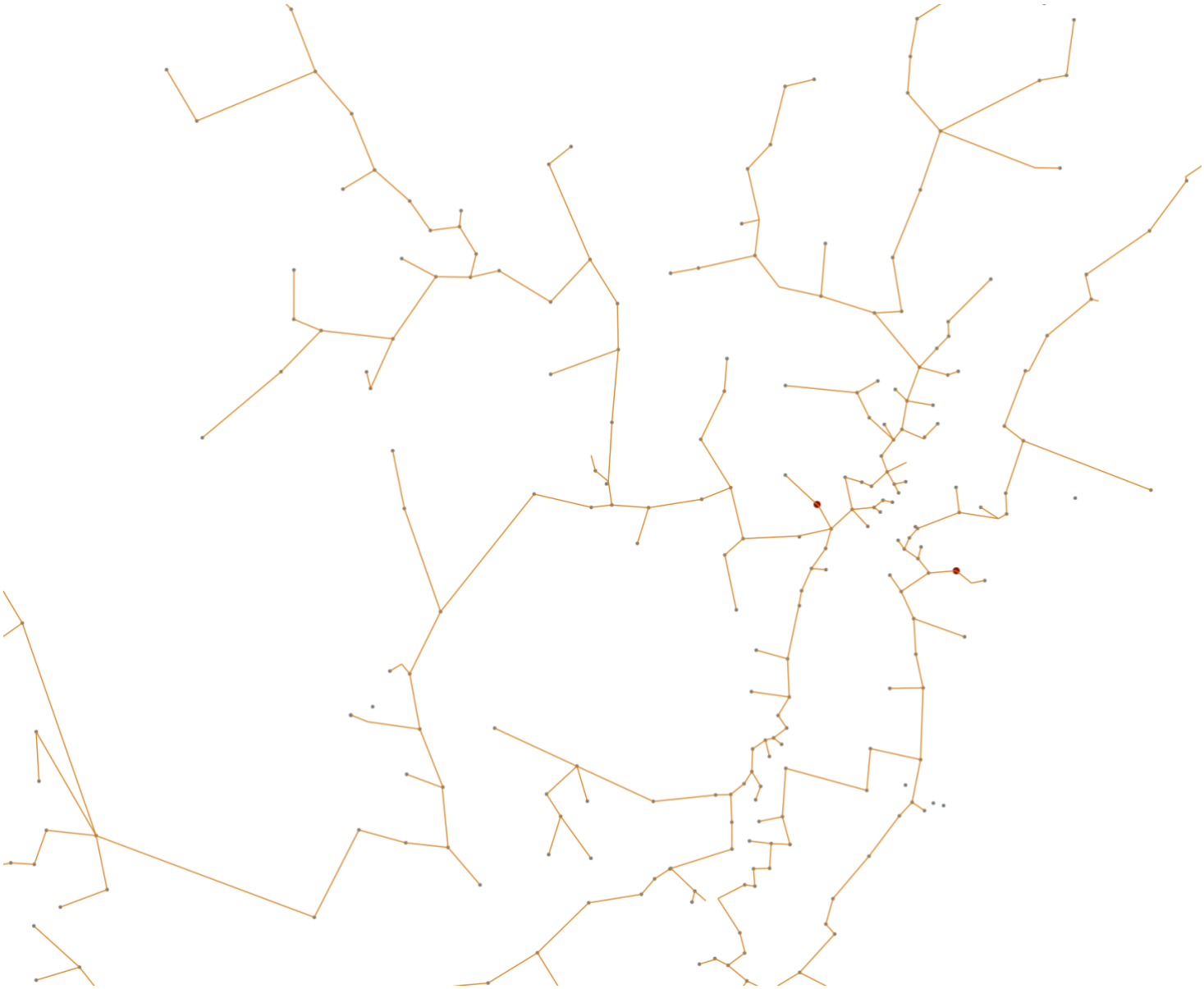
Roar Amundsveen
seksjonssjef
Reguleringsmyndigheten for energi

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

MENON ECONOMICS

RAPPORT

EVALUERING AV BRUKEN AV SYNTETISKE NETT I MÅLING AV EFFEKTDISTANSE



MENON-PUBLIKASJON NR. 2/2023

Av Kristoffer Midttømme, Even Winje, Trygve Leithe Svalheim, Sebastian Winther-Larsen, Jonas Berg, Inger Nielsen Hole og Piotr Spiewanowski.

Forord

På oppdrag for Reguleringsmyndigheten for energi ved NVE har Menon Economics evaluert bruken av syntetiske nett som grunnlag for beregning av effektdistanse som ny oppgavevariabel.

Evalueringen har vært ledet av Kristoffer Midttømme, med Even Winje, Trygve Leithe Svalheim, Sebastian Gregorius Winther-Larsen, Inger Nielsen Hole og Jonas Berg som prosjektmedarbeidere. Piotr Spiewanowski har vært kvalitetssikrer.

Menon Economics er et forskningsbasert analyse- og rådgivningsselskap i skjæringspunktet mellom foretaks-økonomi, samfunnsøkonomi og næringspolitikk. Vi tilbyr analyse- og rådgivningstjenester til bedrifter, organisasjoner, kommuner, fylker og departementer. Vårt hovedfokus ligger på empiriske analyser av økonomisk politikk, og våre medarbeidere har økonomisk kompetanse på et høyt vitenskapelig nivå.

Vi takker RME for et spennende og krevende oppdrag, gode diskusjoner og faglige innspill underveis. Vi takker også alle intervjuobjekter for gode innspill underveis i prosessen. Forfatterne står ansvarlig for alt innhold i rapporten.

_____

Januar 2023

Kristoffer Midttømme
Prosjektleder
Menon Economics

Innhold

SAMMENDRAG **4**

1 OPPGAVEN: EVALUERE BRUKEN AV SYNTETISKE NETT TIL Å BEREGNE OPPGAVEVARIABELEN EFFEKTDISTANSE **6**

1.1 Oppgavevariablene definerer nettselskapenes virksomhet når de benchmarkes 6

1.2 Nye variabler skal øke treffsikkerheten i den økonomiske reguleringen 6

1.3 Hva kjennetegner en god oppgavevariabel? 7

1.4 Evalueringsspørsmål og metodisk tilnærming 8

2 HVORDAN KONSTRUERES DET SYNTETISKE NETTET, OG HVORDAN BLIR DET DA SEENDE UT? **10**

2.1 Det syntetiske nettet konstrueres ved hjelp av en algoritme 10

2.2 Overordnet ligner det syntetiske nettet i stor grad på det faktiske nettet 12

2.2.1 Topologisk ligner det faktiske og det syntetiske nettet 14

2.2.2 Syntetisk og faktisk nett går i stor grad i nærheten av hverandre 14

2.2.3 På makronivå brer nettene seg over samme områder 15

2.3 Men det er likevel vesentlige forskjeller på det syntetiske og det faktiske nettet 17

2.3.1 Det syntetiske nettet er kortere enn innrapportert lengde på det faktiske nettet 17

2.3.2 På mikronivå er det dels store avvik mellom geografien syntetisk og faktisk nett går gjennom 19

2.3.3 Dårlige data fører til at det syntetiske nettet blir feilkonstruert, og at det ikke foreligger troverdige faktiske nett å sammenligne med 22

2.4 Datamangler forklarer ikke avvikene, men geografi kan til en viss grad forklare dem 26

2.4.1 Når vi ser vekk fra områder med åpenbare datafeil, reduseres ikke forskjellene mellom lengden på syntetisk nett og innrapportert lengde på faktisk nett 26

2.4.2 Den geografiske plasseringen til det syntetiske nettet kan forklare noe av forskjellen i lengde på syntetisk og innrapportert faktisk nett 28

2.4.3 Øvrige forskjeller i lengde kan skyldes redundans, parallelle linjer, historiske valg og ulike muligheter og vilje til å trekke nett den korteste veien 30

3 FORSKJELLENE MELLOM DET SYNTETISKE OG DET FAKTISKE NETTET ER PROBLEMATISK STORE. DATAGRUNNLAGET BØR STYRKES OG FORSKJELLENE BØR KORRIGERES FOR. **31**

3.1 Hva skal til for at forskjeller mellom syntetiske og faktiske nett er problematiske? 31

3.2 Avvik knyttet til geografi og topografi kan korrigeres, men må ses i sammenheng med den øvrige reguleringen 32

3.2.1 Vi anbefaler ikke å introdusere «no build»-zones eller korrigeringsfaktorer i algoritmen. 32

3.2.2 Hvis man ønsker korrigering, er det vesentlig enklere å etterkorrigere basert på geografiske forhold, i tråd med dagens rammevilkårsjustering 33

3.3 Det syntetiske nettet kan ikke benyttes til reguleringsformål før kvaliteten på inngangsdataene er hevet 34

3.4 Behovet for å samle inn data og justere for skjevheter kan være så stort at det vil være bedre å benytte faktiske nett i reguleringsmodellen 35

3.4.1 Grunnlaget vi har i dag er ikke tilstrekkelig til å vurdere om et syntetisk nett basert på korrekt inngangsdata vil gi en rimelig oppgavevariabel 35

3.4.2 Alternativet til syntetiske nett er å benytte faktiske nett, men det innebærer også visse utfordringer 36

3.4.3 Samlet sett fremstår faktisk nett bedre egnet til beregning av effektdistanse, men i valget av nettype må RME også se hen til de andre planlagte oppgavevariablene 36

3.5 Før effektdistanse tas i bruk som oppgavevariabel bør det gjøres en vurdering av enkelte aspekter ved beregningsformelen 38

3.5.1 Der man må legge parallelle linjer for å dekke effektbehovet, treffer antakelsen om avtakende marginalkostnad dårlig 38

3.5.2 Beregnet effektdistanse kan bli for lav når effektbehovet er lavt 39

4 REFERANSELISTE **40**

5 VEDLEGG: INNSIKT FRA INTERVJUER **41**

5.1 Gjennomføring av intervju 41
5.2 Innsikt fra intervju 41
5.2.1 Avvik på grunn av geografi 41
5.2.2 Større avvik i lengde i byer 41
5.2.3 Avvik på grunn av datamangler og datafeil 42
5.2.4 Avvik på grunn av historiske valg 42
5.2.5 Andre innspill 43

Sammendrag

Våre analyser viser at det per i dag er betydelige forskjeller mellom lengden på det syntetiske og det fysiske nettet mellom nettselskap, og at det syntetiske nettet oftere går gjennom bebygde områder og vann enn det faktiske. Dersom man ser behov for å justere for geografiske og topografiske forhold, anbefaler vi at det gjøres i etterkant av beregningen av effektdistanse, ikke i konstruksjonen av det syntetiske nettet. Datagrunnlaget som er gjort tilgjengelig for oss har imidlertid for lav kvalitet til at det er mulig å foreta en endelig vurdering av hvorvidt disse avvikene er problematiske eller ikke. For å kunne vurdere om syntetiske nett er egnet som utgangspunkt for beregning av effektdistanse og hvilke justeringer som eventuelt må gjøres, må datagrunnlaget forbedres, nye syntetiske nett konstrueres, og rimelighetskriteriet vurderes på nytt. Samlet sett vurderes behovet for datainnsamling å være så stort at RME kanskje er bedre tjent med å benytte faktisk nett i beregningen av effektdistanse. Valget av beregningsgrunnlag må imidlertid ses i tett sammenheng med de øvrige oppgavevariablene, og RME må gjøre en helhetsvurdering.

I et makroperspektiv fremstår det syntetiske nettet svært likt det faktiske nettet, både utseendemessig og med hensyn til hvilke geografiske områder nettene går gjennom. Det syntetiske nettet utviser i stor grad samme adferd som det faktiske nettet. Som en følge av måten nettet konstrueres på, er det imidlertid vesentlig kortere enn det faktiske nettet. I seg selv er ikke dette et problem, både fordi det er ønskede forskjeller mellom de to nettene (særlig knyttet til valg om redundante linjer i det faktiske nettet for å øke leveringspåliteligheten) og fordi lengdeforskjeller som er like mellom nettselskap, forsvinner når reguleringsmodellen kun sammenligner relative forskjeller mellom nettselskapers effektivitet i oppgaveløsingen.

Utfordringen i å vurdere egnetheten til det syntetiske nettet er at forskjellen i lengde på faktisk og syntetisk nett varierer stort mellom nettselskaper. Denne forskjellen må forstås for å kunne slå fast om effektdistanse basert på syntetisk nett vil reflektere nettselskapenes oppgaver og gi rimelige utslag i inntektsreguleringen.

For å forsøke å forstå forskjellen mellom nettselskap har vi benyttet detaljerte geografiske data som beskriver det syntetiske og det faktiske nettet, alle nettstasjoner og transformatorer. Analysene våre viser at selv om det syntetiske nettet i et makroperspektiv i stor grad går gjennom lignende geografiske områder som det faktiske nettet, er det store forskjeller når man går ned i et mikroperspektiv. Vi viser at det syntetiske nettet mange steder i større grad går gjennom bebygde områder, og at det er mer tilbøyelig til å ta snarveier over vann, enn det faktiske nettet. I tillegg indikerer regresjonsanalysene våre at viktige naturarvområder, skogkledde områder og bratt terreng kan forklare noe av forskjellen i lengde mellom faktisk og syntetisk nett. Dette vil kunne føre til at nettselskaper med høyere andel slik områder i sine konsesjonsområder, vil kunne få systematisk annerledes beregnet effektdistanse enn andre nettselskaper.

Datagrunnlaget som er gjort tilgjengelig for oss har imidlertid for lav kvalitet til at det er mulig å foreta en endelig vurdering av rimeligheten til den foreslåtte oppgavevariabelen. To hovedutfordringer peker seg her ut. For det første er det mange steder mangler i grunnlaget for konstruksjonen av det syntetiske nettet, slik at nettet flere steder er feilkonstruert. Når man endrer datagrunnlaget det syntetiske nettet er beregnet på, vil også egenskapene endre seg. Vi viser ett eksempel der vi legger til transformatorstasjoner for et nettselskap hvor disse hadde falt ut, og hvor lengden på det syntetiske nettet endres med om lag seks prosent. Dette er en stor endring, og avvik på seks prosent vil kunne gi urimelig store utslag i inntektsreguleringen. Det er derfor helt nødvendig at datagrunnlaget forbedres, ved at det samles inn oppdaterte oversikter over hvilke nettstasjoner og innmatingspunkter som er i bruk for hvert nettselskap, og at det syntetiske nettet konstrueres på nytt, før det tas i bruk. Det vil kunne være nødvendig å sende oppdaterte syntetiske nett «på høring» til nettselskapene for å redusere antall feil. For det andre er dataene om det faktiske nettet også mangelfulle. Det er derfor ikke mulig å

foreta en fullstendig sammenligning av de to. Dermed blir det ikke mulig å komme med en fullstendig forklaring på forskjellene mellom nettselskaper. Våre analyser indikerer at manglende data ikke er en viktig årsak til forskjeller mellom nettselskaper, men det er ikke mulig å slå fast med sikkerhet før alle dataene foreligger. Som følge av disse utfordringene er det ikke mulig å vurdere hvor godt egnet et fremtidig syntetisk nett, basert på korrekte inngangsdata, vil være. RME bør derfor foreta en ny vurdering når nettet er beregnet på nytt.

Når det gjelder uønskede avvik mellom det fysiske og syntetiske nettet som har sitt oppgav i geografiske faktorer konkluderer vi med at det ikke er grunnlag for å etablere såkalte «no build»-zones som det syntetiske nettet ikke får lov til å gå gjennom. Selv om det syntetiske nettet *oftere* går gjennom noen arealtyper (særlig bebygde områder og vann), betyr ikke dette at det fysiske nettet unngår denne typen terreng. Tvert imot ser vi at dagens nett i stor grad benytter seg av de samme områdene. «No build»-zones vil derfor ikke øke treffsikkerheten, men trolig introdusere flere avvik og mer støy.

Av samme årsak vil det også være svært krevende å utarbeide parametere for arealkorrigering som mates inn i konstruksjonen av det syntetiske nettet, med formål om å få det til å ta valg som ligner enda mer på det faktiske nettet. For å få til det, må man klare å velge ut parametere som forstår konteksten i nettplanleggingen, for eksempel hvilke egenskaper ved de ulike situasjonene som fører til at det syntetiske nettet noen steder velger å gå mer over vann enn det faktiske og hva som fører til at det i andre situasjoner velger å gå mindre over vann enn det faktiske. Uten dette presisjonsnivået risikerer man, som ved «no-build»-zones, å introdusere mer støy. Et slikt presisjonsnivå fremstår imidlertid urealistisk å skulle oppnå.

Dersom man med oppdaterte grunnlagsdata fortsatt vurderer at geografiske og topografiske forhold gir urimelige utslag i beregnet effektdistanse, er et alternativ til å korrigere *konstruksjonen* av de syntetiske nettene, å heller korrigere *i ettertid* for at det syntetiske nettet har valg traséer som det faktiske nettet ikke bør eller kan. Rent konkret kan man utarbeide korreksjonsfaktorer som kan benyttes til å oppjustere beregnet effektdistanse der det syntetiske nettet utviser urealistisk adferd på en måte som slår uheldig ut for oppgaveberegningen. Rent prinsipielt ligner en slik korreksjon på dagens rammevilkårsjustering, der noen eksogene faktorer/rammevilkår benyttes til å korrigere for at noen nettselskaper har mer krevende forutsetninger enn andre for å oppnå samme kostnadseffektivitet. Det er imidlertid ikke mulig å utarbeide slike korreksjonsfaktorer på nåværende tidspunkt.

Det er altså behov for vesentlig mer, og bedre data, for at syntetiske nett skal kunne benyttes til å beregne effektdistanse i inntektsreguleringen. Behovet for gode data øker, desto flere oppgavevariabler man velger å basere på det syntetiske nettet, fordi konsekvensene ved feil i det syntetiske nettet blir større i inntektsreguleringen når feil propageres til flere oppgavevariabler. For å vurdere oppgavevariabelens rimelighet, bør man imidlertid også søke å øke datagrunnlag knyttet til den fysiske nettet som i dag foreligger. Samlet sett kan behovet for data for å konstruere og verifisere gode syntetiske nett, være så stort at man like gjerne kunne benyttet faktiske nett i beregningen av effektdistanse. Vi vurderer at effektdistanse basert på faktiske nett gir noe lavere eksogenitet og omtrent lik transparens/forståelighet, men en mer rimelig og rettferdig oppgavevariabel. I tillegg taler ustabiliteten i de syntetiske nettene over tid, etter hvert som nye nettstasjoner og innmatingspunkter legges til og trekkes fra, for å benytte faktiske nett.

Samlet sett vurderer vi at til bruk i beregning av effektdistanse vil det kunne være mer hensiktsmessig å benytte faktisk nett enn syntetisk, så fremt effektdistanse faktisk lar seg beregne ved hjelp av faktiske nett. De syntetiske nettene er imidlertid *også* planlagt benyttet i beregningen av andre oppgavevariabler. Hvorvidt faktisk eller syntetisk nett er best egnet i beregningen av disse, ligger utenfor vårt mandat å vurdere. Det vil antakelig være hensiktsmessig å benytte samme type nett i beregningen av alle disse oppgavevariablene, og RME må derfor gjøre en helhetsvurdering av egnetheten til de to nettypene for alle oppgavevariablene samlet.

1 Oppgaven: Evaluere bruken av syntetiske nett til å beregne oppgavevariabelen effektdistanse

Store investeringskostnader og lave marginalkostnader tilsier at elektrisitetsdistribusjon er naturlige monopoler. Vi må derfor regulere dem for å sikre at samfunnet får tilgang på nettjenestene på rimelige vilkår. Men asymmetrisk informasjon skaper utfordringer – hvordan regulere på en måte som gir nettselskapene mulighet til å få betalt for investeringer som er samfunnsøkonomisk rasjonelle, uten at de samtidig får dekning for enhver kostnad de ønsker å påta seg? For å hensynta disse motsetningene har man etablert en inntektsregulering som både gir kostnadsdekning, og en imitasjon av effektivitetsgevinstene man får i en konkurranseutsatt næring med utgangspunkt i nettselskapenes «output».

1.1 Oppgavevariablene definerer nettselskapenes virksomhet når de benchmarkes

RME beregner årlig en tillatt inntekt for hvert nettselskap. Den tillatte inntekten avgjør hvor mye tariffinntekter nettselskapet kan hente fra kundene. Den mest dominerende parameteren i den økonomiske reguleringen er inntektsrammen. Inntektsrammen beregnes årlig for hvert selskap og består av kostnadsgrunnlaget og kostnadsnormen. Sistnevnte vil fra 2023 utgjøre 70 prosent av inntektsrammen.

Gjennom kostnadsnormen får ikke nettselskapet dekket sine egne kostnader, men kostnadene til et konstruert mønsterselskap for oppgavene de skal løse, med utgangspunkt i en effektivitetsfront basert på de mest effektive selskapene per oppgavevariabel.[1] Nettselskapet med det laveste kostnadsnivået vil kunne realisere den høyeste avkastningen. Et selskap som har høyere kostnader vil få lavere avkastning ettersom de får dekket en mindre andel av sine reelle kostnader. Den totale avkastningen til nettselskapene samlet sett påvirkes imidlertid ikke av kostnadsnormen. Reguleringsmodellen har med andre ord kun et fordelingsmessig fokus, med målsetning om å gi insentiv til økt kostnadseffektivitet. Likefult vil oppgavevariablenes innretting (og metodikken for å estimere effektivitetsskåren) ha stor påvirkning på nettselskapenes faktiske og relative avkastning i et gitt år. Oppgavevariablene som benyttes i dag er:

- Antall kilometer høyspent nett
- Antall nettstasjoner
- Antall kunder

1.2 Nye variabler skal øke treffsikkerheten i den økonomiske reguleringen

Endringer i bruksmønsteret av strøm, og et behov for å fange opp at ulike kunder fører med seg ulike kostnader for selskapene, har bidratt til et behov for å identifisere mer treffsikre oppgavevariabler. Det er viktig at oppgavevariablene er representative for hva som gjør et nettselskap «effektivt». RME vurderer nå varianter av følgende nye oppgavevariabler:

- Effektdistanse
- Energidistanse

[1] *For en nærmere beskrivelse av hvordan kostnadsnormen beregnes se https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/oekonomisk-regulering-av-nettselskap*

- Leveringspålitelighet

I denne rapporten tar vi for oss effektdistanse med utgangspunkt i ett syntetisk nett. Effektdistanse måler oppgaven om å levere en viss mengde effekt ut til kunden, over en distanse. Distansen er gitt ved avstanden mellom kundens beliggenhet og der strømmen kommer fra sentrale deler av nettet.

Effektdistanse P_d for hvert nettselskap er gitt ved følgende formel:

$$P_d = \sum_{\forall e} L_e P_e^{\alpha}$$

- e er en strømlinje, altså en linje trukket mellom en trafo og en nettstasjon, eller mellom to nettstasjoner. Hvert nettselskap har et sett med strømlinjer.
- L_e er lengde til strømlinje e.
- P_e er den absolutte effekten målt i strømlinje e. Ulike mål kan bli brukt for effekt, for eksempel maksimal- eller gjennomsnittseffekt i løpet av en tidsperiode.
- α er en parameter med konstant verdi mellom 0 og 1. Parameteren er en skaleringsfaktor, som reflekterer sammenhengen mellom økt effekt og investeringskostnad. α er foreslått å være mindre enn 1, altså vil det å doble effekten i en strømlinje medføre mindre enn en dobling av kostnadene.

Syntetiske nett er enkelt forklart en kunstig fremstilling av strømnett. Syntetiske nett kan bli laget på ulike måter, avhengig av hva det skal brukes til og hvilke hensyn man vil ta. Det syntetiske nettet vi tar for oss i denne rapporten er basert på plasseringen til faktiske trafoer og nettstasjoner.[2]

I teorien er det også mulig å beregne effektdistanse basert på faktiske nett. I 2019 utarbeidet THEMA[3] en rapport hvor de vurderte ulike måter å beregne effektdistanse. Rapporten konkluderte med at en beregning basert på faktiske nett best representerer oppgaven til nettselskapene, gitt at oppgaven er å frakte effekt gjennom det eksisterende nettet. Et problem med å bruke faktiske nett er at det krever høy datakvalitet. På grunn av mangelfulle data vurderte THEMA at det ikke er realistisk å bruke faktiske nett til å beregne effektdistanse i dag. Rapporten anbefalte likevel å starte arbeid med å øke datakvalitet slik at det er mulig å bruke faktiske nett i fremtiden.

Som løsning anbefalte THEMA å bruke effektdistanse basert på syntetiske nett. Det er verdt å nevne at syntetiske nett har noen fordeler sammenlignet med faktiske nett. Å regne effektdistanse basert på syntetiske nett er en betydelig enklere regneoperasjon, som også krever mindre datakraft. I tillegg gir syntetiske nett en mer eksogen oppgavevariabel, se kjennetegn for gode oppgavevariabler i neste avsnitt.

1.3 Hva kjennetegner en god oppgavevariabel?

For å vurdere hvorvidt effektdistanse basert på syntetiske nett er en god oppgavevariabel er det viktig å ha et omforent grunnlag av hva som faktisk kjennetegner en god oppgavevariabel. Samfunnsøkonomisk teori peker på styrings- og kostnadseffektivitet som de to mest sentrale prinsipper for å utvikle effektive offentlige virkemidler[4]. Inntektsrammemodellen er utviklet nettopp for å sikre en kostnadseffektiv utvikling av det norske strømnettet.

---

[2] *Se kapittel 2 gir for en mer detaljert beskrivelse av det syntetiske nettet.*
[3] *(THEMA consulting group, 2019)*
[4] *Se blant annet (Hoel, 2003)*

Oppgavevariablenes rolle vil da være å sikre nettselskapene reguleres styringseffektivt. Det vil si at de skal sikre at kostnadsoptimaliseringen ikke går på bekostning av kvaliteten på tjenesten/produktet de leverer som monopolist. Sistnevnte reflekteres også i kriteriene RME selv peker på for å vurdere hvor egnet en oppgavevariabel er[5]. Videre peker NVE på supplerende kriterier som må være oppfylt. Disse er listet opp under.

- **Reflektere oppgave:** Variabelen skal reflektere nettselskapenes oppgave.
- **Eksogen:** Oppgavevariabelen skal i minst mulig grad påvirkes av nettselskapenes egne valg, for eksempel gjennom hvordan nettselskapene velger å løse oppgaven (innsats)
- **Rimelig:** Oppgavevariabelen skal være rimelig, ved at nettselskap ikke skal straffes for forhold som ligger utenfor nettselskapets kontroll.
- **Mulig å beregne**: Man er avhengig av både de nødvendige dataene og tilstrekkelig datakapasitet til å beregne oppgavevariabelen.
- **Forståelig:** Oppgaven skal være forståelig for interessenter.

I vår analyse fokuserer vi på om effektdistanse basert på syntetiske nett reflekterer nettselskapenes *oppgave* på en tilstrekkelig god måte, om det vil være *rimelig* å benytte effektdistanse basert på syntetiske nett i reguleringen, samt hvorvidt man har tilstrekkelig datagrunnlag for å *beregne* oppgavevariabelen. Sistnevnte kan imidlertid også påvirke hvorvidt oppgaven er rimelig – det vil si at enkeltselskap kommer dårligere ut i benchmarkingen grunnet mangelfull data.

1.4 Evalueringsspørsmål og metodisk tilnærming

I denne rapporten besvarer vi følgende spørsmål: *Er effektdistanse basert på syntetiske nett en egnet oppgavevariabel for den økonomiske reguleringen knyttet til høyspent distribusjonsnett?* Problemstillingen analyseres med utgangspunkt i en fire-stegs prosess. Gjennom disse stegene kan vi svare på om syntetiske nett er egnet til å måle effektdistanse. Rapporten vår svarer dermed *ikke* på om det syntetiske nettet er en god representasjon av det faktiske nettet.

I **første steg** vurderer vi hvordan det syntetiske nettet skiller seg fra det faktiske nettet. Forskjeller mellom syntetisk og faktisk nett kan være en indikator på at det syntetiske nettet ikke tar hensyn til faktiske forhold, som vanskelig terreng, redundans i strømnettet, og historiske valg i byggingen av nett. Det kan også bety at det syntetiske nettet ikke er konstruert på et tilstrekkelig godt grunnlag, for eksempel hvis det mangler datapunkter, eller på en uegnet måte.

I **andre steg** vurderer vi hvorvidt de observerte forskjeller mellom syntetisk og faktisk nett er problematiske. Det er ikke et mål i seg selv at det syntetiske nettet skal ligne på det faktiske. Derfor er forskjellene mellom faktisk og syntetisk nett bare problematiske dersom forskjellene over- eller undervurderer effektdistanse-oppgaven for enkelte selskaper, eller er urimelige.

I **tredje steg** vurderer vi om det er mulig å korrigere for problematiske forskjeller mellom syntetisk og faktisk nett. Det kan for eksempel foretas korreksjoner gjennom den eksisterende rammevilkårsjusteringen, ved å forbedre datakvalitet, ved å legge inn korrigeringsfaktor i effektdistansevariabelen, eller ved justere algoritmen som konstruerer syntetiske nett.

[5] *Se konkurransegrunnlaget for denne analysen*

I **fjerde steg** drøfter vi om dette etter vårt skjønn tilsier at det ville ha vært bedre å benytte faktiske nett som grunnlag for beregning av effektdistanse.

I den første delanalysen kombinerer vi kvantitativ og kvalitativ metode i våre vurderinger. Den kvantitative metoden er statistiske analyser av tilgjengelig data av det faktiske og syntetiske nettet, som kan avsløre systematiske forskjeller mellom faktisk og syntetisk nett. Den kvalitative tilnærmingen er «casestudier» av enkelte områder i strømnettet, eller enkelte nettselskaper.

Datagrunnlaget som har blitt gjort tilgjengelig for oss, er

- en foreløpig versjon av **et syntetisk nett**, utarbeidet av RME ved hjelp av modellen utviklet av THEMA[6],
- en oversikt over **trafostasjoner** i nettet, deres geografiske plassering og deres eiere,
- en oversikt over **nettstasjoner**, deres geografiske plassering og deres eiere,
- **forbruksdata på målepunktnivå** og en antatt kobling til nettstasjoner,
- innsamlet data om **faktiske nett** for en lang rekke nettselskaper, men ikke for alle,
- et landsdekkende rasterkart med geografisk data på **helning** ulike steder i Norge.

I tillegg har vi samlet inn andre geografiske data for å kunne sammenligne det syntetiske og faktiske nettet med hensyn til om de i like stor grad plasseres over vann, over bygninger og i ulike naturtyper.

[6] *(THEMA consulting group, 2022)*

2 Hvordan konstrueres det syntetiske nettet, og hvordan blir det da seende ut?

2.1 Det syntetiske nettet konstrueres ved hjelp av en algoritme

Metoder for konstruksjon av koblinger mellom noder er et kjent problem innen grafteori og informatikk. I situasjonen vi står ovenfor er vi interessert i å konstruere det *minimale spenntre* fra en forhåndsbestemt startnode. Startnoden er transformatorstasjonen og et spenntre er en sammenkobling som sørger for at man kommer innom alle de andre nodene, som er nettstasjonene. Det er en kostnad forbundet ved å koble til en ny node – økt marginal effektdistanse. Et *minimalt* spenntre er det rimeligste spenntreet av alle mulige. For en gitt situasjon med kun én startnode finnes det gode algoritmer som løser dette problemet, for eksempel *Prims algoritme* (Prim, 1957). Et kompliserende element er at vi har svært mange forskjellige startnoder, de fleste nettselskap har mer enn én transformator, de fleste har over et dusin og noen har flere titalls.

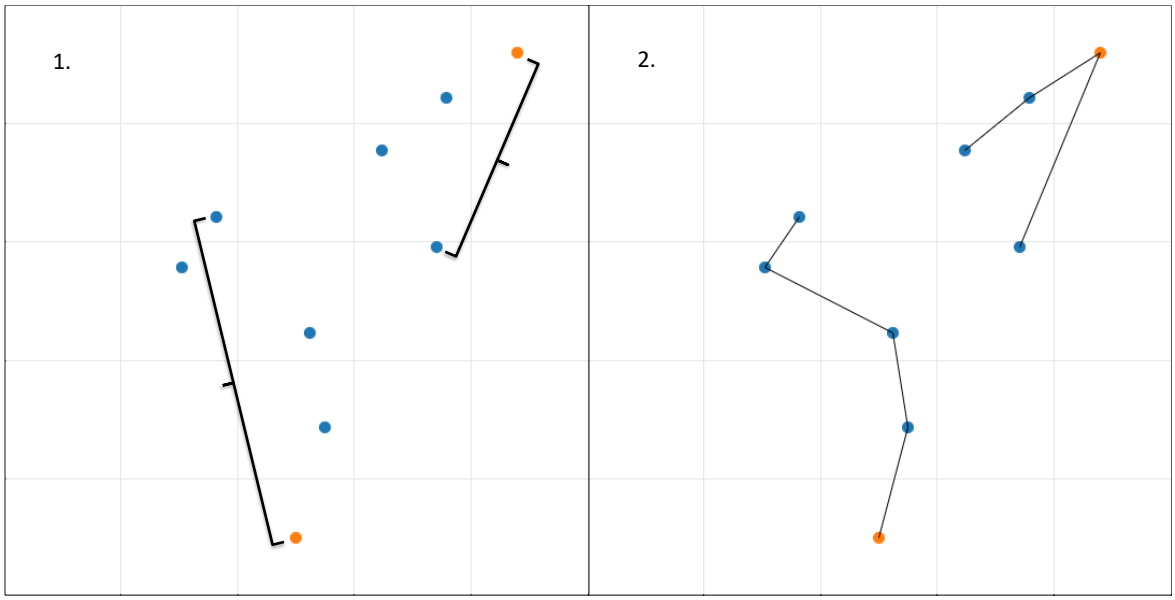
Å variere størrelsen på trærne som spenner ut fra hver transformator til man har nådd et optimum er et uhåndterbart problem å løse. Derfor er man tvunget til å konstruere de syntetiske nettet i to steg; tilordning av nettselskaper til transformatorer og deretter selve tilkoblingen av hver delklynge med nettstasjoner til transformatoren de er tilegnet. Kort oppsummert er stegene i den foreslåtte algoritmen slik;

1. Tilordning («assignment»).
    a. Avstand mellom alle transformatorer og nettstasjoner beregnes
    b. Alle nettstasjoner tilordnes den transformatoren de er nærmest
2. Tilkobling. For hver transformator med tilordnede nettstasjoner skjer følgende,
    a. Den geografisk nærmeste nettstasjonen kobles til transformatoren.
    b. Den neste nærmeste ledige, ikke-tilkoblede nettstasjon, målt fra transformator, identifiseres og kobles til der den øker total effektdistanse minst
    c. Steg b repeteres til alle nettstasjoner er koblet til

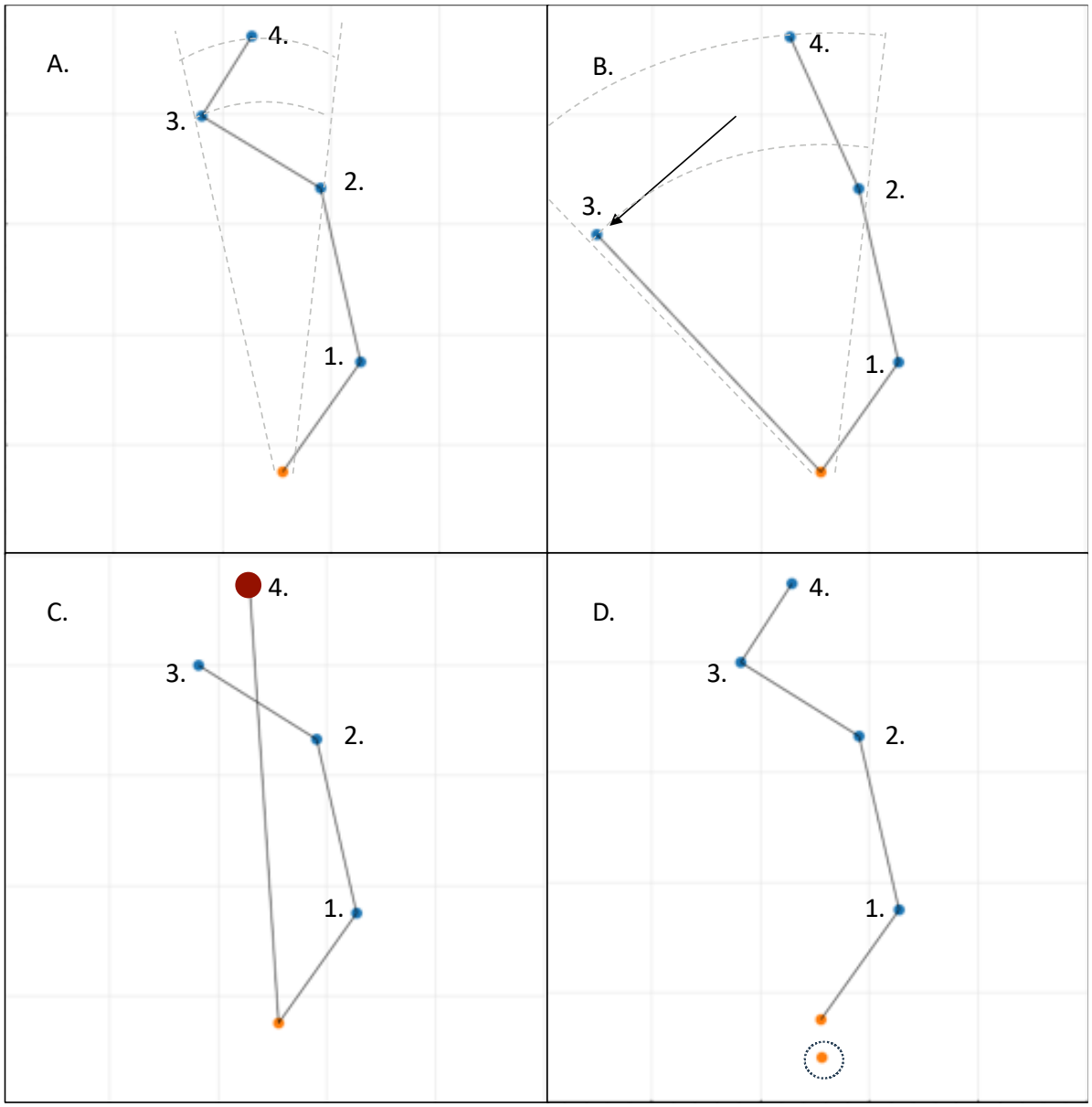
Algoritmens to hovedsteg er illustrert i Figur 2-1. For å bygge forståelse for algoritmen og for å gjøre enkle simuleringer har Menon utviklet et «sandkasse-verktøy». Det er dette verktøyet som er vist i Figur 2-1. Verktøyet er implementert som en interaktiv webapplikasjon skrevet i Python. Verktøyet gjør det enkelt å legge ut nettstasjoner og transformatorer på et blankt ark for deretter å la algoritmen konstruere det syntetiske nettet som kobler disse sammen. I verktøyet kan man enkelt flytte på, legge til eller fjerne enkelte eller grupper av punkter. Man kan også endre på strømetterspørselen tilknyttet hver nettstasjon.

Eksempler på noen enkle simuleringer man kan gjøre med sandkasseverktøyet er illustrert i Figur 2-2. For eksempel kan man enkelt se hvordan det vil dannes nye grener ut fra en transformator når vinkelen mellom grenene blir stor nok, illustrert ved forskjellen mellom delfigur A og B. Videre kan en se på effekten av endret etterspørsel til en nettstasjon – i delfigur C har vi økt etterspørselen i node 4 hundre ganger relativt til de andre nettstasjonene. Dette fører til en egen kobling fra transformatoren til denne nettstasjonen, sammenliknet med basistilfellet i delfigur A. Delfigur D viser mulig effekt av streng tilordning, som skjer i algoritmens hovedsteg 1.

Figur 2-1 – Det syntetiske nettet konstrueres i to steg: 1. Hver nettstasjon tilordnes den transformatoren som er nærmest. 2. Nettstasjonene kobles til der de øker effektdistansen minst.



Figur 2-2 – Om neste nettstasjon som skal tilkobles ikke er angulært langt vekk fra forrige nettstasjon vil en gren bre seg videre i omtrent samme retning, gitt liknende effekt i alle nettstasjoner (A). Det vil oppstå nye radielle grener om en nettstasjon har stort angulær distanse relativt til radiell distanse i forhold til de andre nettstasjonene (B). Ved økt effekt/etterspørsel i en nettstasjon vil sannsynligheten øke for at denne vi være på en separat gren (C). Tilordningssteget («assignment») i algoritmen kan føre til at man får transformatorer som ikke benyttes (D).

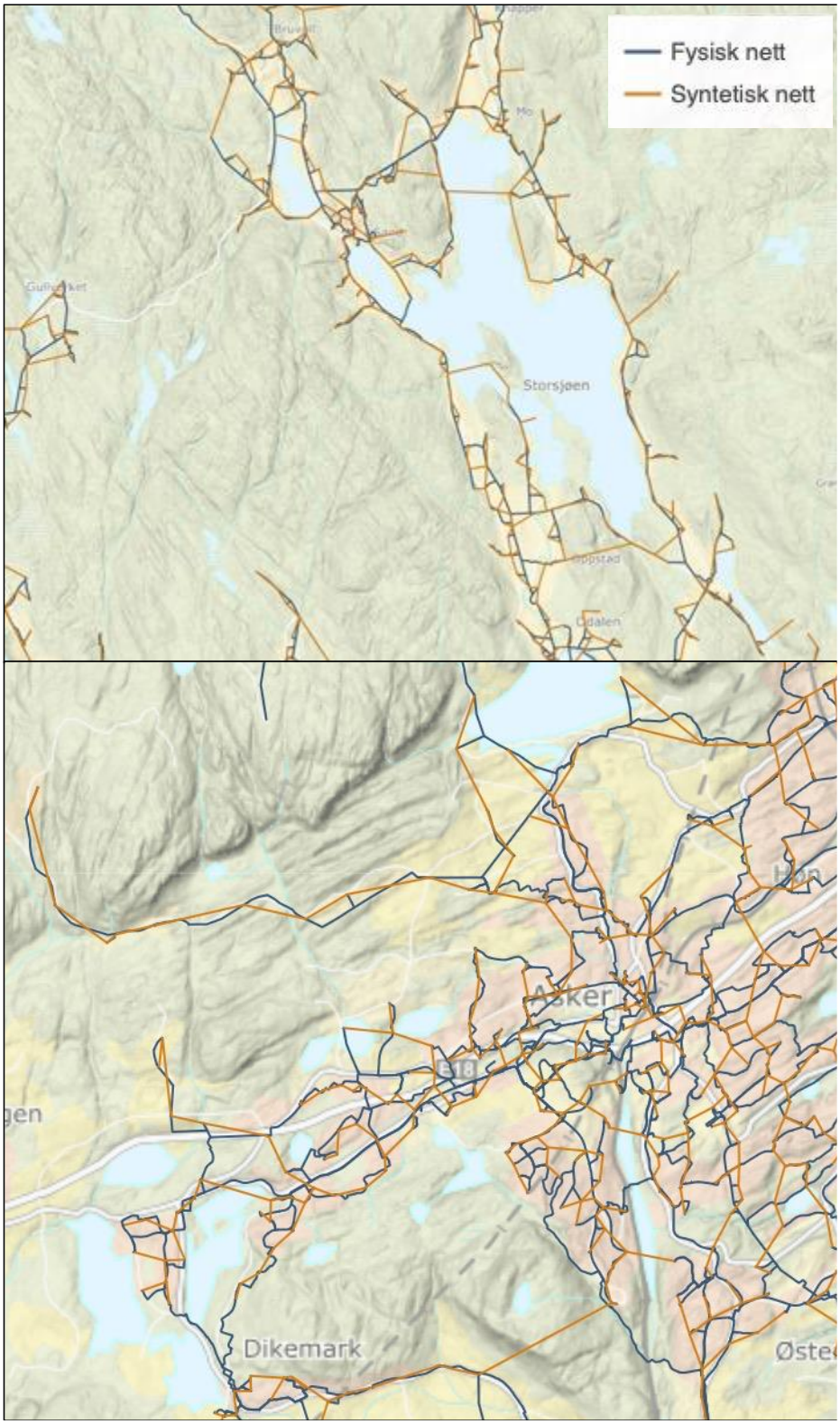


2.2 Overordnet ligner det syntetiske nettet i stor grad på det faktiske nettet

Det syntetiske nettet konstrueres slik at det går innom de samme punktene som det faktiske nettet, og vil derfor i stor grad følge det faktiske nettet. Avvik mellom syntetisk og faktisk nett skyldes i hovedsak to effekter. For det første har det syntetiske nettet mulighet til å ta snarveier som det faktiske nettet ikke gjør, eller ikke kan gjøre. Derfor vil man se at syntetisk nett kan gå gjennom både fjell, bygninger og over fjorder. Dette kommer som en konsekvens av at algoritmen som bygger de syntetiske nettene (se avsnitt 2.1) ikke har kjennskap til, og følgelig ikke tar hensyn til, geografien. Den andre viktige årsaken til forskjell mellom syntetisk og faktisk nett er at grunnlaget for å bygge det syntetiske nettet er upresist. Dette kan for eksempel være feilplassering av eller manglende nettstasjoner eller transformatorer, eller at steg 1 i algoritmen tilordner nettstasjoner til en annen

transformator enn de i virkeligheten er tilordnet. Vi går i dybden av begge disse problemstillingene utover i dette kapitlet.

Figur 2-3 Det syntetiske nettet brer seg i stor grad langs med det faktiske nettet. Kilde: RME/NVE



2.2.1 Topologisk ligner det faktiske og det syntetiske nettet

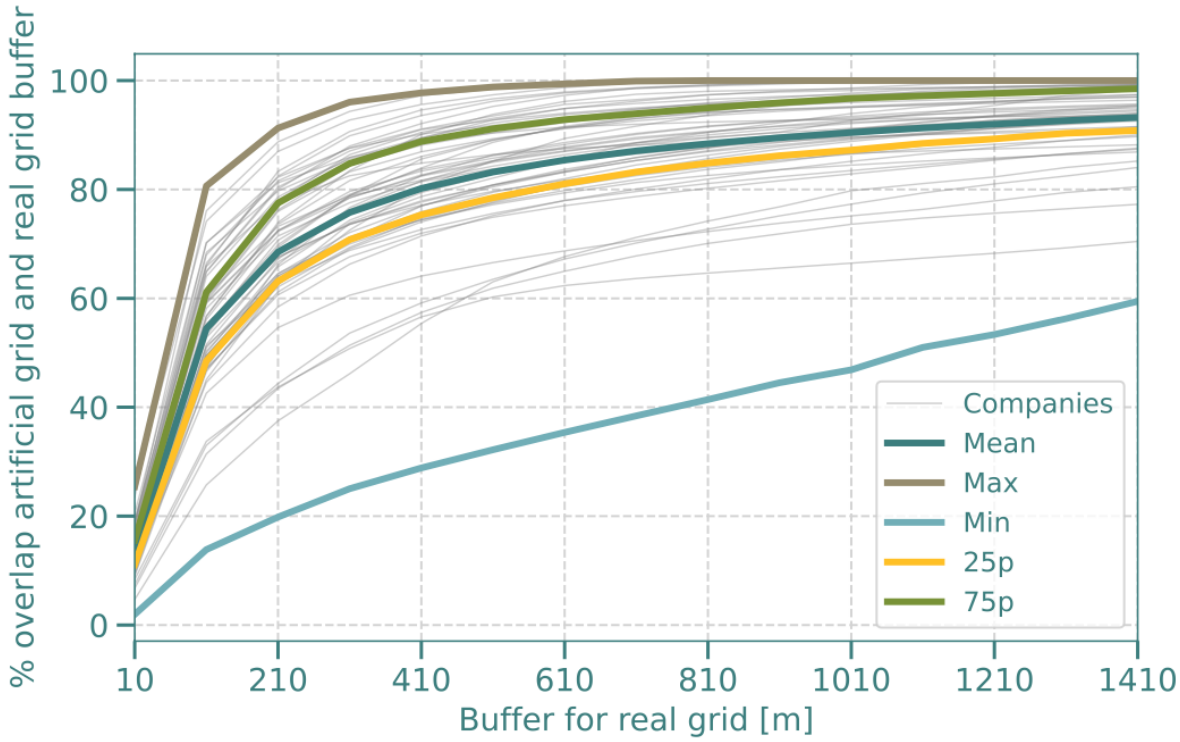
Figur 2-3 viser en illustrasjon av syntetisk og faktisk nett for et tilfeldig valgt område. Figurene viser at det syntetiske og faktiske nettet i stor grad ligner på hverandre. De går begge fra transformatorstasjoner til nettstasjoner og utviser i stor grad lik «adferd».

2.2.2 Syntetisk og faktisk nett går i stor grad i nærheten av hverandre

På et overordnet nivå kan vi beregne i hvor stor grad syntetisk og faktisk nett overlapper. Dette gjøres ved å «bufre ut» geometriobjektene som definerer det faktiske nettet slik at strekene i kartet blir tykkere. Da kan man regne ut hvor stor andel av det syntetiske nettet som ligger innenfor de nye, tykkere feltene. I en slik analyse forventer en å se at en til slutt har *alt* det syntetiske nettet innenfor en viss radius av det faktiske. Dette er en gjenskapning av en analyse gjort av THEMA i 2022[7] oppsummert i Figur 2-4. Her ser man at andelen syntetisk som ligger i nærheten av det faktiske øker når man øker bufferradiusen, men andelsøkningen er avtagende ved økende bufferradius.

At ikke alt det faktiske nettet ligger helt inntil det syntetiske nettet, er naturlig. I tillegg mangler det data på en god del faktisk nett, som vi kommer tilbake til i kapittel 2.3.3.

Figur 2-4 – Det syntetiske nettet er aldri langt fra det faktiske. Figuren viser hvor stor andel av det syntetiske nettet som ligger innenfor en gitt avstand av det faktiske nettet. Faksimile fra RME Ekstern Rapport 3/2022 (THEMA consulting group, 2022)

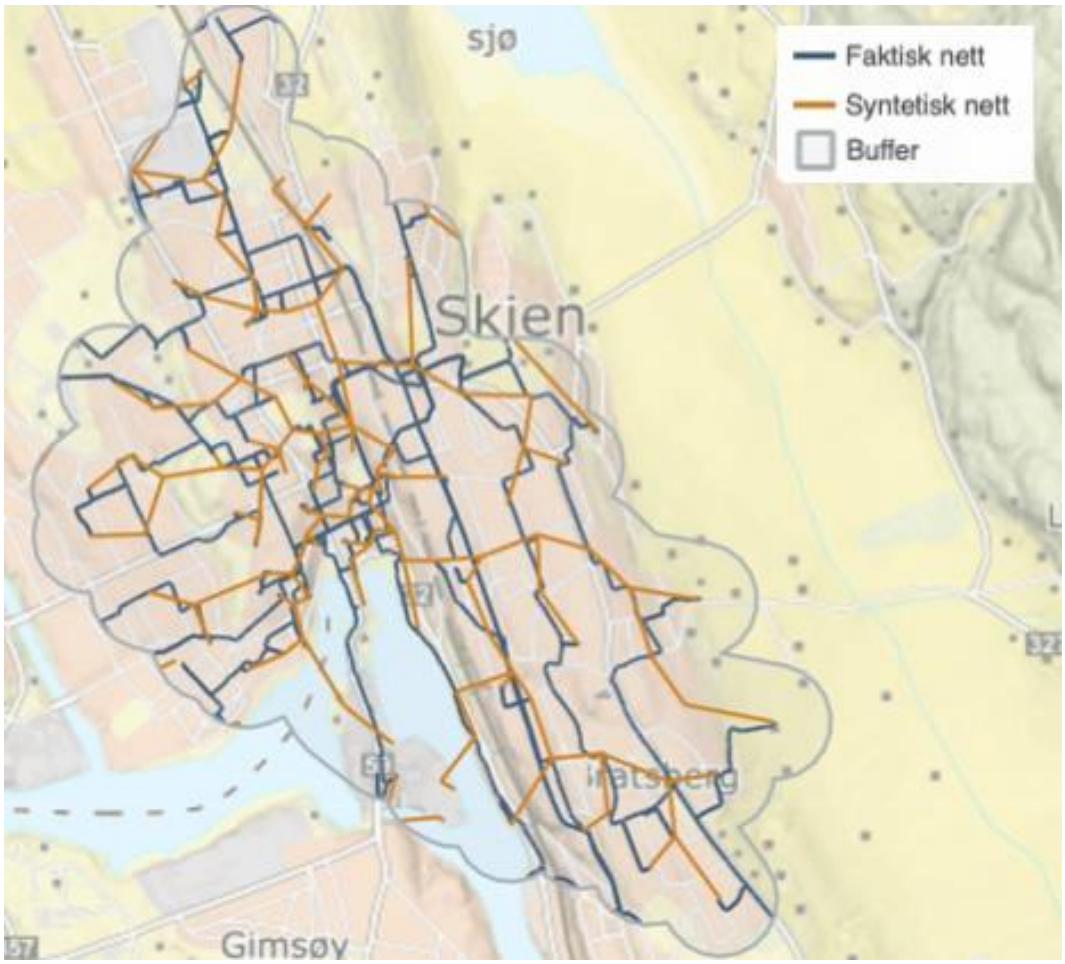


[7] *(THEMA consulting group, 2022)*

2.2.3 På makronivå brer nettene seg over samme områder

For hver transformator vil det bli konstruert et isolert syntetisk nett som kobler denne til de tilordnede nettstasjonene (se algoritmebeskrivelse i kapittel 2.1). Dette vil i matematisk forstand være et tre, altså et sett sammenkoblede linjestykker uten noen former for løkker. Ethvert slikt tre som springer ut fra en transformator danner i det følgende grunnlaget for en analyse av hvilke arealtyper det faktiske og syntetiske brer seg over. Vi har konstruert to ulike mikroskopiske analyseenheter. I den første konstruksjonen har vi for hvert «transformatortre» konstruert en buffersone på 200 m. De delene av både syntetisk og faktisk nett som ligger innenfor denne sonen benyttes videre i analysen. Se illustrasjon av en slik buffersone, med inkludert nett, i Figur 2-5. I den andre konstruksjonen har vi gjort et liknende utsnitt basert på den minste avgrensningsboksen, eller rektangelet, som omhyller hele det syntetiske nettet. Alt faktisk og syntetisk nett innenfor rektangelet benyttes i sammenlikningsgrunnlag, se illustrasjon i Figur 2-6.

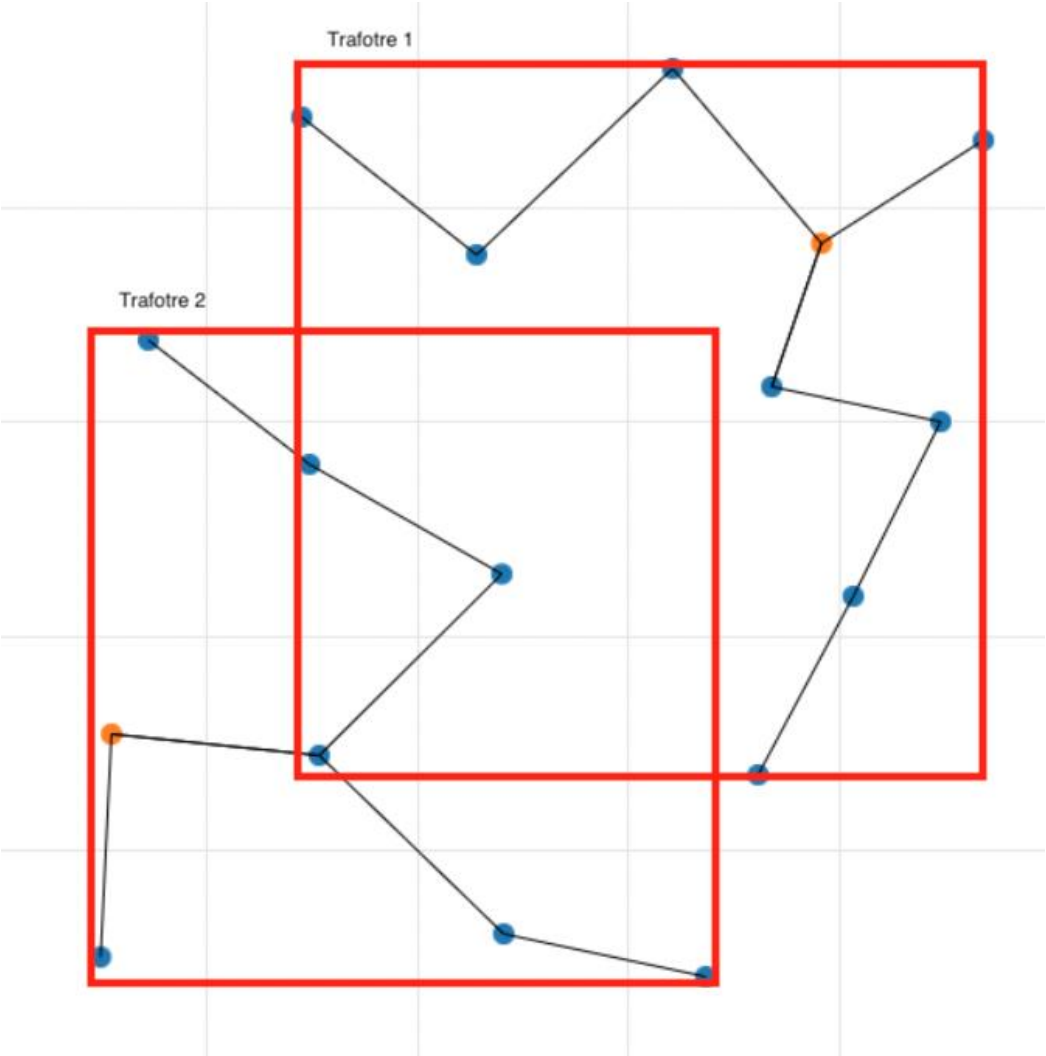
Figur 2-5 Mikroskopisk analyseenhet – for alt syntetisk nett som brer seg ut fra en transformator lager vi en buffersone på 200 m. Flere biter av andre forgreninger kan være innenfor denne sonen.



Vi henter vi ut alt syntetisk og alt faktisk nett for å regne ut i hvilken grad de to nettene overlapper med seks ulike arealtyper. Områder med bebyggelse, vann, jordbruk og skog hentes fra AR50-datasettet som forvaltes av NIBIO, helningsdata er fremstilt av NVE og Menon har fra før sammenstilt et datasett med viktige

naturarvsområder[8]. For beregninger av overlapp med terreng som har bratt helning har vi valgt ut helning med mer enn 20 grader.

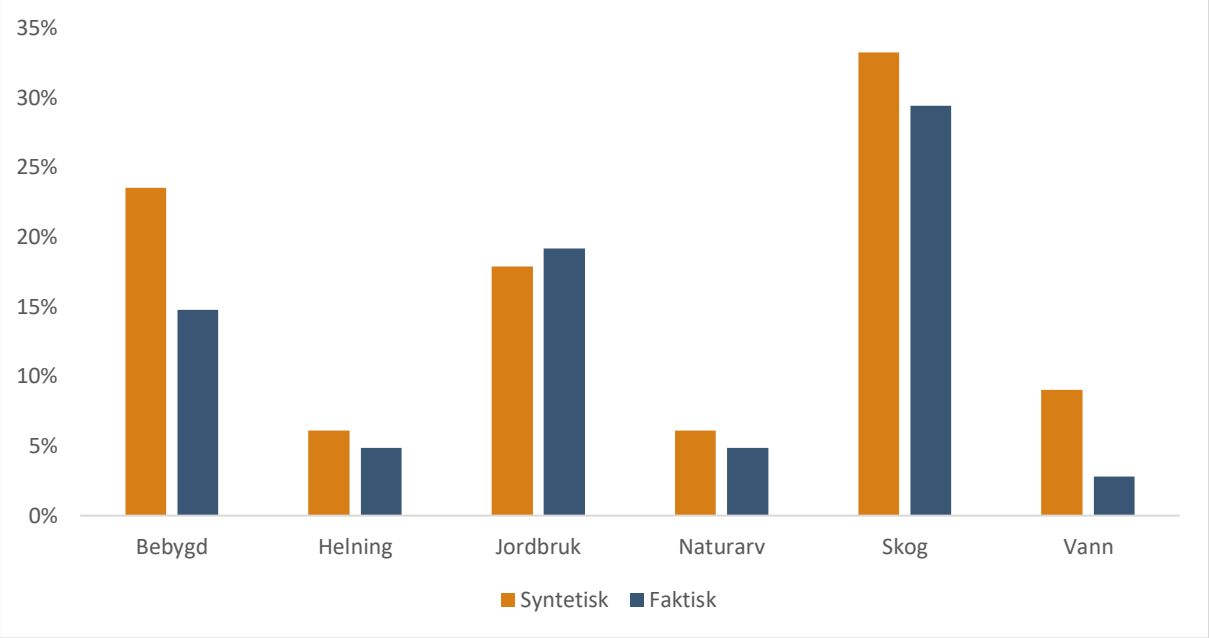
Figur 2-6 Mikroskopisk analyseenhet – for alt syntetisk nett som brer seg ut fra en transformator lager vi det minste rektangel som omslutter hele treet. Alt syntetisk og faktisk nett innenfor dette rektangelet tas med som tilhørende transformatoren. Flere biter av andre forgreninger kan være innenfor denne sonen. Her illustrert ved Menons sandkasseverktøy.



Resultatet av denne øvelsen er en overlappsandel for seks arealtyper, innenfor 1339 buffersoner og rektangler definert ved hvert transformatortre, for både syntetisk og faktisk nett. Når dette grupperes opp til det enkelte nettselskapet, blir det makroskopiske bildet at de to nettene i stor grad går gjennom de samme geografiske arealtypene, se Figur 2-7. I denne figuren er grunnlaget buffersonene.

[8] *Dette er basert på naturmangfoldsindikatoren benyttet til NTP 2022-2033 (Menon-publikasjon nr. 123/2020, 2019).*

Figur 2-7 Det syntetiske og faktiske nettet brer seg over samme arealtyper. Alle forskjeller på makronivå er ikke-signifikante, ettersom variasjonen i datasettet er stor, men i gjennomsnitt brer det syntetiske nettet seg i noe større grad over bebygde områder, skog, naturarv og i bratt terreng, og i mye større grad over vann. Det er motsatt for jordbruk



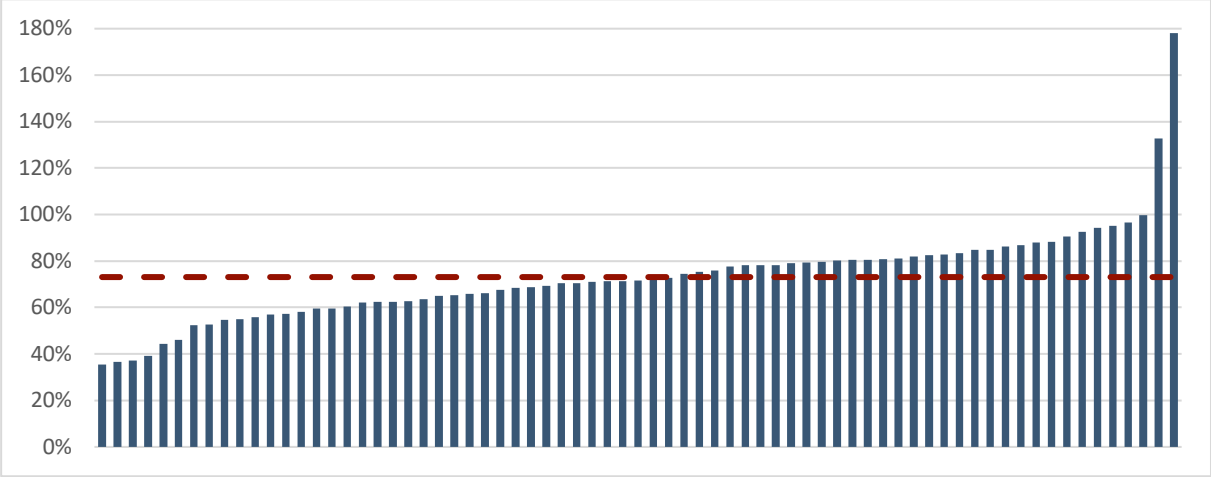
2.3 Men det er likevel vesentlige forskjeller på det syntetiske og det faktiske nettet

Selv om de to nettene utviser relativt lik adferd, er det vesentlige forskjeller på de to nettene. På makroskopisk nivå er det syntetiske nettet alltid kortere enn det faktiske nettet siden det konsekvent og uhindret går korteste vei mellom nettstasjonene. På mikroskopisk nivå er det større forskjeller i lengde, men også store forskjeller knyttet til hvilke arealtyper de to nettene brer seg over.

2.3.1 Det syntetiske nettet er kortere enn innrapportert lengde på det faktiske nettet

Det er en naturlig følge av algoritmen som konstruerer det syntetiske nettet at det blir kortere enn det faktiske nettet. Det foreligger ikke komplette data på det faktiske nettet å sammenligne med, men vi sammenligner beregnet lengde på det syntetiske nettet med *innrapportert lengde på faktisk nett* til NVE. Dette vises i Figur 2-8 under her. Av figuren kan vi se at det syntetiske nettet per nettselskap i gjennomsnitt har en lengde på 73 prosent av innrapportert lengde på faktisk nett.

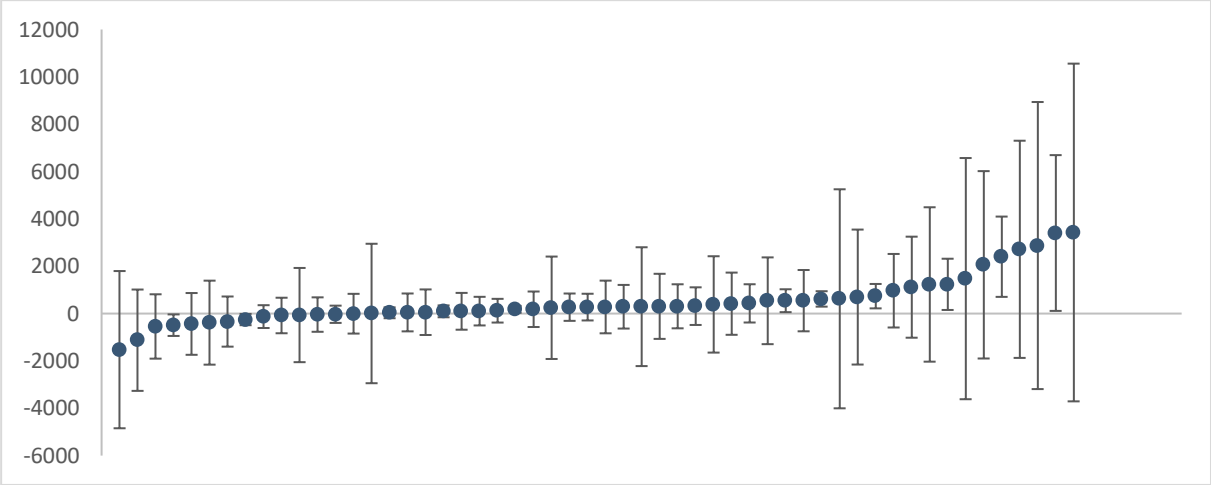
Figur 2-8 Lengdeforhold mellom syntetisk nett og innrapportert lengde på nett varierer fra 35 til 178 prosent. Gjennomsnittet er 73 prosent. Ettersom syntetiske nett er en ideell, effektiv sammenkobling av noder vil det syntetiske nettet i de aller fleste tilfeller være kortere enn det faktiske. Et syntetisk nett som er lenger enn faktisk nett er svært uvanlig å observere. Mulige årsaker til at faktisk nett er lenger enn syntetisk kan være manglende data, overlappende forgreninger som i Figur 2-2 C, eller andre lokale artefakter. Kilde: NVE.



Det relevante med figuren er imidlertid variasjonen mellom nettselskap. Differansen går fra under 40% til over 170%. Denne forskjellen innebærer at beregnet oppgave vil kunne avvike vesentlig fra lengden på det faktiske nettet for en del nettselskaper. En sentral del av vår evaluering er derfor å vurdere årsakene til disse forskjellene mellom nettselskap.

Da vil det ikke være tilstrekkelig å sammenligne innrapportert lengde på faktisk nett på nettselskapsnivå med lengde på syntetisk nett på nettselskapsnivå, for å forstå hva som egentlig foregår. Da må man gjøre mer finmaskede analyser. I Figur 2-9 under, sammenligner vi beregnet lengde på syntetisk nett med *beregnet lengde på faktisk nett* innenfor hver av disse buffersoneutsnittene omtalt i kapittel 2.2.3. Nettselskapene er sortert horisontalt etter gjennomsnittlig forhold mellom beregnet lengde på syntetisk og faktisk nett. Kulene indikerer det gjennomsnittlige transformatorrektangelet til hvert nettselskap, mens stolpene indikerer spennet for hver nettstasjon mellom transformatorrektanglene med minst og størst beregnet lengdeforhold. Av figuren ser vi at det for noen nettselskap er stor variasjon, mens det for de fleste er liten variasjon. Nettselskapene med størst avvik mellom lengden på syntetisk og faktisk nett, har også størst variasjon.

Figur 2-9 Absolutt forskjell i lengde mellom syntetisk og faktisk nett, trafonivå, per nettselskap.



2.3.2 På mikronivå er det dels store avvik mellom geografien syntetisk og faktisk nett går gjennom

Selv om det på makronivå ser ut til å være stor grad av likhet hva gjelder hvilke geografiske områder det faktiske og syntetiske nettet går gjennom, er imidlertid variasjonen og skjevheten betydelig. Her viser vi først en kvantitativ sammenligning av overlapp med ulike arealtyper, før vi viser kartutsnitt for to ulike områder som illustrerer de kvantitative funnene.

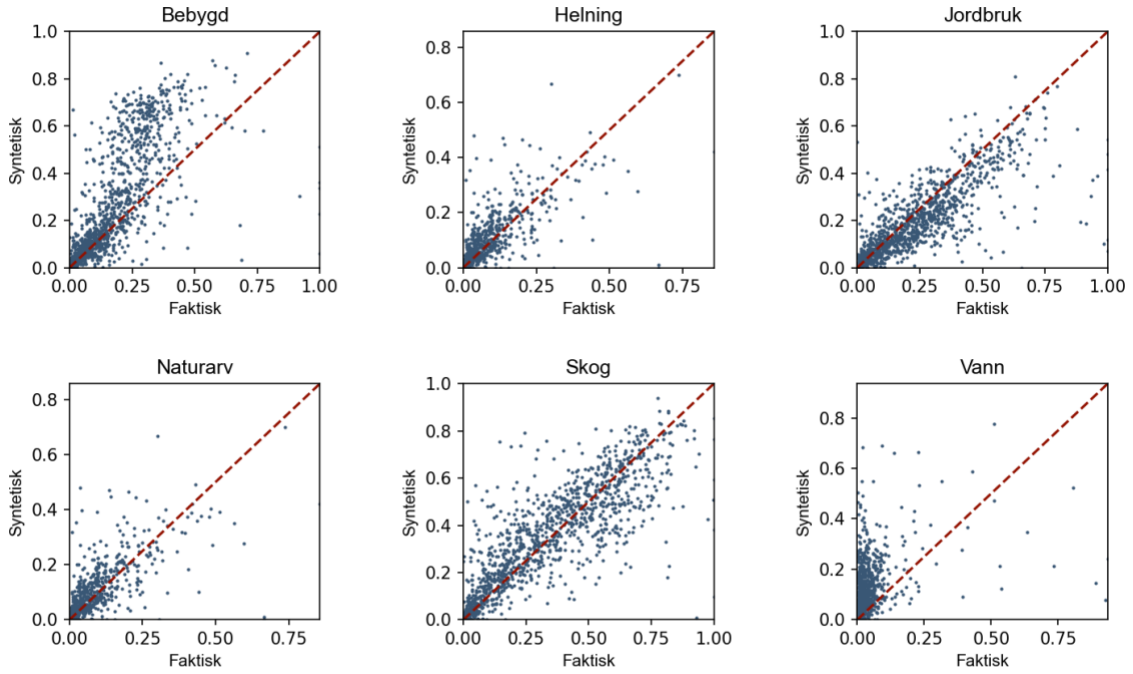
2.3.2.1 Kvantitative analyser

Den kvantitative overlappsanalysen er oppsummert i Figur 2-10 og Figur 2-11 under. De seks underfigurene i Figur 2-10 og Figur 2-11 skal alle leses på samme måte. Hvert punkt i Figur 2-10 og Figur 2-11 representerer arealoverlappet til alt syntetisk og faktisk nett innenfor henholdsvis en buffersone og et rektangel, for hver arealtype. For å hjelpe leseren, er det tegnet en rød stiplet linje på 45 grader. Dersom det var nøyaktig likt overlapp mellom det syntetiske og det faktiske nettet på hvert kartlag, for alle transformatortrær, ville alle de blå punktene ha ligget på den røde linjen. Punkter over den røde linjen indikerer at det syntetiske nettet i større grad går gjennom denne typen terreng enn det faktiske, og punkter under linjen indikerer at det faktiske i større grad går gjennom denne typen terreng.

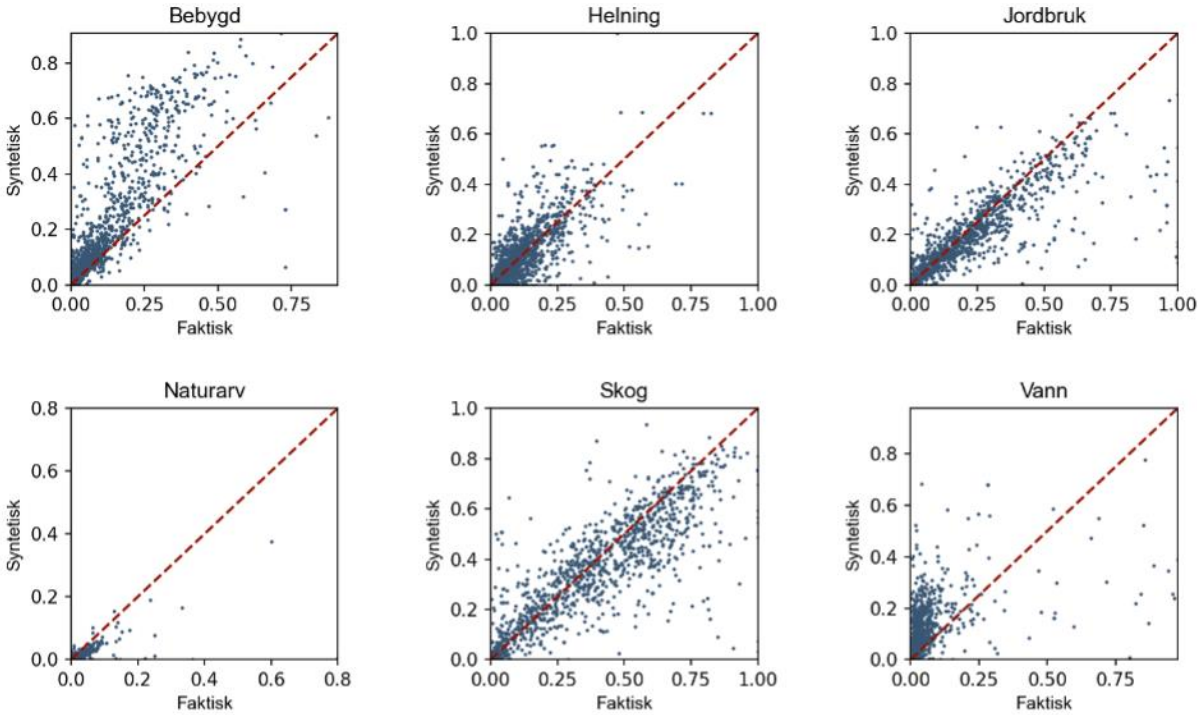
Det er noen trekk vi kan lese av figurene. For ingen av kartlagene ligger punktene nøyaktig på den røde linjen. At punktene ikke ligger på linjen, men sprer seg utover, viser at det er variasjoner i grad av overlapp på mikroskopisk nivå. Vi ser at det syntetiske nettet i større grad enn det faktiske, går gjennom bebygde arealer, og at det syntetiske nettet svært mye oftere enn det faktiske nettet går gjennom *noe* vann (transformatortrærne klumper seg over null), mens for en god del transformatortrær går det faktiske nettet i mye større grad over/gjennom vann enn det det syntetiske nettet gjør. Det ser også ut til at det faktiske nettet noen steder i svært stor grad går over skogbruksarealer, der det syntetiske nettet ikke gjør det. De to nettypene utviser relativt lik adferd hva gjelder terrengbratthet og skog, mens det faktiske nettet i større grad enn det syntetiske ser ut til å overlappe med viktige naturarvsområder.

Ettersom det er flere enn én helningskategori i datasettet for helning har vi gjort en analyse basert på utsnitt ved rektangler for ulike helningskategorier. Resultatet av denne analysen er fremstilt i Figur 2-12. Her er forskjellen mellom syntetisk og faktisk nett større når man ser på brattere terreng, men absolutt overlappsandel er også svært liten. Merk at delfigurene er stadig mer zoomet inn ved høyere helningsgrad.

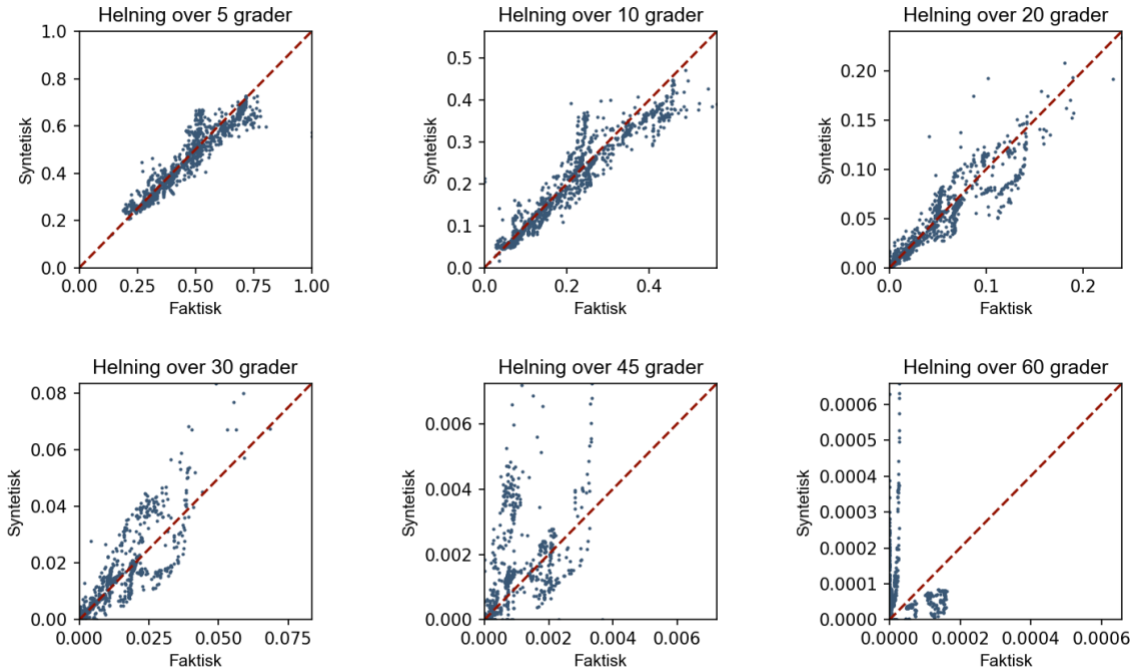
Figur 2-10 Basert på utsnitt gjort bed buffersoner: Andel av syntetisk og faktisk nett i nærheten av hver trafo (N=1339) som overlapper med ulike typer areal. Delfiguren merket «helning» er gjennomsnittlig overlapp med terreng som har helning på mer enn 20 grader.



Figur 2-11 Basert på utsnitt gjort ved rektangler: Andel av syntetisk og faktisk nett i nærheten av hver trafo (N=1339) som overlapper med ulike typer areal. Delfiguren merket «helning» er gjennomsnittlig overlapp med terreng som har helning på mer enn 20 grader.



Figur 2-12 Basert på utsnitt gjort ved rektangler: Andel og syntetisk nett i nærheten av hver trafo (N=1339) som overlapper med terreng brattere enn et bestemt antall grader.

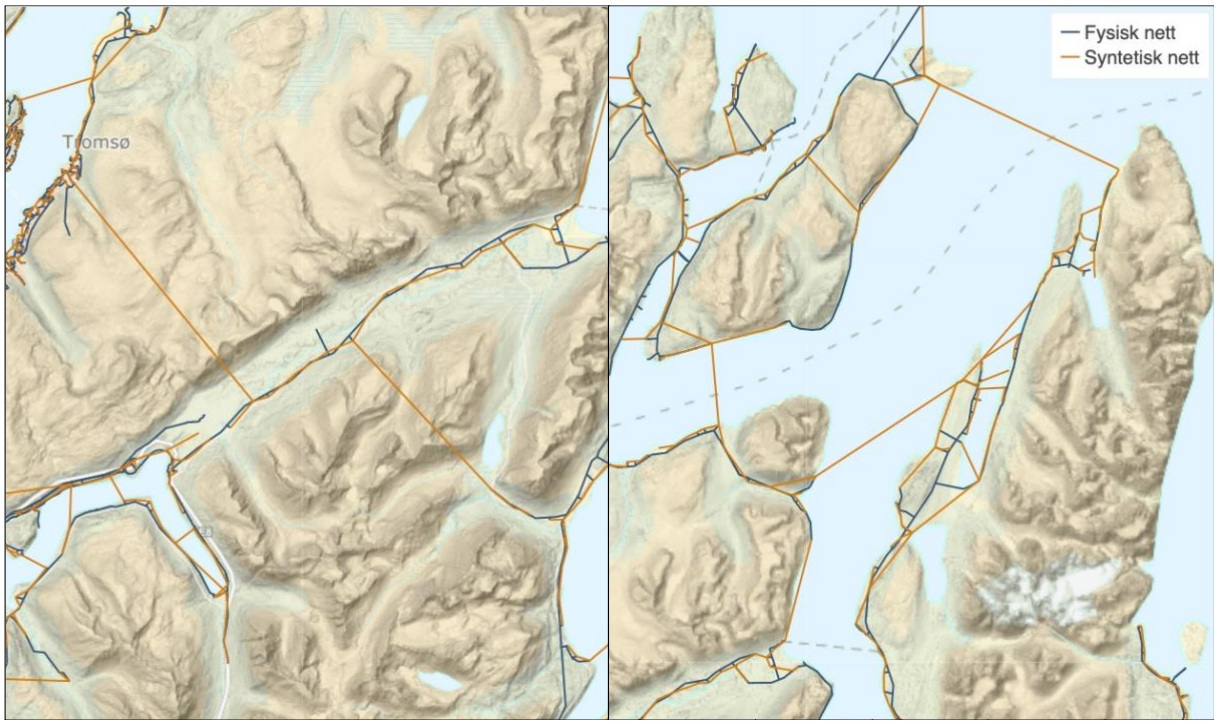


2.3.2.2 Caseeksempler

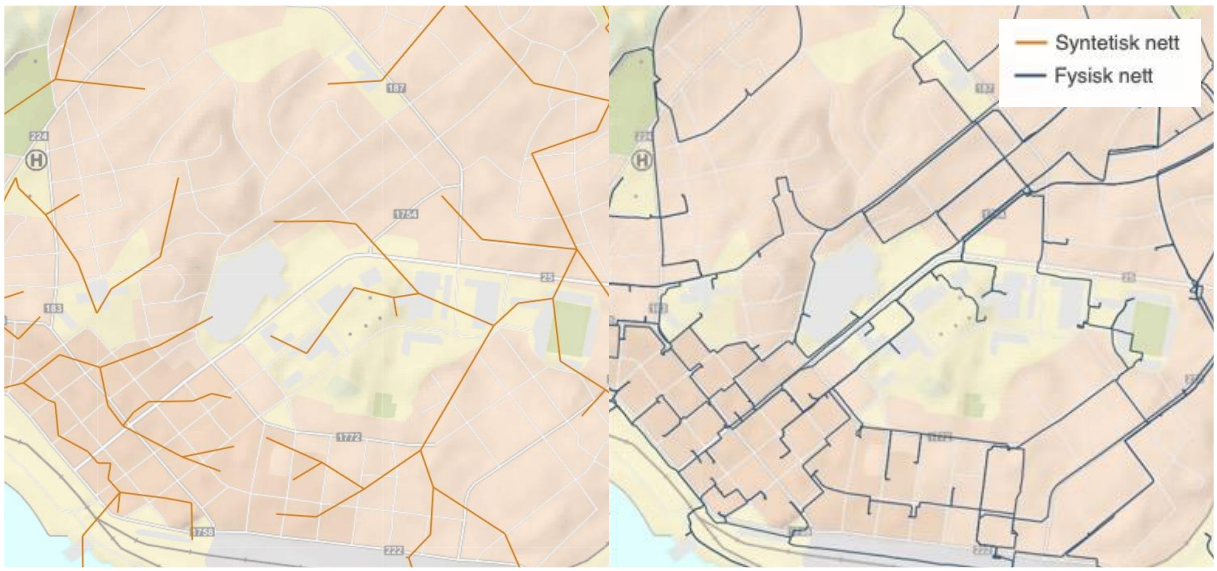
Det finnes en rekke eksempler på områder hvor en ser det syntetiske nettet går over områder det er svært vanskelig å legge strømkabler i. Ved Vadsø (Figur 2-13) finnes et godt eksempel på hvordan det syntetiske nettet kan gjøre sprang over en fjord og klatre opp bratte fjell, mens det faktiske nettet i realiteten snor seg rundt både fjell og fjord. Dette caset er også et eksempel på manglende data som har ført til at det syntetiske nettet ikke er fullstendig utbygget, se kapittel 2.3.3.2.

I de fleste typiske byområder vil avviket mellom syntetisk og faktisk nett være svært stort. Det syntetiske nettet går korteste vei mellom nettstasjonene og vil som følge gå igjennom steder der det er bygninger. I tillegg ser vi også at det faktiske nettet både er masket (formodentlig for å sikre redundans og leveringspålitelighet) og velger å benytte parallelle linjer for å få transportert tilstrekkelig effekt.

Figur 2-13 I dette eksempelet fra Tromsø går det syntetiske nettet over hav og opp bratte fjell, mens det faktiske nettet går rundt disse problematiske områdene.



Figur 2-14 Hamar sentrum gir et inntrykk av hvordan det syntetiske nettet ignorerer bygninger i et byområde. Det faktiske nettet har i tillegg masker og doble linjer, som det syntetiske nettet ikke har.



2.3.3 Dårlige data fører til at det syntetiske nettet blir feilkonstruert, og at det ikke foreligger troverdige faktiske nett å sammenligne med

Grunnlagsdataene som er samlet inn til vår evaluering, har en del svakheter. Det gir seg utslag i at det ikke er mulig å sammenligne faktisk og syntetisk nett der vi ikke har data som beskriver det faktiske nettet, og i at det syntetiske nettet blir feilkonstruert når det baserer seg på feil, eller manglende, inngangsdata.

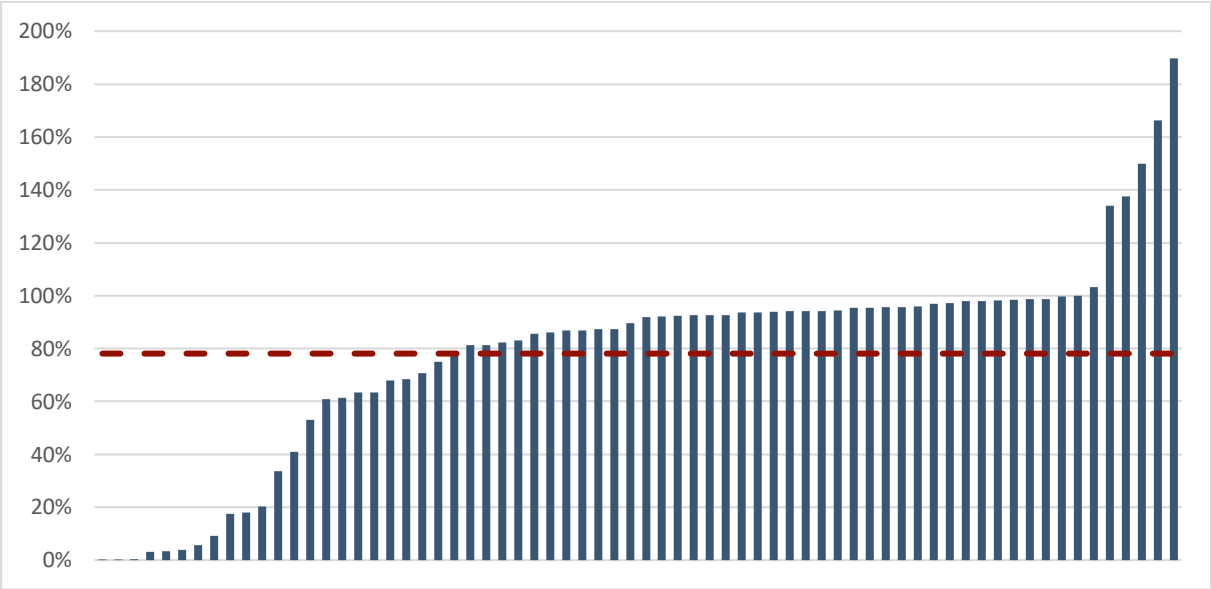
2.3.3.1 Flere steder mangler data om det faktiske nettet, og det blir ikke mulig å sammenligne syntetisk og faktisk nett i disse områdene

Mangel på data om det faktiske nettet er et problem av to årsaker. For det første er det vanskelig å sammenlikne det faktiske nettet med det syntetiske for å vurdere om det syntetiske nettet er godt nok i reguleringsøyemed. For det andre kan det mangle innmatingspunkter eller nettstasjoner som er grunnlaget for konstruksjon av det syntetiske nettet. Dette resulterer i at det syntetiske nettet blir galt.

Vi kan gjøre en overordnet vurdering av om det faktiske nettet i vårt sammenlikningsgrunnlag samsvarer med det nettselskapene skal ha. Dette gjør vi ved å summere lengden av alle geometrier som skal representere faktisk nett og deler på innrapportert lengde per nettselskap. Resultatet av denne øvelsen er vist i Figur 2-15. Her ser vi at det er flere nettselskaper som mangler mye faktisk nett i datasettet. Det er kun drøyt halvparten som ligger innenfor et rimelig nivå, mellom 90 og 100 prosent. Noen selskap overstiger 100 prosent, som kan være på grunn av feilklassifisering av større deler av det faktiske nettet, men mest sannsynlig oppkjøp eller fusjon som ikke er registrert på rapportering av nettlengde.

Likevel kan det være mikroskopiske variasjoner som ikke fanges i en slik øvelse. Hver bestanddel for det strømnettet vi opererer med er som sagt de 1339 transformatortrærne. Kvalitativt kan man kikke på disse for å avgjøre mangler, Figur 2-16 og Figur 2-17 viser henholdsvis en situasjon med mangler ved det faktiske nettet og ved det syntetiske nettet. Men det er svært vanskelige å kvantitativt avgjøre om det er datamangel for alle bestanddeler av det syntetiske nettet, selv om det overordnet kan se ut som om alt er i orden. Dermed blir det svært krevende å gjøre gode sammenligninger av lengde på de to nettene, og det er uklart hvor mye vi egentlig kan lære av kvantitative analyser av disse forskjellene.

Figur 2-15 Andel faktisk nett det finnes data tilgjengelig på er 78 prosent i snitt per nettselskap. Her er data tilgjengelig målt som samlet lengde av geometriobjekter delt på innrapportert lengde. Observasjoner med mer enn 100 % er antagelig feilkoblede data, for eksempel i forbindelse med fusjonerte selskap.



Figur 2-16 Ved Kragerø (til venstre) mangler det store deler faktisk nett. Ved Berlevåg og Båtsfjord (til høyre) mangler det store deler syntetisk nett

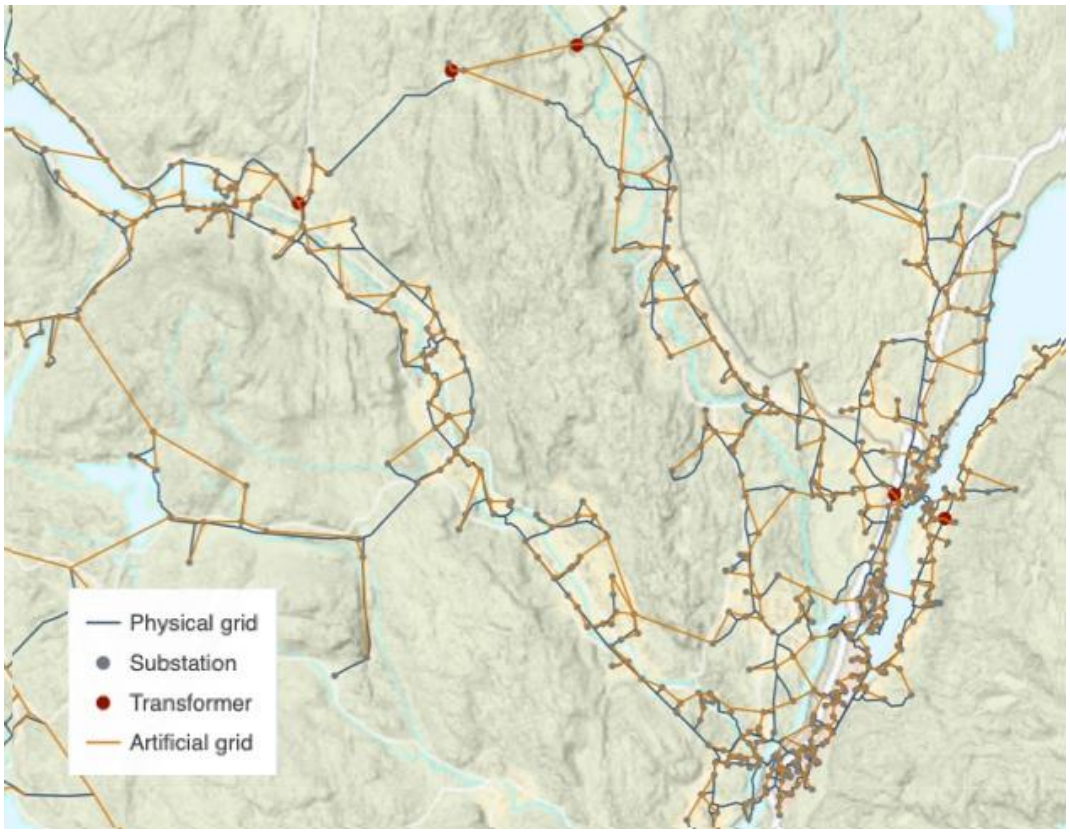
2.3.3.2 Flere steder mangler viktig inngangsdata til konstruksjonen av det syntetiske nettet, og det syntetiske nettet blir feilkonstruert

Algoritmen for konstruksjon at det syntetiske nettet (se kapittel 2.1) baserer seg på plasseringen og effektbehovet til nettstasjonene og plasseringen til transformatorstasjonene. I den grad det er feil i dette datagrunnlaget, blir det også det syntetiske nettet feilkonstruert.

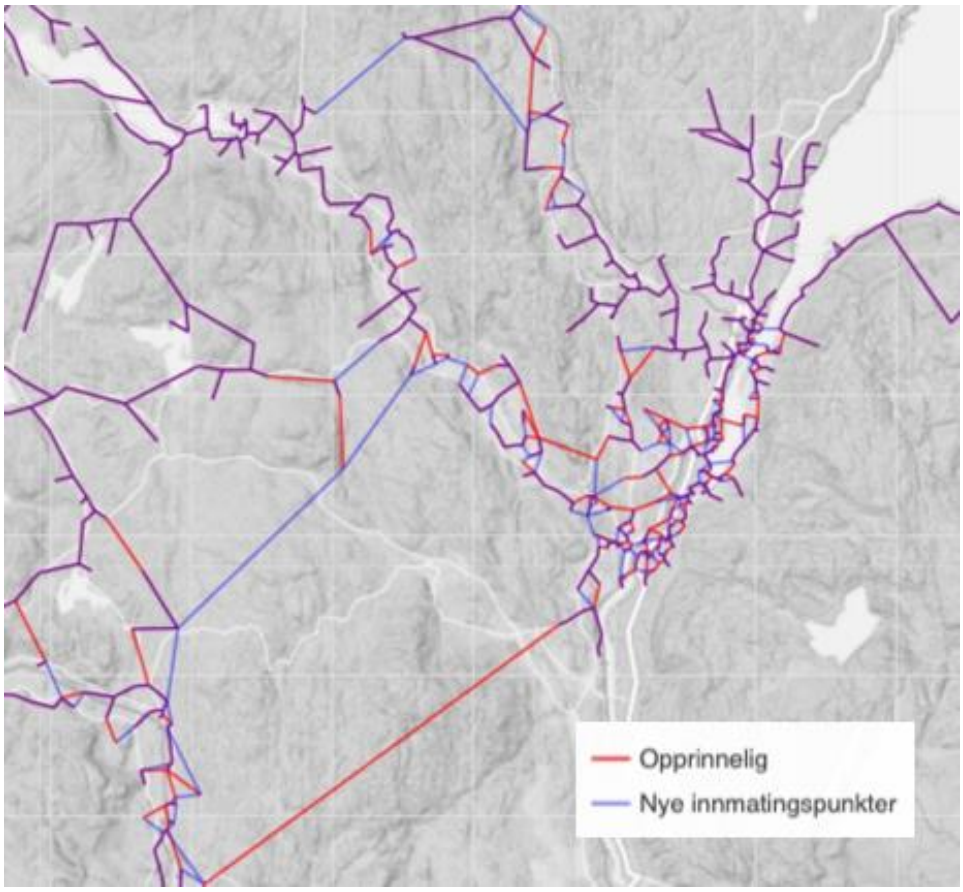
I Figur 2-16 over, viste vi hvordan det syntetiske nettet ikke ble konstruert i det hele tatt i et område der inngangsdata manglet fullstendig. I de to neste figurene (Figur 2-17 og Figur 2-18) viser vi et case der noen innmatingspunkter var feilkategorisert, og effekten av å korrigere denne feilen.

Figur 2-17 viser det syntetiske nettet som ble konstruert som grunnlag for vår evaluering, lagt sammen med innmatingspunkter, nettstasjoner og det faktiske nettet. I Figur 2-18 har vi lagt til to innmatingspunkter som skulle ha vært med i det syntetiske nettet, og fjernet to punkter som ikke skulle ha vært med, og sammenligner det opprinnelige og det nykonstruerte syntetiske nettet. Av figuren kan vi se at selv om nettene i mange områder er helt like, fører endringer i grunnlagsdataene til større endringer i topologien noen steder, og samlet lengde på det syntetiske nettet ble endret med om lag seks prosent.

Figur 2-17 Faktisk nett, syntetisk nett, samt posisjoner av nettstasjoner og transformatorer.



Figur 2-18 Resultat av å korrigere innmatingspunkter om de er feil. Topologien til nettet endres betraktelig, lengden i noen grad (omtrent seks prosent).



Datakvaliteten er derfor svært viktig for at det syntetiske nettet skal gi en riktigst mulig representasjon av oppgaven nettselskapene skal løse. Med kvaliteten på dataene som foreligger nå, er det svært krevende å gjøre gode sammenligninger av lengde på de to nettene og vurdere egnetheten til det syntetiske nettet for reguleringsformål.

2.4 Datamangler forklarer ikke avvikene, men geografi kan til en viss grad forklare dem

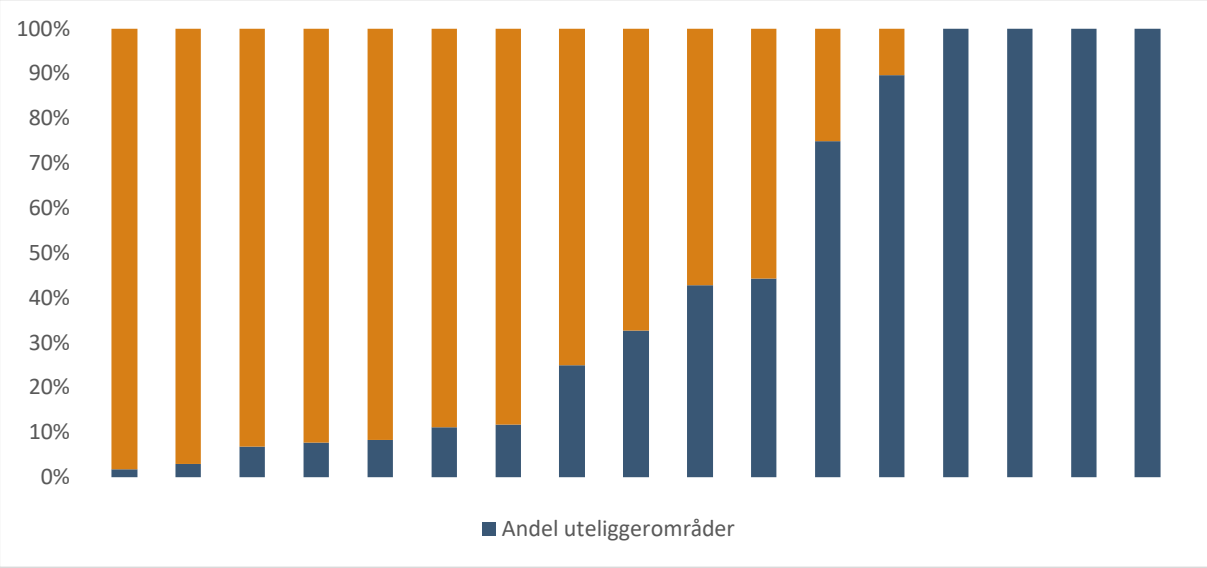
Gitt de identifiserte datamanglene, er det sentralt å forsøke å forstå om datamanglene i seg selv er årsaken til forskjellene mellom nettselskaper i forskjellen på lengden på syntetisk og faktisk nett. I så fall, kan det hende at et oppdatert syntetisk nett, basert på bedre grunnlagsdata, utviser mindre forskjeller mellom nettselskap.

2.4.1 Når vi ser vekk fra områder med åpenbare datafeil, reduseres ikke forskjellene mellom lengden på syntetisk nett og innrapportert lengde på faktisk nett

Som man også kan lese ut av Figur 2-9, viser det seg at områder med åpenbare datafeil er konsentrert på noen nettselskaper, de er ikke spredt jevnt utover hele landet. Vi har identifisert de transformatortrærne der lengdeforskjellen mellom faktisk og syntetisk nett er størst, og markert de der det syntetiske er vesentlig lengre enn det fysiske, og de der det fysiske er vesentlig lengre enn det syntetiske (konkret identifiserer vi de trærne der forholdet mellom lengden på syntetisk og faktisk nett er under 5. persentil eller over 95. persentil). Det viser seg at disse trærne er begrenset til 17 nettselskaper. Noen av disse nettselskapene har kun ett transformatortre

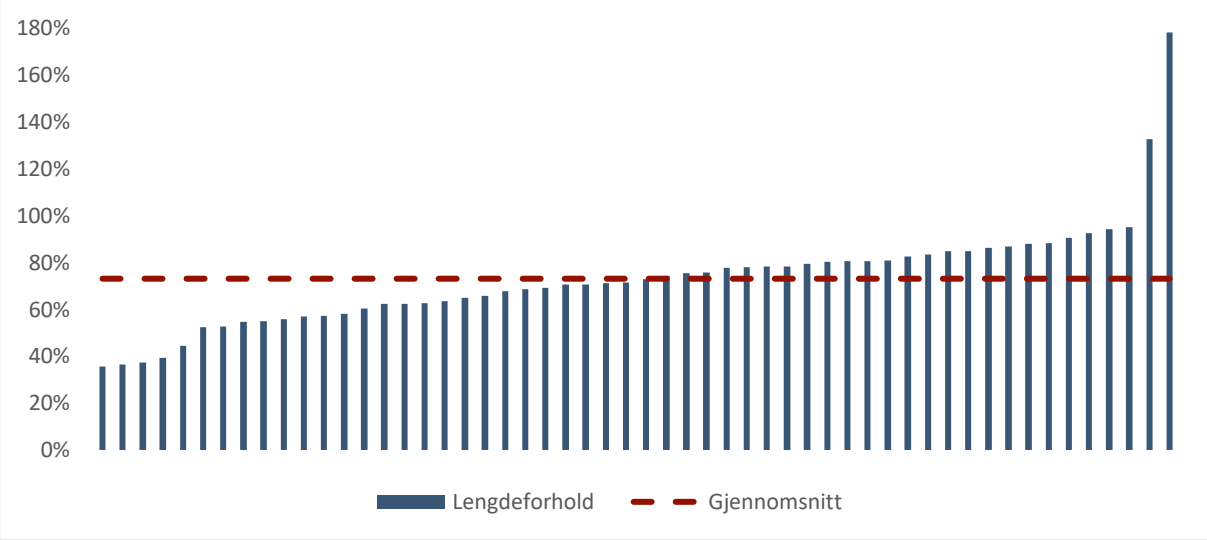
av denne typen, mens fire nettselskaper utelukkende har slike transformatortrær, og derfor trolig fullstendig mangler data om det faktiske nettet (se Figur 2-19).

Figur 2-19 Det finnes 17 nettselskaper som har områder (transformator-trær) hvor lengdeforskjellen mellom faktisk og syntetisk nett er i femte eller 95. persentil. Disse uteliggerområdene fordeler seg altså ikke jevnt blant nettselskapene – det er snarere noen få som har større datafeil. Blå stolper indikerer andelen trafotrær med åpenbart dårlige data, mens de oransje indikerer andelen med ikke åpenbart dårlige data, for de 17 nettselskapene som har slike trafotrær med åpenbart dårlig data.



Når vi tar disse 17 nettselskapene ut av analysen, viser det seg at dette ikke utgjør en vesentlig forskjell for inntrykket av variasjonen i forholdet mellom lengden på det syntetiske og innrapportert lengde på faktisk nett. Figur 2-20 Figur 2-20 gjenskaper Figur 2-15 over, men uten de 17 nettselskapene med åpenbare mangler i dataene. Det å luke ut åpenbare datamangler reduserer dermed ikke forskjellen mellom nettselskap med hensyn til forskjellen mellom lengde på syntetisk og faktisk nett.

Figur 2-20 Det er ingen kvalitativ endring i fordelingen av syntetisk nettlengde som andel av innrapportert lengde ved fjerning av de 17 nettselskap som har mest ekstrem forskjell mellom syntetisk og faktisk nett. Denne figuren er sammenliknbar med Figur 2-15.



2.4.2 Den geografiske plasseringen til det syntetiske nettet kan forklare noe av forskjellen i lengde på syntetisk og innrapportert faktisk nett

Etter å ha tatt ut de 17 nettselskapene med åpenbart dårlige data, ser vi om det syntetiske nettets overlapp med ulike geografiske arealtyper er egnet til å forklare forskjellene i lengde mellom syntetisk og innrapportert nett på tvers av nettselskaper. Vi har testet flere ulike modellspesifikasjoner; blant venstresidevariablene har vi forsøkt med lengdeforhold mellom syntetisk og faktisk, samt lengde forhold mellom syntetisk og innrapportert nett, i tillegg til lengdedifferanse mellom de to. Alle modeller har i tillegg vært utprøvd på ren lineær-lineær form, logaritmisk-lineær, lineær-logaritmisk og log-log form. Den regresjonsmodellen med best forklaringskraft var

$$\frac{d_{synt}}{d_{innr}} = \alpha + \sum_{a} [\beta_a] + \varepsilon$$

Der a betegner en bestemt arealtype og i er transformator-trær som hører til et bestemt nettselskap. De tilpassede koeffisientene betegnes ved β. Denne modellen viser seg imidlertid å kun forklare 27 prosent av forskjellen mellom nettselskapene. Det ser derfor ikke ut til at det syntetiske nettets geografiske plassering er egnet til å forklare forskjellene på makronivå.

	koeffisient	standardfeil
konstantledd	-0.6583***	0.049
bebygd	-0.9778*	0.416
helning	01226	0.290
jordbruk	-1.2809**	0.475
naturarv	0.1226	0.290
skog	0.5987	0.341
vann	-0.6013	0.427
R^2	0.27	
N	66	

Vi gjentar en tilsvarende analyse, men i stedet for å benytte arealtype som strømnettene brer seg over som forklarende variabel, bruker vi andel av arealtype innenfor hvert konsesjonsområde. Denne forklarer 18 prosent av forskjellen mellom nettselskapene. Til hvilken grad et konsesjonsområde er preget av bestemte arealtyper forklarer derfor noe, men ikke all lengdeforskjell på syntetisk og faktisk nett.

	koeffisient	standardfeil
konstantledd	0.294***	0.294
bebygd	-0.0525	0.055
helning	-0.0052	0.028
jordbruk	0.0835	0.058
naturarv	-0.1289**	0.057

skog	-0.0660	0.051
vann	-0.0212	0.050
R^2	0.18	
N	53	

Siden vi har data for syntetisk og faktisk lengde på et mikroskopisk nivå, nærmere bestemt i tilknytning til hvert transformator-tre, er det hensiktsmessig å gjøre en liknende analyse på et mikroskopisk nivå.

$$log\left(\frac{d_{synt}}{d_{fakt}}\right) = \alpha + \sum_{a}\left(\beta_{synt,;a} log\ d_{synt;a}\ +\ \beta_{fakt,a} log\ d_{fakt;a}\right) + \varepsilon$$

I denne analysen forkaster vi observasjonene med høy sannsynlighet for mangelfull innrapportering av data. Basert på Figur 2-15, forkaster vi i første omgang de nettselskaper som har mindre enn 80 prosent eller mer enn 100 prosent faktisk nettlengde som andel av innrapportert nettlengde. Blant de gjenstående transformator-trærne forkaster vi de som har ekstrem forskjell i lengde mellom syntetisk og faktisk nett (under p5 og over p95). Etter dette gjenstår 486 av 1339 transformator-trær.

Vi finner at de lokale arealforskjellene kun forklarer 4,8 prosent av nettlengdeforholdet på et lokalt nivå. Det betyr at arealtyper heller ikke kan forklare lokal variasjon.

	koeffisient	standardfeil
konstant	1.2649	1.210
syntetisk bebygd	-0.6308	2.158
syntetisk helning	3.7435**	1.373
syntetisk jordbruk	0.3526	2.262
syntetisk naturarv	3.7435**	1.373
syntetisk skog	-3.8319*	-1.926
syntetisk vann	-0.6289	2.321
faktisk bebygd	3.1060	2.232
faktisk helning	-3.6343**	1.360
faktisk jordbruk	2.6281	1.636
faktisk naturarv	-3.6343**	1.360
faktisk skog	4.4449**	1.544
faktisk vann	0.5624	2.102
R^2	0.048	
N	486	

2.4.3 Øvrige forskjeller i lengde kan skyldes redundans, parallelle linjer, historiske valg og ulike muligheter og vilje til å trekke nett den korteste veien

Selv etter at vi har forsøkt å forklare lengdeforskjeller på mikronivå, gjenstår det en god del lengdeforskjeller som ikke er forklart. Vi har vist eksempelkart i kapittel 2.3 som viser hvordan det syntetiske nettet systematisk velger rettere og kortere veier enn det faktiske nettet, hvordan det mange steder er bygget inn redundans i det faktiske nettet, og hvordan man særlig i bystrøk ofte må legge parallelle linjer for å få frem tilstrekkelig effekt. Der nettselskapene tar ulike valg, eller har ulike forutsetninger med hensyn til disse parameterne, vil dette sannsynligvis utgjøre en viktig forklaring på forskjellene.

3 Forskjellene mellom det syntetiske og det faktiske nettet er problematisk store. Datagrunnlaget bør styrkes og forskjellene bør korrigeres for.

3.1 Hva skal til for at forskjeller mellom syntetiske og faktiske nett er problematiske?

Gjennom den økonomiske reguleringen bestemmer RME nettselskapenes tillatte inntekt. Den tillatte inntekten skal dekke driftskostnader og avskrivinger og samtidig gi en rimelig avkastning på investert kapital, gitt en effektiv utvikling, utnyttelse og drift av nettet. Den viktigste komponenten i den tillatte inntekten er inntektsrammen som består av et kostnadsgrunnlag (dekning av faktiske kostnader, vektet 30% fra 2023) og kostnadsnormen (stilisert kostnad, vektet 70% fra 2023).

Kostnadsnormen gjenspeiler kostnadene til et gjennomsnittlig effektivt selskap som utfører de samme oppgavene som det aktuelle nettselskapet. Kostnadsnormen viser altså hva kostnadene til det aktuelle nettselskapet burde ha vært, gitt at nettselskapet var gjennomsnittlig effektivt. I praksis innebærer dette å konstruere en effektivitetsfront basert på en lineær kombinasjon av de mest effektive selskapene, slik at alle selskap har et mønsterselskap som man vurderes opp imot. Jo bedre man kommer ut i denne sammenligningsprosessen, desto høyere avkastning får man.

Kostnadsnormen beregnes i tre trinn. Først sammenlignes nettselskapene, ved hjelp av en Data Envelopment Analysis (DEA), med utgangspunkt selskapenes oppgaver og kostnader slik vi beskrev over. I steg 2 justerer man for forskjeller i rammevilkår som påvirker kostnaden for å levere den respektive oppgaven, før man i trinn 3 kalibrerer kostnadsnormene slik at bransjen som helhet får dekket alle sine kostnader.

Formålet med denne reguleringsmodellen er at nettselskapene får dekket nødvendige kostnader, samtidig som de står ovenfor tilstrekkelige insentiver til å foreta en kostnadseffektiv utvikling og drift av nettet. Kostnadsnormens rolle i inntektsrammen er i så måte å imitere effektivitetsgevinstene man får i et konkurranseutsatt marked. Modellen fordrer imidlertid at man klarer å identifisere nettselskapenes oppgaver (relevans og omfang) samt de tilhørende kostnadene med tilstrekkelig presisjon. Om ikke, vil man kunne få en betydelig skjevhet i enkelte nettselskapers avkastning. For at innføringen av effektdistanse som oppgavevariabel skal gi ønsket utfall, er man avhengig av at man klarer å skape en tilstrekkelig god «digital» representasjon av effektdistansen nettselskapene faktisk står ovenfor

Selv om man introduserer nye oppgavevariabler i reguleringen endres imidlertid ikke oppgaven nettselskapene utfører i praksis. Nettselskapene må fortsatt investere, bygge ut og drifte fysisk nettinfrastruktur for å opprettholde forsyningssikkerhet, samt overholde tilknytnings- og leveringsplikten som er nedfelt i Forskrift om nettregulering og energimarkedet. Det er imidlertid ikke et mål i seg selv at det syntetiske nettet skal ligne på det faktiske ettersom nettselskapene har flere oppgaver de må vektlegge og krav de må ta hensyn til. Eksempelvis vil hensyn til forsyningssikkerhet gjøre at det er rasjonelt å bygge ut mer nett enn hva man trenger for å «transportere» tilstrekkelig effekt i en normalsituasjon. Om avvik mellom faktisk og syntetisk nett skyldes redundans er dette et ønsket avvik (leveringspålitelighet er tenkt fanget opp i en annen oppgavevariabel). Om forskjellene skyldes systematiske avvik, kan det potensielt justeres via endringer i algoritmen eller via rammevilkårsjusteringer. Forskjeller som skyldes ikke-systematiske avvik, herunder dårlig datakvalitet, er det imidlertid ikke mulig å korrigere for. Sistnevnte kan spesielt ha store konsekvenser for mindre nettselskap (både med hensyn til relevans og rimelighet), ettersom større nettselskap har større sannsynlighet for at eventuelle

skjevheter i et område veies opp via symmetriske skjevheter i andre geografiske områder. Under følger en vurdering av de forskjellene vi har observert i analysen samt en mer generell vurdering effektdistanse basert på syntetiske nett som oppgavevariabel i den norske nettreguleringen.

3.2 Avvik knyttet til geografi og topografi kan korrigeres, men må ses i sammenheng med den øvrige reguleringen

Som diskutert i kapittel 2.1 fører algoritmen for konstruksjon av det syntetiske nettet til at dette tar en del snarveier, og derfor potensielt går gjennom en del geografiske områdetyper som det faktiske nettet aldri, eller i liten grad, går gjennom. Når faktiske kostnader avhenger av (lengden på) det faktiske nettet, mens oppgaven beregnes på det syntetiske nettet, vil selskaper med (urettmessig) korte syntetiske nett få beregnet (urettmessig) lave oppgaver og (urettmessig) lav effektivitet. Vi har derfor i konkurransegrunnlaget særskilt blitt bedt om å vurdere om det er grunnlag for å innføre ulike former for justeringer i algoritmen som konstruerer det syntetiske nettet. I dagens regulering tar man allerede høyde for at geografisse rammevilkår påvirker kostnadsnivået for utbygging og drift av fysisk nettinfrastruktur per oppgavevariabel, herunder lengden på det faktiske nettet. Uønskede forskjeller i lengden på mellom det syntetiske og fysiske nettet som skyldes topografi og geografiske forhold introduserer en ny problemstilling. Under diskuterer vi hvordan man eventuelt kan korrigere for dette innenfor rammene av den økonomiske reguleringen. Konkret kan man se for seg å korrigere for geografiske og topografiske forhold *før* konstruksjonen av de syntetiske nettene, eller ved å korrigere for uønskede utslag *etter* at de syntetiske nettene er konstruert (altså når de benyttes i nettreguleringen).

3.2.1 Vi anbefaler ikke å introdusere «no build»-zones eller korrigeringsfaktorer i algoritmen.

Algoritmen for konstruksjon av det syntetiske nettet benytter ingen form for geografisk informasjon i dag. Algoritmen opererer i et abstrakt geometrisk rom, og har ingen informasjon om geografi, terreng og topologi. Det å skulle introdusere geografisk baserte korreksjoner i algoritmen, krever en betydelig omlegging av algoritmen, der man først må velge ut hvilke geografiske momenter den skal forholde seg til, deretter bestemme hvordan den skal forholde seg til disse. Rent konkret kan man se for seg fullstendige forbud, såkalte «no build»-zones, eller mer kontinuerlige geografiske korrigeringsfaktorer.

Disse har til felles at for at de skal gi endringer i topologien til det syntetiske nettet, må algoritmen velge andre traséer. For å gå rundt et problematisk område, må algoritmen først forstå at det ligger et problematisk område på veien fra A til B. Deretter må den vurdere hvordan den kan gå rundt. Den korteste veien rundt vil gjerne bestå av to rette linjer som «svinger» rundt det problematiske området. Det i seg selv innebærer en betydelig og kompliserende omlegging av algoritmen. Hvis man ikke innfører «no build»-zones, men heller legger til en «straff» ved å passere gjennom denne typen områder, vil det optimale kanskje noen ganger være å lete seg frem til et smalt punkt der man tilbringer minst tid i det problematiske området, men likevel passerer gjennom. Det å finne frem til slike punkter på en optimal måte, er enda mer komplisert enn å planlegge korteste vei rundt.

Til sist vil en slik omlegging av algoritmen redusere transparensen betraktelig. Det vil bli vesentlig mer vanskelig å forstå hvorfor det syntetiske nettet ser ut som det gjør, noe som i seg selv er uheldig, jamfør forståelighetskriteriet.

Etter vårt skjønn bør det derfor foreligge vesentlige gevinster for at det skal være verdt det å ta inn geografiske aspekter i algoritmen. I våre kvantitative analyser har vi ikke identifisert geografiske områdetyper som det syntetiske nettet passerer gjennom, som det faktiske nettet *aldri* passerer gjennom. Figur 2-7 viser at det

syntetiske nettet i større grad enn det faktiske nette går gjennom bygninger/bebygde områder og over vann, men det faktiske nettet går også så ofte over disse områdene at det ville ha introdusert en vesentlig skjevhet dersom det syntetiske nettet aldri skulle ha fått lov til å krysse noen av de områdene vi har identifisert og benyttet i analysen. Vi konkluderer derfor med at det ikke er grunnlag for å introdusere «no build»-zones i algoritmen for konstruksjon av syntetiske nett.

Videre drøfter vi korrigeringsfaktorer som kan benyttes i *konstruksjonen* av det syntetiske nettet. Man kan forstå en korrigeringsfaktor av den første sorten som at det blir dyrere/oppleves lenger å bygge i noen typer terreng enn andre, slik at det syntetiske nettet velger andre ruter for å levere effekt til alle nettstasjonene. Dette vil kreve den samme kompliserende omleggingen av algoritmen som nevnt over, men vil kunne gi vesentlig mer «realistiske» syntetiske nett enn det man har konstruert hittil, så fremt man kommer frem til gode, transparente korrigeringsfaktorer. Som vi allerede har dokumentert, velger det syntetiske nettet i stor grad å passere samme type geografiske områder som det faktiske nettet, men i noen tilfeller går det oftere over noen arealtyper enn det faktiske, og i andre tilfeller går det sjeldnere gjennom den samme arealtypen – som eksemplet er ved vann (nedre høyre panel i Figur 2-10 Figur 2-7). Dersom en korrigeringsfaktor skal gi et mer realistisk syntetisk nett, bør man ha som ambisjon å identifisere hvilke egenskaper ved de ulike situasjonene som fører til at det syntetiske velger å gå mer over vann enn det faktiske og hva som fører til at det i andre situasjoner velger å gå mindre over vann enn det faktiske. Det virker å være en svært komplisert oppgave, men gjør man ikke det, risikerer man at korrigeringsfaktoren introduserer mer støy uten at man egentlig utjevner noen urimeligheter. Videre kan de «riktige» korrigeringsfaktorene endre seg over tid. I et av intervjuene vi har gjennomført med nettselskapene ble det nevnt at det har blitt vesentlig billigere å legge sjøkabler enn det var tidligere, og at selv om det faktiske nettet av historiske årsaker gikk lite under vann, velger de i dag oftere å gå under vann der det er en mulighet. Det virker krevende å skulle komme frem til gode slike korrigeringsfaktorer.

Vi anbefaler derfor ikke å introdusere geografiske korrigeringsfaktorer i konstruksjonen av det syntetiske nettet. For det første vil det være svært krevende å identifisere gode korrigeringsfaktorer. For det andre vil det kreve en omfattende omlegging av algoritmen i en mindre transparent retning. Og for det tredje risikerer man å måtte justere korrigeringsfaktorene over tid, med tilhørende endringer i det syntetiske nettet.

3.2.2 Hvis man ønsker korrigering, er det vesentlig enklere å etterkorrigere basert på geografiske forhold, i tråd med dagens rammevilkårsjustering

Dersom man vurderer at geografiske og topografiske forhold gir urimelige utslag i beregnet effektdistanse, er et alternativ til å korrigere konstruksjonen av de syntetiske nettene, å heller korrigere i ettertid for at det syntetiske nettet har valgt traséer som det faktiske nettet ikke bør eller kan. Rent konkret kan man utarbeide korreksjonsfaktorer som kan benyttes til å oppjustere beregnet effektdistanse der det syntetiske nettet utviser urealistisk adferd på en måte som slår uheldig ut for oppgaveberegningen. Rent prinsipielt ligner en slik korreksjon på dagens rammevilkårsjustering, der noen eksogene faktorer/rammevilkår benyttes til å korrigere for at noen nettselskaper har mer krevende forutsetninger enn andre for å oppnå samme effektivitet.

Våre analyser tyder så langt på at et sted mellom 5 og 30 prosent av forskjellene mellom nettselskaper i lengdeforskjeller, skyldes lokale geografiske forhold. Man vil kunne benytte en modell som ligner på de vi har testet her, til å korrigere beregnet effektdistanse. Men fordi datagrunnlaget er så mangelfullt som det er, kan ikke våre modeller og våre parametere benyttes.

Enten man velger å foreta slike etterkorrigeringer eller ei, er det verdt å merke at man likevel kan ende opp med å implisitt gjøre det, dersom man videreføre en rammevilkårsjustering som ligner på dagens. Det er stedvis store

forskjeller i lengde på faktisk og syntetisk nett, og vi vet at geografi og topografi spiller en rolle i å forklare deler av dette avviket. Selv om en rammevilkårsjustering kun skulle ta mål av seg å korrigere for effektivitetsforskjeller som skyldes forhold som ligger utenfor nettselskapenes kontroll, risikerer man at rammevilkårene er korrelert med forskjeller i lengde på faktisk og syntetisk nett. Rammevilkårsjusteringen vil da kunne ende med å korrigere for lengdeforskjeller på faktisk og syntetisk nett. Sannsynligheten for at dette skjer er høyere, desto flere oppgaver som baseres på de syntetiske nettene. Dersom man ender med å bruke syntetiske nett i reguleringen, og mener at de syntetiske nettene representerer oppgaven på en god måte, risikerer man at rammevilkårsjusteringer «ødelegger» for oppgavevariabelen. Alternativt risikerer man at bruken av syntetiske nett gjør at rammevilkårsjusteringen må endres, for eksempel ved at man kun benytter den på oppgaver som ikke er avledet av det syntetiske nettet, eller at det benyttes ulike former for rammevilkårsjustering på oppgaver som er, og ikke er, avledet av det syntetiske nettet.

3.3 Det syntetiske nettet kan ikke benyttes til reguleringsformål før kvaliteten på inngangsdataene er hevet

Vår vurdering er at syntetiske nett ikke kan brukes til inntektsregulering av nettselskapene med den datakvaliteten som ligger til grunn i dag. Vi observerer store forskjeller mellom faktisk og syntetisk nett som slår uheldig ut for enkelte nettselskaper, og som skyldes dårlig kvalitet på dataene som benyttes til å konstruere nettet. En oppgavevariabel basert på et slikt syntetisk nett, vil ikke være rimelig.

Dårlig inngangsdata gir dårlig kvalitet på det syntetiske nettet av flere årsaker

- I flere tilfeller er det ikke konstruert syntetisk nett til nettstasjoner som faktisk er i bruk. Nettselskap med slike nettstasjoner vil få beregnet feilaktig lav effektdistanse. Én aktuell årsak til manglende nettstasjoner kan være at det er manglende forbruksdata på målepunkter knyttet til nettstasjonen eller manglende kobling av målepunkter til nettstasjoner.
- I flere tilfeller mangler det syntetiske nettet innmatingspunkter som faktisk er i bruk av nettselskapene. Dermed må det syntetiske nettet mate nettstasjonene fra andre innmatingspunkter, med fare for tilhørende feilaktig høy beregnet effektdistanse.
- I andre tilfeller har det syntetiske nettet benyttet innmatingspunkter som eies av ett nettselskap, men som i realiteten ligger i andre nettselskapers konsesjonsområder og benyttes av andre nettselskap, med fare for tilhørende feilaktig høy beregnet effektdistanse.

Før man tar i bruk syntetisk nett i inntektsreguleringen, bør man forsikre seg om at datagrunnlaget som benyttes til å konstruere det er riktig, for hvert nettselskap. Som et minimum bør det samles inn

- En oppdatert liste over hvilke innmatingspunkter som faktisk er i bruk, for hvert nettselskap. Denne listen må gjøres uavhengig av det registrerte eierskapet til innmatingspunktene.
- En oppdatert liste over hvilke nettstasjoner som faktisk er i bruk, i den betydning at det leveres effekt gjennom nettstasjonen.

Det kan være at dette ikke vil være tilstrekkelig til å utarbeide rimelige syntetiske nett dersom det for noen nettstasjoner som faktisk er i bruk, fortsatt mangler tilknyttede målepunkter. Da vil ikke algoritmen for det syntetiske nettet tilordne forbruk til nettstasjonen, og det blir ikke konstruert syntetisk nett dit. For å garantere at slike situasjoner ikke oppstår, kan man også samle inn forbruksdata fra nettselskapene, men vår vurdering er da at man et stykke på vei har forlatt hensikten med de syntetiske nettene og prinsippene for beregning av effektdistanse. Tilsvarende kan man vurdere å omgå tilordningssteget i algoritmen ved å samle inn fra

nettselskapene hvilke nettstasjoner som er koblet til hvilke innmatingspunkter, men her vil man både få en praktisk utfordring ved at en del nettstasjoner på grunn av redundans er koblet til flere innmatingspunkter, og man vil i stor grad ha forlatt hensikten med å konstruere syntetiske nett dersom det må samles inn så mye faktisk data.

En mulighet RME bør vurdere, for å sikre at datagrunnlaget som benyttes er tilstrekkelig godt, er å først samle inn data om aktive innmatingspunkter og nettstasjoner, konstruere syntetiske nett for hvert nettselskap og sende dem på «høring» til nettselskapene. Hvert selskap har incentiver til å sikre at det syntetiske nettet ikke blir feilaktig kort, for eksempel ved å oppdage aktive nettstasjoner som ikke er tilordnet forbruk og syntetisk nett. Det kan imidlertid fortsatt hende at det syntetiske nettet blir feilaktig langt for noen nettselskap, uten at det oppdages.

Gjennom arbeidet med «felles grunnprofil» (Common Information Model – CIM) er det mulig at det uansett vil etableres et tilstrekkelig datagrunnlag. Arbeidet med en felles grunnprofil er et arbeid som skjer gjennom bransjens eget digitaliseringsinitiativ DIGIN, der nettselskapene er gått sammen for å utarbeide et fundament for full digital samhandling i drift og planlegging av nettvirksomheten. Dette arbeidet er igjen basert på den Europeiske bransjeorganisasjonen ENTSO-E sin «Common Grid Model Exchange Standard». I arbeidet ligger en stor forening av en rekke systemer som EMS (energy management system), SCADA (supervisory control and data aqcuisition), DMS (distribution management system) etc., men også verktøy for planlegging, måling, geografisk plassering og ressursstyring. Dersom man kan utsette beregningen av syntetiske nett til en slik felles grunnprofil er på plass, er det mulig at dette vil gjøre datasammenstillingen enklere også for reguleringsmyndigheten.

3.4 Behovet for å samle inn data og justere for skjevheter kan være så stort at det vil være bedre å benytte faktiske nett i reguleringsmodellen

3.4.1 Grunnlaget vi har i dag er ikke tilstrekkelig til å vurdere om et syntetisk nett basert på korrekt inngangsdata vil gi en rimelig oppgavevariabel

Basert på de nettselskapene vi har gode data for, virker syntetiske nett å kunne fungere relativt godt. Det er, og skal være, avvik mellom faktisk og syntetisk nett, men vi har ikke funnet egnede måter å kvantifisere i hvor stor grad de observerte avvikene utover det som forklares av geografi, er av en ønsket eller uønsket sort. Ønskede avvik knytter seg særlig til redundans og leveringspålitelighet, som det syntetiske nettet er konstruert for ikke å inkludere, og som er ment fanget opp i andre oppgavevariabler.

Vi observerer store forskjeller mellom nettselskap med hensyn til forskjellen på lengden til syntetisk nett og innrapportert lengde på faktisk nett. Disse forskjellene bør forstås før man tar i bruk effektdistanse basert på syntetiske nett som oppgavevariabel. Det har ikke lykkes oss å forklare alle forskjellene ved hjelp av kvantitative analyser av overlapp med geografiske områder der det faktiske nettet sjelden bygges. Selv om vi heller ikke har klart å avdekke at forskjellene mellom nettselskaper skyldes dårlige data, kan vi ikke utelukke dette. Som eksemplet i Figur 2-18 viste, kan det mange steder være små dataavvik som gir opphav til relativt betydelige forskjeller i lengde på det syntetiske nettet med og uten feil.

Selv om det vil være mulig å korrigere for deler av de systematiske forskjellene mellom ulike nettselskap, vil det stå igjen betydelige forskjeller som kan være uønskede i reguleringsøyemed. Disse forskjellene kan skyldes slike datafeil vi så i Figur 2-16 og Figur 2-18, men det er ikke mulig å bedømme basert på datagrunnlaget vi har blitt forelagt. Andre årsaker kan være at det syntetiske nettet av systematiske eller usystematiske årsaker kan velge

kortere traséer for noen nettselskap enn det kan for andre – uavhengig av hvor effektivt nettselskapet i realiteten løser oppgaven med å frakte effekt ut til kundene sine. Dersom RME ønsker å ta i bruk syntetiske nett til å beregne effektdistanse eller andre oppgavevariabler, bør derfor datagrunnlaget styrkes, og man bør gjennomføre nye sammenligninger av syntetisk og faktisk nett før man tar endelig beslutning om bruk.

At en oppgavevariabel skal være rimelig, innebærer etter vårt skjønn at man må ta særlig hensyn til små nettselskaper som ikke kan regne med at usystematiske feil jevner seg ut gjennom de store talls lov. Nøkkelen til rimelighetsvurderingen ligger derfor i det mikroskopiske, og vi kan ikke basert på grunnlaget vi har i dag slå fast at et oppdatert syntetisk nett ikke vil gi urimelige utslag for noen nettselskap. Denne mikroskopiske rimelighetsvurderingen blir viktigere, desto flere oppgavevariabler RME vurderer å benytte syntetiske nett til å beregne.

3.4.2 Alternativet til syntetiske nett er å benytte faktiske nett, men det innebærer også visse utfordringer

For å beregne effektdistanse er det også mulig å benytte det faktiske nettet i beregningsgrunnlaget. En første tilnærming for beregning av effektdistanse basert på faktisk nett er å beregne en «minimal effektdistanse», i et radialt nett. I en slik tilnærming må en iterativt fjerne masker i nettet for å søke etter den konfigurasjonen som gir minimal effektdistanse. En slik øvelse er forsøkt tidligere og var umulig å gjennomføre med den komplekshetsgraden en har i det faktiske nettet i dag (Thema, 2019).

For å kunne beregne effektdistansen i et faktisk nett foreslår derfor Thema som alternativ å bestemme effekten utfra hvilken vei kraften flyter i strømnettet. En velger «minste motstands vei», der strømtapet er minst, og unngår på denne måten iterativ oppløsing av maskene i nettet. Slike modeller for optimal kraftflyt er vanlig å benytte for eksempel i vurdering av nettutvidelser, og er følgelig en type modellering som er kjent for nettselskapene.

En praktisk barriere for å kunne ta i bruk faktiske nett som beregningsgrunnlag for effektdistanse er datakvalitet og tilgjengeligheten på data. En effektdistanseberegning basert på faktisk nett vil kreve svært høy datakvalitet og en god standard for rapportering og utveksling av data på tvers av alle nettselskaper. Det vil ikke være tilstrekkelig å kun ha geometriobjekter for det faktiske nettet - man må i tillegg ha data på hvilke transformatorer og nettstasjoner som er koblet sammen. Om det blir nødvendig å gjøre tilpasninger og manuelle justeringer av enkelte nettselskapers data så vil dette både kunne føre til skjevheter i reguleringen og øke administrasjonskostnadene hos reguleringsmyndigheten. Det er mulig at den nye felles grunnprofilen vil løse dette, slik at det nødvendige datagrunnlaget uansett kommer på plass innen noen år.

Beregning av effektdistanse ved bruk av faktiske nett vil også være en beregningsmessig tyngre øvelse enn å benytte syntetiske nett, men vi forutsetter at det faktisk lar seg gjøre. Det kan redusere tilgjengeligheten til beregningen for det enkelte nettselskap, og dermed innebære noe redusert transparens. Imidlertid vil det konseptuelle være godt kjent, noe som øker transparensen.

3.4.3 Samlet sett fremstår faktisk nett bedre egnet til beregning av effektdistanse, men i valget av nettype må RME også se hen til de andre planlagte oppgavevariablene

På kort sikt er våre vurderinger at behovet for datainnsamling er betydelig, uavhengig av hvilken løsning man velger. For å konstruere syntetiske nett, må man samle inn oppdatert punktvis data på innmatings- og målepunkter. For å *verifisere egnetheten* til det syntetiske nettet, vurderer vi at man også trenger å samle inn

data om plasseringen til kabler og linjer. Dersom man heller velger å benytte faktisk nett til beregning av effektdistanse, behøver man alle disse dataene, og *i tillegg* behøver man data om hvilke kabler, linjer og punkter som er koblet sammen slik at kraften kan flyte mellom dem. Dette kan være krevende å samle inn, men det kan også hende at arbeidet med felles grunnprofil løser denne datautfordringen på litt lenger sikt.

For å vurdere hvilket nett det er mest hensiktsmessig og basere det videre arbeidet med effektdistanse på, må man vurdere flere hensyn som samlet sett avgjør oppgavevariabelens egnethet. Når det gjelder eksogenitet, altså i hvilken grad nettselskapene har mulighet til å påvirke oppgaven de måles på, taler det for å velge syntetisk nett. Ved syntetisk nett kan nettselskapene påvirke plasseringen til nettstasjoner og i noen grad innmatingspunktene, og strategisk velge å holde disse i bruk for å få utmålt mer oppgave. Ved faktisk nett kan nettselskapene i tillegg påvirke lengden på linjene gjennom trasévalg. Basert på våre erfaringer gjennom intervjuer og dialog med nettselskapene, vurderer vi imidlertid utfordringen knyttet til hvordan dagens oppgavevariabel påvirker denne typen investeringsbeslutninger som begrenset. Dette taler for at hensyn til eksogenitet ikke burde veie tungt i valget mellom bruk av faktisk og syntetisk nett.

Når det gjelder hensynet til transparens vurderer vi også at de to kommer ut omtrent likt. Syntetiske nett er «lette å verifisere visuelt», men mer krevende å forstå konseptuelt. Kraftflyt i faktiske nett er kjent materie for nettselskapene og noe som gjør effektdistane enklere å forstå rent konseptuelt. På den andre siden vil sistnevnte å være noe mer krevende å beregne.

Vi ser tre hensyn som taler i favør bruk av faktiske nett. Det første er at de relativt store forskjellene i uforklarte avvik mellom lengde på faktisk og syntetisk nett som vi har dokumentert, indikerer at effektdistanse beregnet ved hjelp av faktisk nett vil være mer rimelig og rettferdig enn dersom beregnet ved hjelp av syntetiske nett. Det andre hensynet er utfordringen med stabiliteten i de syntetiske nettene over tid, etter hvert som nye nettstasjoner og innmatingspunkter legges til og trekkes fra. Dette gjør at nykonstruerte syntetiske nett vil kunne se vesentlig annerledes ut enn tidligere konstruerte nett, med tilhørende endringer i beregnet effektdistanse. Denne ustabiliteten unngår man ved bruk av faktiske nett. Det tredje hensynet, som vi ikke har utforsket i detalj, er hensynet til rammevilkårsjusteringen. Man risikerer at en rammevilkårsjustering som benytter geografiske forhold, korrigerer for lengdeforskjeller mellom faktisk og syntetisk nett, også der disse forskjellene er ønskede forskjeller. Dette unngår man ved bruken av faktiske nett.

Samlet sett vurderer vi at til bruk i beregning av effektdistanse vil det være mer hensiktsmessig å benytte faktisk nett enn syntetisk, såfremt det faktisk lar seg gjøre å beregne, og såfremt kostnaden ved å samle inn data om hvilke kabler, linjer og punkter som henger sammen, ikke er for høy. Denne merkostnaden har imidlertid vi ikke grunnlag for å vurdere på nåværende tidspunkt. Det kan hende arbeidet med felles grunnprofil vil redusere denne datainnsamlingskostnaden.

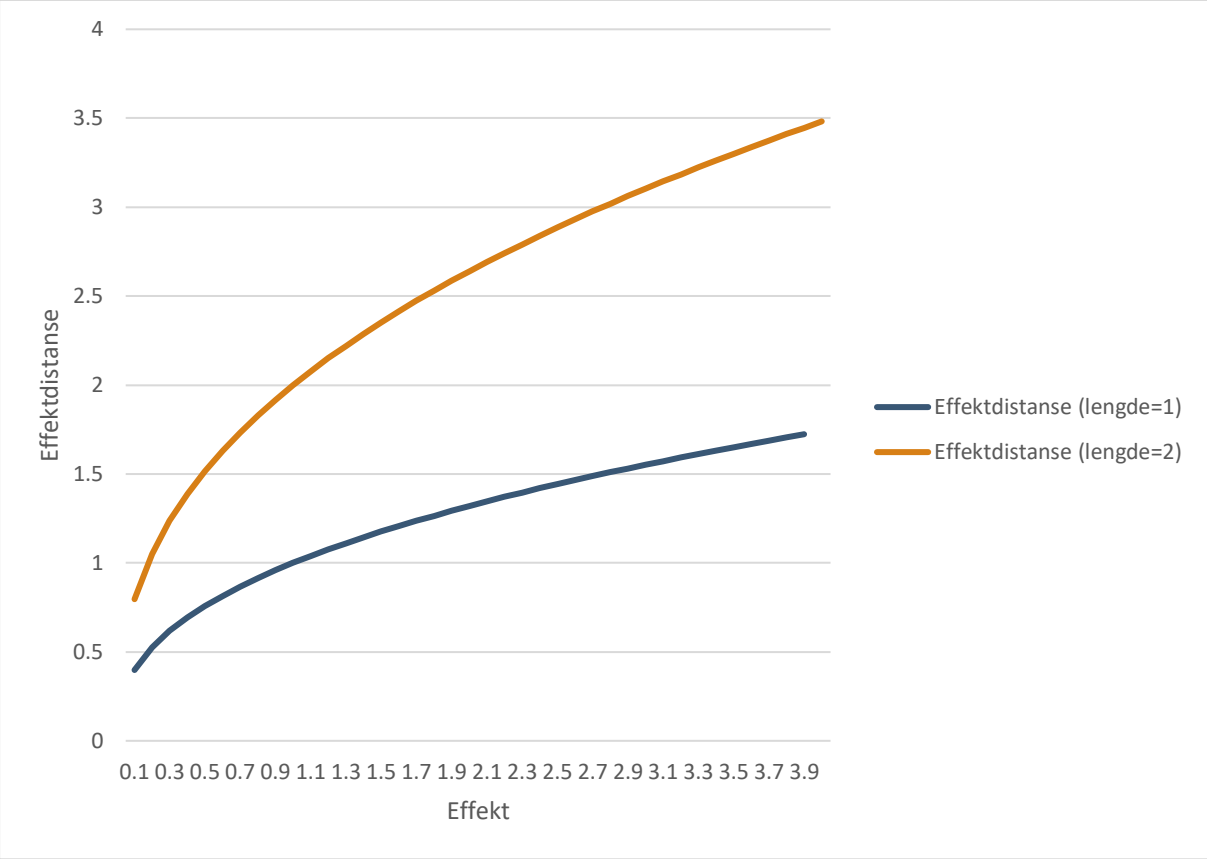
Det er samtidig viktig å påpeke at de syntetiske også er planlagt benyttet i beregningen av andre oppgavevariabler. Det vil antakelig være hensiktsmessig å benytte samme type nett i beregningen av alle disse oppgavevariablene, og RME må derfor gjøre en helhetsvurdering av egnetheten til de to nettypene for alle oppgavevariablene samlet.

3.5 Før effektdistanse tas i bruk som oppgavevariabel bør det gjøres en vurdering av enkelte aspekter ved beregningsformelen

Den valgte formelen for effektdistanse er $P_d = \sum_{\forall e} L_e P_e^{\alpha}$, der L er lengden, P er effekt, e er alle linjer i nettet og $\alpha \in [0, 1]$ skalerer fra effekt til kostnad. Ifølge THEMA[9] skal $\alpha < 1$ sikre at man ivaretar det logaritmiske forholdet mellom effekt og kostnaden ved å frakte effekten. Sammenhengen mellom effekten på en linje og den beregnede effektdistansen er illustrert i Figur 3-1 under.

I løpet av evalueringen har det kommet innspill om to potensielt uheldige konsekvenser ved valget av formel, som bør vurderes før formelen tas i bruk.

Figur 3-1: Sammenhengen mellom effekten på en linje (horisontalaksen) og den beregnede effektdistansen (vertikalaksen), for to linjer med ulik lengde og $\alpha = 0.4$.



3.5.1 Der man må legge parallelle linjer for å dekke effektbehovet, treffer antakelsen om avtakende marginalkostnad dårlig

Gitt formelen for effektdistanse, vil økningen i beregnet effektdistanse når man legger til mer effekt på en linje, bli stadig mindre.

[9] *(THEMA consulting group, 2021)*

Underveis i arbeidet har vi fått innspill om at denne konkave sammenhengen ikke er en god representasjon av faktiske kostnader når man når de tersklene der man må legge parallelle linjer for å dekke effektbehovet, og særlig ikke i de byområdene der man noen ganger må trekke disse linjene i helt nye gater. Det syntetiske nettet konstrueres under en antakelse om at det ikke er noen effekttak, hverken på transformatorene, nettstasjonene eller linjene, mens i virkeligheten må det ofte trekkes parallelle linjer, slik vi viste i eksemplet fra Hamar i Figur 2-14.

Vi har ikke forsøkt å kvantifisere hvor ofte dette er et reelt problem, men det virker sannsynlig at problemet er størst der effektbehovet er størst og der det er mange skranker på linjeføringen. Det virker dermed sannsynlig at problemet er størst i byer. Dette taler for at det kan være behov for å korrigere for urimelig lav beregnet effektdistanse for nettselskaper med høy andel by, og både hensynet til transparens i algoritmen og behovet for presise data, tilsier at en slik korreksjon bør skje etter konstruksjonen av det syntetiske nettet, i det som i dag er trinn 2.

3.5.2 Beregnet effektdistanse kan bli for lav når effektbehovet er lavt

Det andre innspillet vi har fått, knytter seg til kostnaden ved å levere svært lav effekt. Som man kan se av Figur 3-1 vil den beregnede (kostnaden ved) effektdistanse gå mot null når effekten går mot null. I realiteten er det en nedre grense for hvor lave kostnadene kan bli når det skal transporteres energi over en linje, men det reflekteres ikke i formelen for beregning av effektdistanse. Dette kan slå uheldig ut for nettselskaper med en stor andel linjer med (svært) lav effekt.

Dette kan relativt enkelt bøtes på ved å ta inn en nedre grense i formelen, slik at beregnet effektdistanse på en linje aldri blir lavere enn dette gulvet. Hvor lavt dette gulvet bør settes, har vi ikke undersøkt.

4 Referanseliste

Hoel, M. (2003). *Bærekraftig utvikling – fra strategi til handlingsplan.*

Menon-publikasjon nr. 123/2020. (2019). *Indikator for naturmangfold til NTP.*

Prim, R. C. (1957). Shortest connection networks and some generalization. *The Bell System Technical Journal*.

THEMA consulting group. (2019). *Methods for calculating power and energy distance.*

THEMA consulting group. (2021). *Methods for calculating power and energy distance.*

THEMA consulting group. (2022). *Developing new output parameters.*

5 Vedlegg: Innsikt fra intervjuer

Gjennom intervjuene med nettselskaper har vi identifisert fire årsaker til avvik mellom syntetisk og faktisk nett: geografi, redundans i tettbygd strøk, datamangler og -feil, og historiske valg. Intervjuene har også vært viktig for å samle innspill om hvilke kvantitative analyser som burde gjennomføres.

5.1 Gjennomføring av intervju

Vi har intervjuet fire nettselskaper, hvor hvert nettselskap har stilt med en eller to representanter. Nettselskapene varierer i størrelse, alder, og geografisk plassering.

Intervjuene har vært strukturert som en diskusjon rundt fremvisning av syntetisk nett og faktisk nett i området nettselskapet opererer i. Diskusjonen har i stor grad vært styrt av hva nettselskapene selv trekker frem som viktig. Tanken bak denne tilnærmingen er å utnytte lokalkunnskapen til nettselskapene for å identifisere potensielle problemer med det syntetiske nettet.

5.2 Innsikt fra intervju

5.2.1 Avvik på grunn av geografi

Hovedinntrykket fra intervjuene er at syntetisk nett går gjennom annen geografi enn det faktiske nettet, men i varierende grad. Ettersom effekten av slike avvik vil avhenge av hvorvidt det slår ut ulikt på tvers av nettselskapene har de imidlertid vanskeligheter med å identifisere om dette er et (stort) problem i praksis.

Et av selskapene trekker frem at det syntetiske nettet krysser sjø/vann i større grad enn det faktiske. Det faktiske tar omveier der det syntetiske for eksempel krysser rett over fjorden. Et av selskapene bemerker at de kun bygger sjøkabler hvis det er nødvendig. Et annet selskap peker på at man bygger stadig mer i sjø i dag, slik at det er mulig at mer av det faktiske nettet hadde vært i sjø hvis man hadde bygget det på nytt i dag. I noen tilfeller så vi også at lengden på nettene nokså like ut, til tross for at det syntetiske går mer i sjø og vann. Variasjon i hva som er og vil være praksis og konsekvensen av identifiserte avvik i «veivalg» er derfor utfordrende å anslå betydningen av.

Et av selskapene påpeker at det syntetiske nettet går gjennom områder de aldri ville bygget ut. Det gjelder verneområder, svært bratte verneområder, områder over en viss høyde over havet, og innenfor andre selskaper sine konsesjonsområder. Selskapet foreslår derfor å legge inn «no-go»-soner. Dette har vi frarådet i denne rapporten, se avsnitt 3.2.1, både fordi det innebærer en komplisering av algoritmen og fordi det virker umulig å identifisere klare «no-go»-soner der det faktiske nettet heller aldri opererer slik at man risikere å introdusere «ny støy» i beregningene.

5.2.2 Større avvik i lengde i byer

I intervjuene kommer det frem at det er særlig stor lengdeforskjell mellom syntetisk og faktisk nett i byer. Hovedforskjellen er at det faktiske nettet er bygget med mye redundans i byene, i motsetning til det syntetiske nettet. Slike forskjeller er dermed ønskede forskjeller mellom det faktiske og det syntetiske. Men i tettbygde strøk kan man også få uønskede avvik som gir skjevheter med hensyn til selskapenes oppgaver, spesielt i områder hvor effektbehovet overstiger terskelverdiene for begrensede nettkomponenter.

Det syntetiske nettet har ikke en øvre grense på hvor mye effekt det kan frakte, og kostnaden for mer effekt er per i dag avtagende (se forklaring av formel for beregning av effektdistanse i avsnitt 1.2). Dette gjør at det syntetiske nettet blir bygget med færre kabler, og med større effekt, enn det faktiske nettet i byene. Dette gir en lavere effektdistanse. Parallelle kabler vil imidlertid ofte være nødvendig i tettbygd strøk fordi det ikke er mulig, eller kostnadseffektivt, å øke kapasitet i eksisterende kabler. Selskapene peker på at det syntetiske nettet dermed ikke fanger opp kostnaden det innebærer å ha ekstra nett i byene. De frykter også at forskjellen mellom by og land i det syntetiske nettet kan føre til at nettselskaper som opererer i byer kommer dårligere ut.

Som løsning foreslår et av selskapene å ha en øvre grense på hvor mye en kabel kan frakte. Et annet selskap foreslår terskelverdier, som fanger opp at høy effekt er uproporsjonalt dyrere når man nærmer seg terskelverdier. Gitt at det er en systematisk skjevhet mellom by og land, har vi foreslått en korreksjon i trinn 2, se avsnitt 3.5.1.

Et annet tema som blir identifisert i intervjuene er at det syntetiske nettet i stor grad er bygget rett gjennom bygninger, mens det faktiske er bygget langs veier.

5.2.3 Avvik på grunn av datamangler og datafeil

I alle intervjuene kommer det frem at det er datamangler og/eller datafeil i det syntetiske nettet.

Nettselskapene melder om ulike mangler og feil:

- Spesifikke nettstasjoner mangler.
- Nettstasjoner og transformatorer utenfor selskapet sitt konsesjonsområde er inkludert.
- Feilplassering av flere transformatorer og nettstasjoner.

Basert på disse tilbakemeldingene kan det virke som om datagrunnlaget som er brukt for å konstruere det syntetiske nettet ikke er godt nok oppdatert.

Tilfeller der noen selskaper *eier*, men ikke *bruker* enkelte nettstasjoner og transformatorer kan ha ført til at transformatorer og nettstasjoner blir feilaktig inkludert eller ekskludert i konstruksjonen av det syntetiske nettet for hvert enkelt nettselskap.

5.2.4 Avvik på grunn av historiske valg

Bruk av syntetiske nett kan gjøre at selskapene blir straffet for historiske valg. Det som var optimalt da nettet ble bygget, er ikke optimalt i dag.

Et av selskapene trekker for eksempel frem at nettene tidligere i stor grad var bygget innenfor hver kommune. Det gjør at det i dag er lite tilknytning mellom (tidligere) kommunegrenser, selv om i de i dag er i samme konsesjonsområde.

Videre har det samme selskapet lokale høyspente distribusjonsnett med ulik spenning. Gjennom tidene har det variert hvilken spenning nettene bygges til, og nettstasjoner og transformatorer er tilpasset denne situasjonen. Derfor kan ikke alle transformatorer og nettstasjoner kobles sammen med hverandre, slik algoritmen for det syntetiske nettet forutsetter. Noen av kablene kan kun kobles sammen med en overgangstransformator. Selskapet anslår likevel at dette ikke er et stort problem i deres tilfelle, ettersom spenning stort sett er likt innenfor et område. Som en løsning foreslår selskapet å legge inn forutsetning på spenning i algoritmen.

Det varierer hvor mye historiske valg fører til (åpenbare) forskjeller mellom syntetisk og faktisk nett. Et av selskapene har for eksempel bygget alt sitt nett tilpasset 22 volt. For disse, og alle andre selskaper i samme situasjon, er det ikke et problem at det syntetiske nettet ikke tar hensyn til spenning.

5.2.5 Andre innspill

Selskapene har noen generelle betraktninger om syntetisk nett som kan være nyttig å få med seg.

Et av selskapene frykter at effektdistanse gjør at man blir straffet for god forsyningssikkerhet. Selskapet peker på at noen kunder krever ekstrem forsyningssikkerhet, forsyning fra ulike kanter og så videre. Slik vi forstår det pågående arbeidet skal imidlertid dette fanges opp av andre (nye) oppgavevariabler.

Et av nettselskapene peker på at syntetisk nett likevel ikke er helt eksogent – man kan plassere nettstasjoner og transformatorer etter hvor det gir en gunstig tilpasning av det syntetiske nettet. På den andre siden har selskapet inntrykk av at bransjen generelt uansett ikke er spekulativ på denne måten. En utfordring som er nært beslektet til eksogeniteten ved det syntetiske netter er at flere trekker frem at det er vanskelig å ha tillit til syntetiske nett. Det er en stor ulempe at det er vanskeligere å forstå hvorfor man scorer høyt/lavt. Det gjør at man har dårligere forutsetninger for å forbedre seg, for endringer ved innføring eller og forutse endringer i konstruksjonen når man eksempelvis legger til nye nettstasjoner og/eller trafoer.

Et av selskapene, som peker på at de har brukt mye tid på å sette seg inn i trinn 2 (rammevilkårsjusteringen) i inntekstreguleringenfrykter at det ikke fins bra nok statistikk til å rette opp eventuelle skjevheter i trinn 1 som oppstår med syntetisk nett i rammevilkårsjusteringen.

Et av selskapene mener at syntetiske nett er en god tanke, men at alle nødvendige justeringer fører til stor usikkerhet rundt om det blir rettferdig eller ikke.

Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Vi er et medarbeidereiet konsulentselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked. Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt. Alle offentlige rapporter fra Menon er tilgjengelige på vår hjemmeside www.menon.no.

+47 909 90 102 | post@menon.no | Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo | menon.no

NVE

Reguleringsmyndigheten for energi

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95