

24.01.2023 – Smartgridsenterets Webinar

KAFFI – KARTLEGGING AV FLEKSIBILITETSPOTENTIALET I ELVIA SITT NETTOMRÅDE

THEMA Consulting Group på vegne av Elvia

Agenda

- 1 *Prosjektets historie og formål*
- 2 *Spenningsutfordringer i LS-nett*
- 3 *Overlast på trafokretser i HS-nett*
- 4 *Konklusjoner og forbedringspotensiale*

Hva er fleksibilitet?

«Systemets evne til å sikre stabil drift på kort og lang sikt, til tross for endringer i forbruk og produksjon»

Planleggingsfleksibilitet

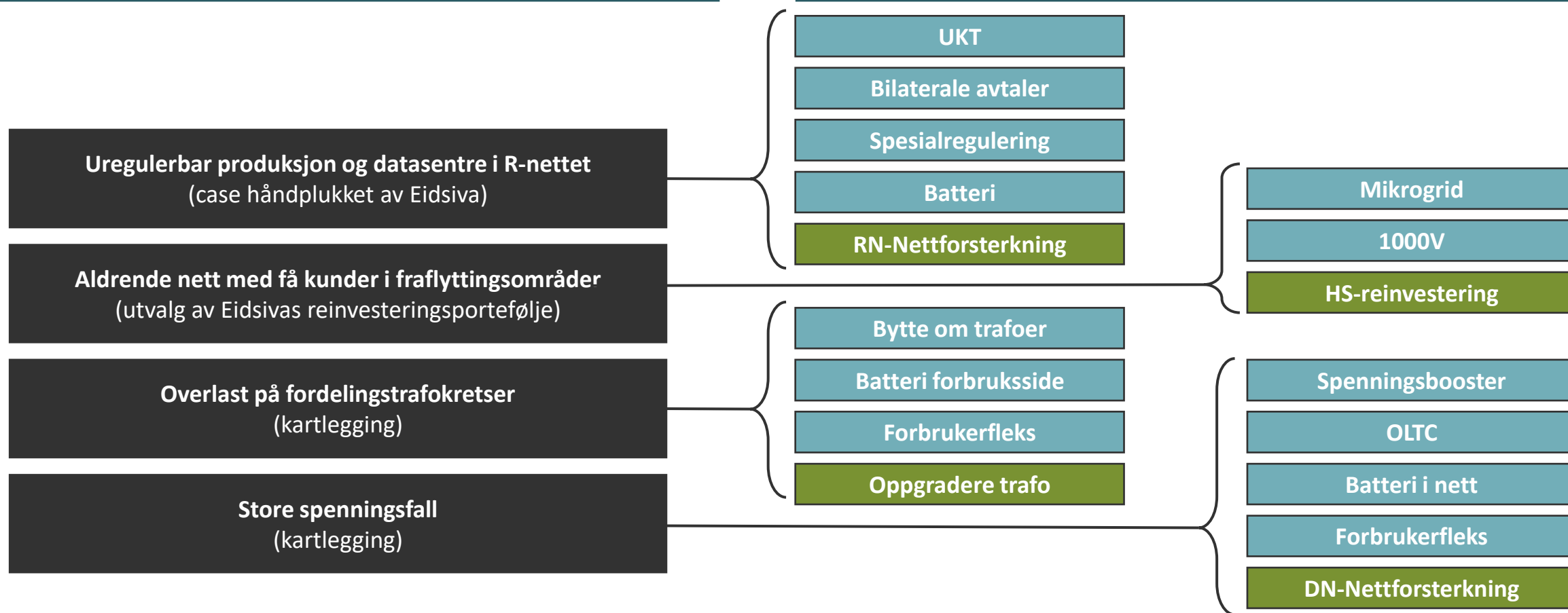
Operasjonell fleksibilitet

	Planleggingsfleksibilitet			Operasjonell fleksibilitet		
	År	Sesonger	Uker	Timer	Minutter	Sekunder
Produksjon	Langsiktige endringer i produksjon (energi, effekt, regulerbarhet og lokasjon)	Variasjoner i tilgjengelig produksjonskapasitet (tilsig, vær/klima)	Variasjoner i tilgjengelighet (revisjoner, utkoblinger)	Kontinuerlige endringer i produksjon (vind, sol, småkraft) Innmating på lavere nettnivåer		Årsaker til behov for fleksibilitet Utfall av produksjon
Nett	(Manglende) investeringer i overføringskapasitet	Variasjoner i tilgjengelighet (revisjoner, utkoblinger, konfigurasjon)		Overlast i enkelte områder (ikke tilstrekkelig kapasitet) Kontinuerlige endringer i import/eksport (e.g. HVDC-ramping)		Utfall av nettkomponenter
Forbruk	Langsiktige endringer i forbruk (energi, effekt og lokasjon)	Variasjoner i maks last (vær, klima)		Kontinuerlige endringer i forbruk (vs. tidsoppløsning i energimarkedet og vs. lokal innmating)		Utfall av forbruk

2018 Kaffi I: Fire casetyper vurderes for «verdien av alternative tiltak»

Utvalgte nettutfordringer

Mulige løsninger



2022 Kaffi II: Utgangspunkt i prosjektet: Fire konkrete piloter i Elvias nettområde

I. Forbedret batteriinstallasjon (FBI)

Utfordring:

Spenningsvariasjoner (kort- og langvarige, overharmoniske, sprang) hos sluttkunden i svake LS-nett.

Teknisk løsning:

Batteri og/eller spenningsbooster for å stabilisere spenningen og utjevne effekttopper.

II. On-load Tap Changer (OLTC)

Utfordring:

For lav og/eller for høy spenning hos sluttkunden i svake LS-nett med plusskunder.

Teknisk løsning:

OLTC variasjon av spenning på LS-side av fordelingstransformator, basert på AMS-data, IKKE spennings-/lastdata fra transformator

III. VVBpilot (BattFlex)

Utfordring:

Overlast på nettstasjon og lav spenning hos sluttkunden i topplastperioder i svake LS-nett.

Teknisk løsning:

Smarte varmtvannsberedere som automatisk kobles ut i høylastperioder, uten å påvirke komforten. Eies av sluttkunden.

IV. Energistasjon ASKO/Vestby

Utfordring:

Begrenset tilknytningskapasitet på HS-nett og antatt lav brukstid på nett etter reinvestering.

Teknisk løsning:

Aktivering av fleksibilitet (batteri og/eller smart styring) på forbrukersiden, (delvis) tilknytning på vilkår for å utnytte kapasiteten som er tilgjengelig.

— lavspent distribusjonsnett —

— — — høyspent distribusjonsnett — — —

Oversikt nettutfordringer og alternative løsninger

CASE 1: Overlast på HS-radialer

Per dagens beregninger er det ikke nok plass i HS-DN for å koble til nye laster. Kan man sørge for at den nye lasten kan kobles til og samtidig bruke den eksisterende kapasiteten på en effektiv måte?

Tilkobling på vilkår

Smart Styring

Batteri

HS-Nettforsterkning

CASE 2: Spenningsutfordringer i LS-nett

Det er for lav spenning hos kunder i svake LS-DN. Dette blir enda verre når effektkrevende apparater og solanlegg kobles til på sikt. Kan man bruke ny teknologi for å unngå store reinvesteringstiltak?

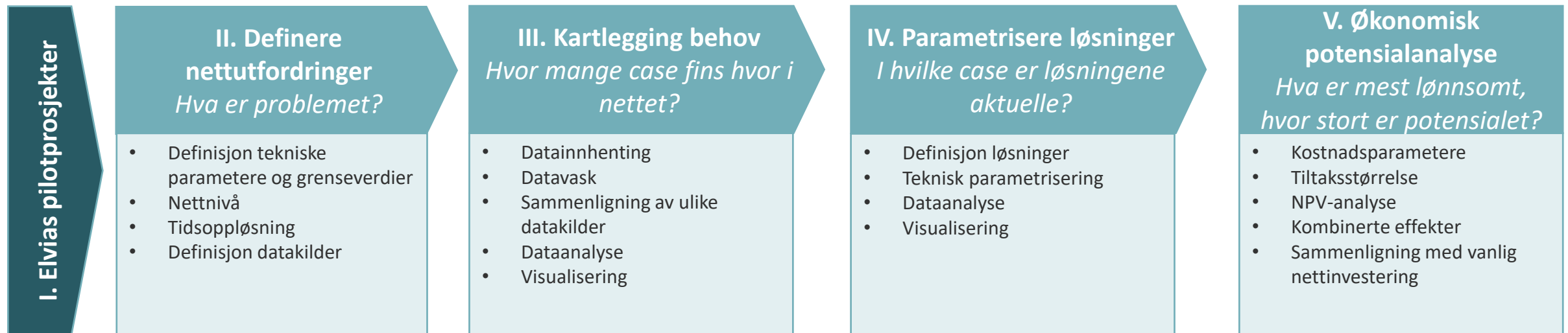
FBI

OLTC

Forbrukerflex: VVB

LS-Nettforsterkning

Prosjektoppgave: Kartlegging og kvantifisering av det økonomiske potensialet av fire konkrete piloter.



Hovedleveranse: Lage en mest mulig dynamisk modell som beregner økonomisk potensiale automatisk.

OBS: En metode, som behandler mange i utgangspunktet kompliserte case på samme måte, vil alltid være unøyaktig i det enkelte caset.

1 *Prosjektets historie og formål*

2 *Spenningsutfordringer i LS-nett*

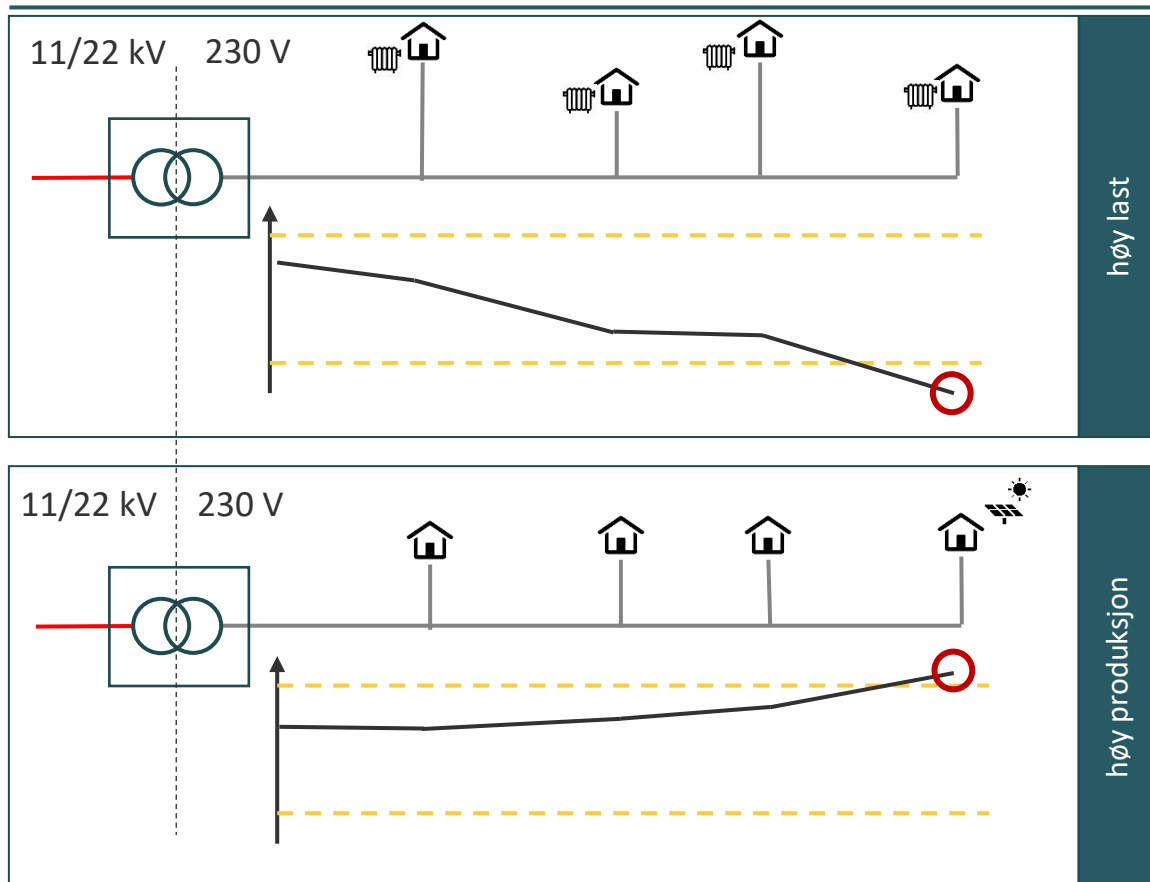
3 *Overlast på trafokretser i HS-nett*

4 *Konklusjoner og forbedringspotensiale*



Nettutfordring: Svakt nett gir spenningsutfordringer i LS-nett

Svakt nett kan gi for lave eller for høye spenninger



Forskriftskrav (FoL)

§ 3-3 Langsomme variasjoner i spennings effektivverdi

Nettselskap skal sørge for at langsomme variasjoner i spennings effektivverdi, er innenfor et intervall på $\pm 10\%$ av nominell spenning, målt som gjennomsnitt over ett minutt, i tilknytningspunkt i lavspenningsnettet.

§ 3-4 Kortvarige overspenninger, kortvarige underspenninger og spenningsprang

Nettselskap skal sørge for at spenningsendringer ved kortvarige overspenninger, underspenninger og spenningsprang ($\Delta U_{\text{stat}} \geq 3\%$, $\Delta U_{\text{maks}} \geq 3\%$) skjer oftere enn 24 ganger pr. flytende 24-timersperiode.

§ 3-6 Spenningsusymmetri

Nettselskap skal sørge for at grad av spenningsusymmetri ikke overstiger 2 % i tilknytningspunkt, målt som gjennomsnitt over ti minutter.

Spenningsfall og nettstyrke fra NETBAS er brukt for å identifisere relevante LS-kretser

«Svakt» nett og «bruk av nettet»

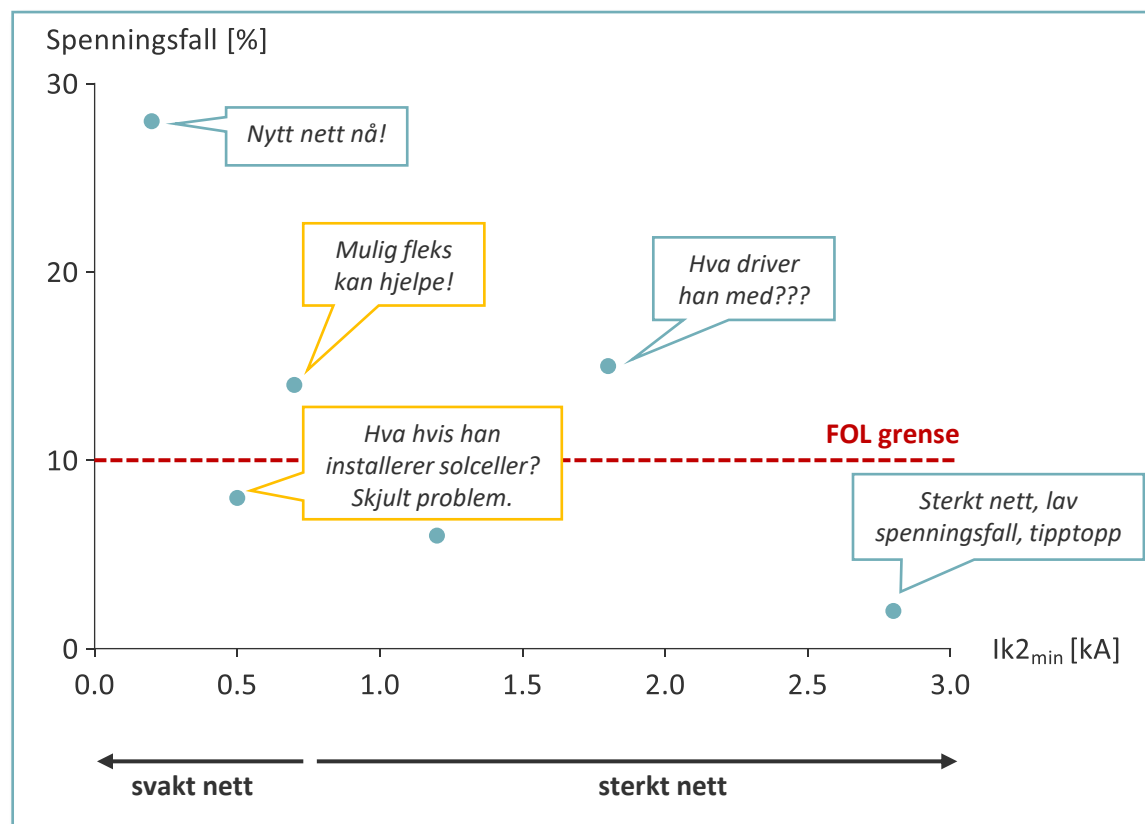
De to parametere inneholder forskjellig informasjon:

- I_{k2_min} er et parameter som beskriver nettet uavhengig av kundens forbruk. Det er ingen grenseverdi for når nettet er for svakt. Ofte er verdier under 0.5 kA vurdert som problematisk. Men mange kunder vil ikke oppleve spenningsutfordringer med I_{k2_min} under 0.5 kA.
- Spenningsfall er resultatet av nettstyrke og hvordan nettet brukes av kunden. Mer enn 10 % spenningsfall er kritisk, gitt at utgangsspenningen på fordelingstransformatorer er 230 V.

FOL er definert via grenseverdier på spenning. Om FOL brytes er dermed avhengig av hvor sterkt nettet er og hvordan nettet brukes. Uansett er det nettselskapenes ansvar å levere en spenningskvalitet innenfor FOL.

Figuren til høyre gir noen eksempler på kunder og nettforhold og viser sammenhengen mellom begge parametere.

Kortslutningsytelse og spenningsfall gir en indikasjon på relevans for fleksible løsninger



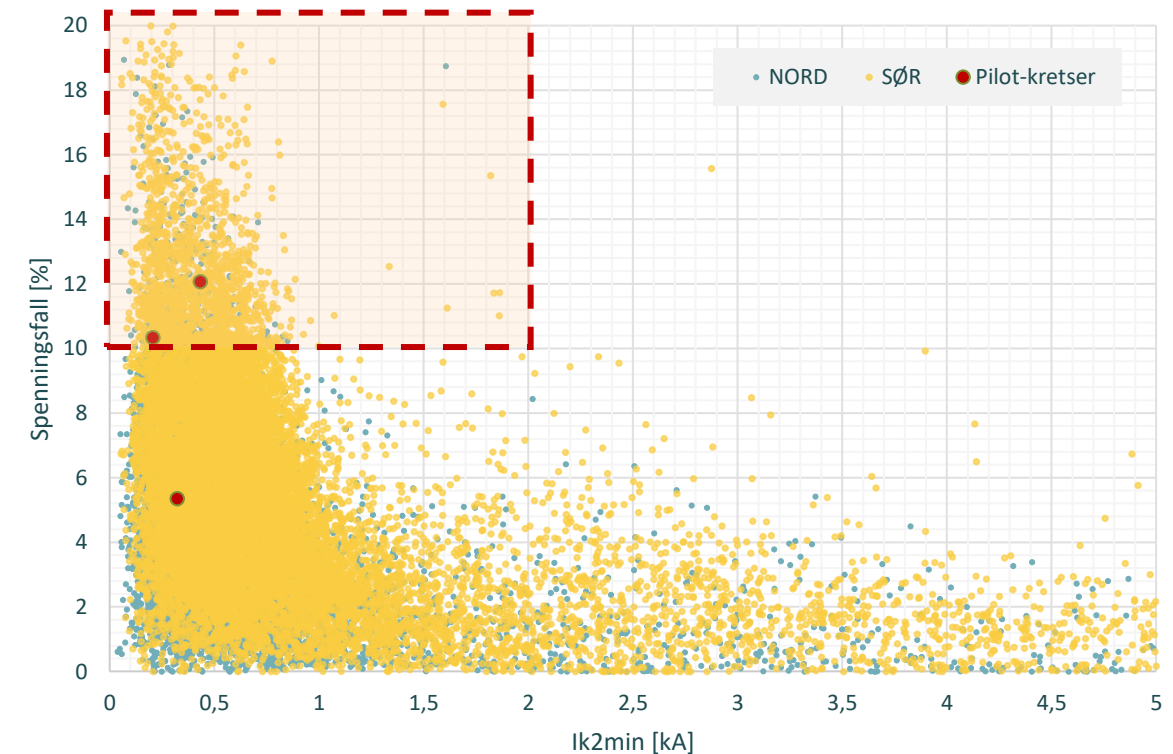
For den økonomiske analysen og AMS-analysen fokuserer vi på de 2000 nettstasjoner som har spenningsfall over 10 %

Resultater fra NETBAS-analysen

- **8 %** av alle nettstasjoner har beregnet spenningsfall over 10 %. Ikke alle med svakt nett opplever spenningsutfordringer, basert på dagens nettbruk.
- **2 %** av alle nettstasjoner har beregnet spenningsfall over 14 % (tilsvarer 207 V ved 240 V utgangsspenning).
- **14 %** av nettstasjoner med $I_{k2min} < 0.5$ kA har beregnet spenningsfall over 10 %.
- 8 600 med $I_{kmin} < 0.5$ og spenningsfall under 10 %

For den økonomiske analysen og AMS-analysen fokuserer vi på de nettstasjonene som har spenningsfall over 10 % (rød boks i figuren til høyre) og dermed potensielt bryter FOL ved 230 V utgangsspenning.

2000 nettstasjoner tas med videre i analysen



Potensialanalyse: Hver LS-krets og alle tekniske alternativene må karakteriseres automatisk basert på tilgjengelige data

Nettparametere (NETBAS):

- Maks spenningsfall
- Laveste kortslutningsstrøm
- Antall knutepunkt med for høyt spenningsfall
- Antall kunder
- Totallengde linje og kabel

Nettparametere (AMS):

- Minimum og maksimum spenning på kunde pr nettstasjon
- Døgnminimum av minuttverdier
- Fordeling av minuttverdier over året i 5 %-intervaller (*hitbokser*) eller høyoppløste spenningsdata, **ikke tilgjengelig i prosjektet**

Parametere tekniske løsninger

- Maks korrigert spenningsfall
- Minstekrav nettstyrke
- Maksimal varighet
- Reaksjonstid
- Kostnad per kunde eller per krets*

Økonomiske parametere reinvestering:

- Faste prosjektkostnader
- Reinvesteringskostnader per knutepunkt
- km kabel og luftnett
- Teknologikostnader

OBS: Løsningene er ikke alltid sammenlignbart

FBI

Løsningsbeskrivelse:

Batteri i kombinasjon med spenningsbooster for å stabilisere spenningen og utjevne effekttopper.

Foretrukket anvendelse:

Særlig for veldig kort- og (litt) langvarige spenningsutfordringer.

Økonomisk vurdering:

Enkelinvestering og eierskap hos nettselskap. Må være bedriftsøkonomisk lønnsomt.

VVB

Løsningsbeskrivelse :

Smarte varmtvannsberedere som automatisk kobles ut i høylastperioder, uten å påvirke komforten. Eies av sluttkunden.

Foretrukket anvendelse:

Egnet for kort- og langvarige spenningsutfordringer med små underspenninger.

Økonomisk vurdering:

Investering av kunden. Må være privatøkonomisk lønnsomt (evt. med ENOVA-støtte).

OLTC

Løsningsbeskrivelse :

OLTC variasjon av spenning på LS-side av fordelingstransformator, basert på AMS-data, ikke spennings-/lastdata fra transformator

Foretrukket anvendelse:

Egnet for kretser med sol og overspenninger. Ikke egnet for kortvarige spenningsvariasjoner.

Økonomisk vurdering:

Enkelinvestering og eierskap hos nettselskap. Må være bedriftsøkonomisk lønnsomt.

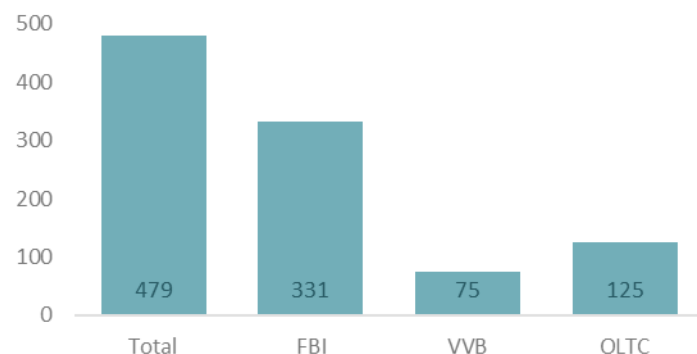
Resultater fra potensialberegninger: Base case

Løsningene er teknisk aktuelt

Ved 240 V utgangsspenning er maks tillatt spenningsfall 13.75 %.

Vi tar utgangspunkt i parametersettet fra forrige slide. Da er det FBI som er den mest fleksible løsningen. Nesten 70 % av avgangene med for høyt spenningsfall er aktuell for FBI. VVB og OLTC løsningene trenger sterkere nett i utgangspunktet og er dermed sjeldnere aktuelle.

Antall avganger
(teknisk mulig)

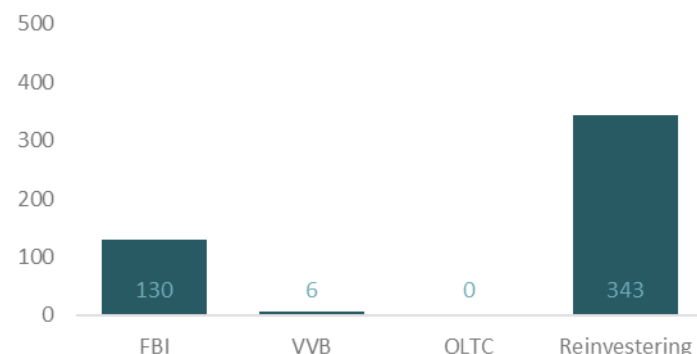


Løsningene er billigst

I over 70 % av casene er det reinvestering som er mest økonomisk.

FBI og OLTC har en fast kostnad per LS krets og står dermed i direkte konkurranse mot hverandre. Siden kostnadstall på FBI er lavere i utgangspunktet, er det denne løsningen som oftest er økonomisk lønnsom.

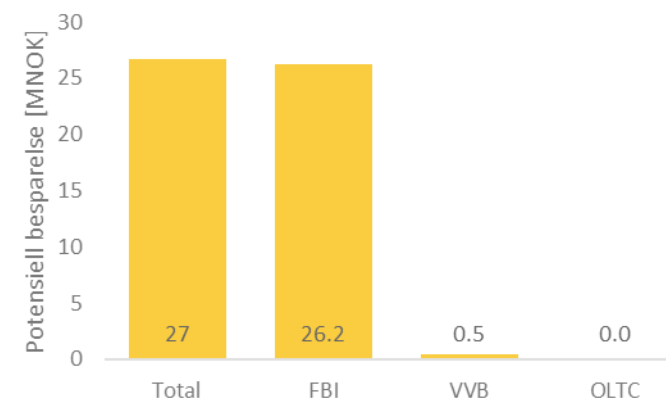
Antall avganger
(økonomisk anbefalt)



Potensiell besparelse

På de resterende 30 % casene finnes det et besparelspotensiale på 27 MNOK i Elvias nett.

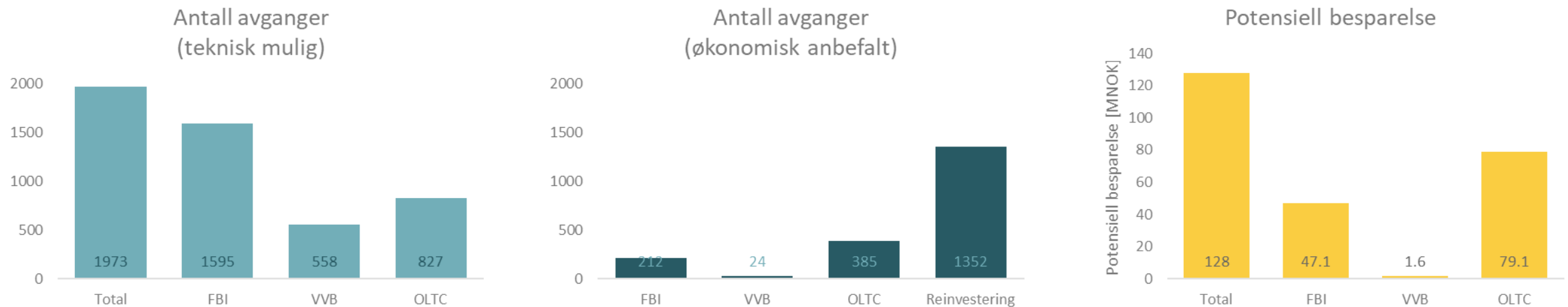
Potensiell besparelse



Sensitivitet: 240 V → 230 utgangsspenning og OLTC kostnadsreduksjon på 30 %

Hvis kostnadene på OLTC kan reduseres med 30 % (og alle andre kostnadstall er uendret), blir denne løsningen økonomisk konkurransedyktig mot FBI.

Det økonomiske potensialet øker til nesten 80 MNOK for OLTC, 128 NOK totalt.



Små justeringer i parameterne har en høy effekt på det økonomiske potensialet! Utfallsrommet på bare denne sensitiviteten er 27-128 MNOK.

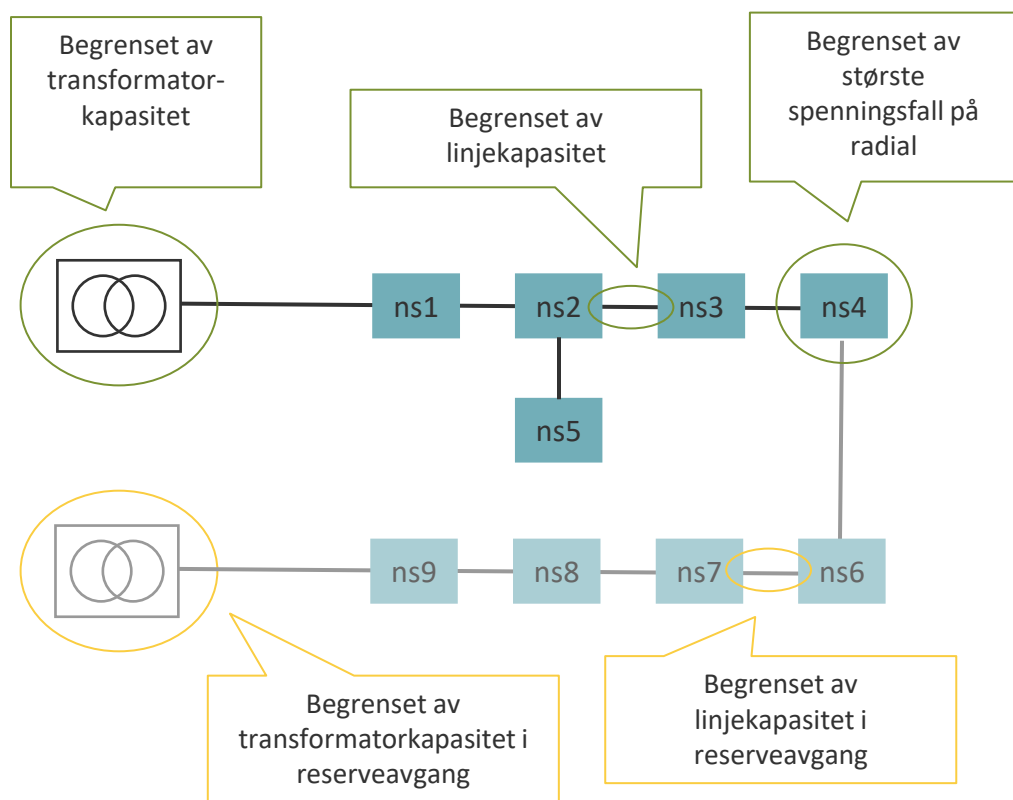
Modellen er et verktøy for å forstå denne dynamikken, ikke for å ta enkeltbeslutninger.

Agenda

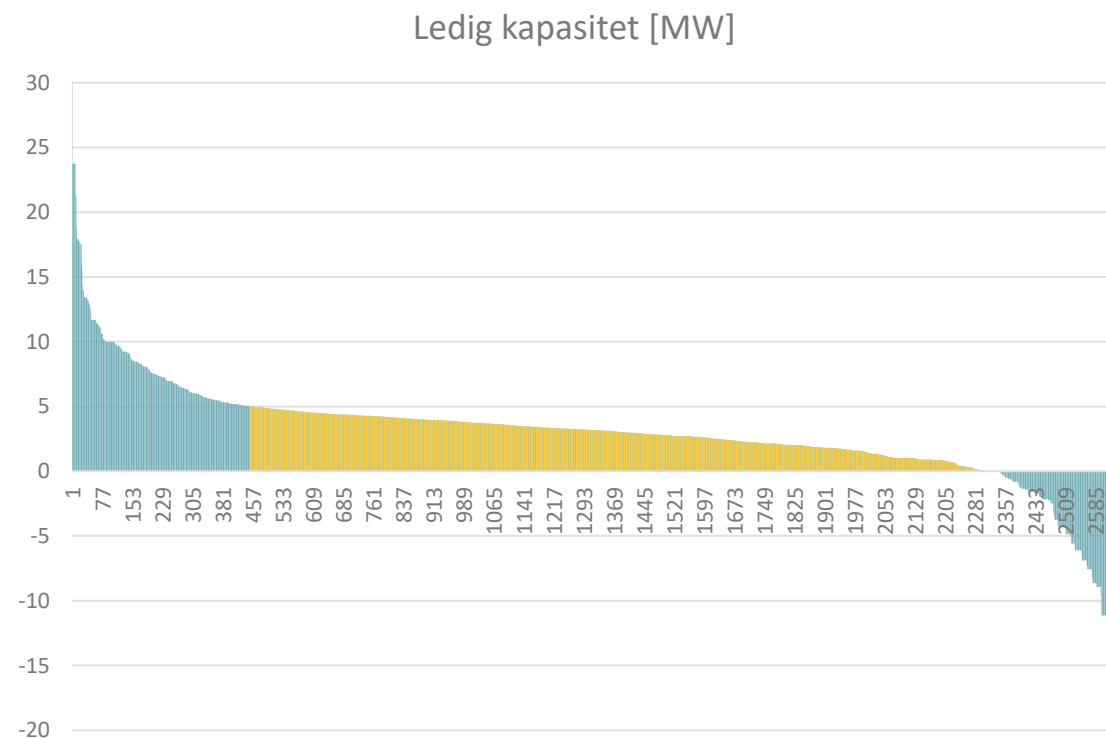
- 1 *Prosjektets historie og formål*
- 2 *Spenningsutfordringer i LS-nett*
- 3 *Overlast på trafokretser i HS-nett*
- 4 *Konklusjoner og forbedringspotensiale*

Tilknytningskapasiteten kan være begrenset av ulike komponenter. Hvilken komponent er i stor grad avgjørende for hvilke forsterkningstiltak som er aktuelle og tilhørende kostnad

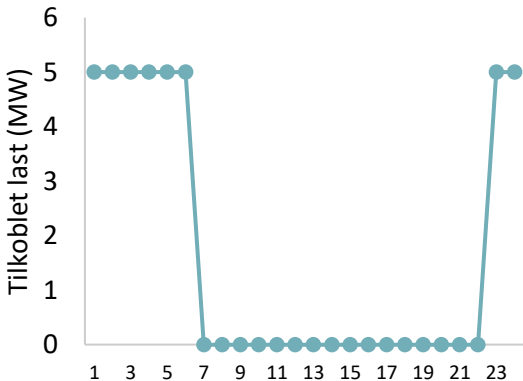
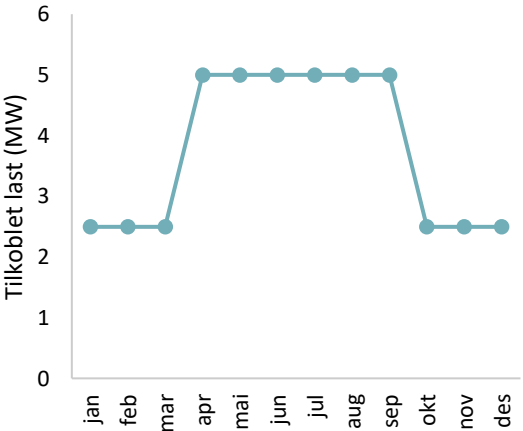
Beslutning om – og hvilken – reinvestering som er aktuell, er veldig avhengig av de konkrete nettforholdene



71% av avgangene har mellom 0 og 5 MW ledig kapasitet. 17% har mer enn 5 MW ledig kapasitet.



Fire fleksibilitetsløsninger er implementert i modellen for å undersøke hvordan timene med overlast kan unngås

Batteri	Smart styring	Tilkobling på vilkår (døgn)	Tilkobling på vilkår (sesong)
- Batteri kan «peak-shave» overlast ved å lade ut batteriet - For at batteriet skal være et aktuelt tiltak må overlasten være under et visst antall timer i strekk, for eksempel 5 timer, pga av den begrensede energikapasiteten til batteriet. - Kostnaden på batteri dimensjoneres ut fra antall kWh det er behov for (avhengig av effekt og antall timer) og en basiskostnad.	- Kan redusere forbruket ved å redusere forbruket aktivt med smart styring. - For at smart styring skal være et aktuelt tiltak må overlasten være under et visst antall timer i strekk, for eksempel 10 timer. - Det er også begrenset hvor stor andel av forbruket som er fleksibelt. - Kostnaden for smart styring er både en investeringskostnad for det smarte systemet og en aktiveringskostnad.	- Avhengig av kontrakten kan man koble til lasten ved noen forhandsavtalte tidspunkt i løpet av døgnet. - De resterende timene er man enten helt eller delvis koblet ut. 	- Avhengig av kontrakten kan man koble til lasten ved noen forhandsavtalte tidspunkt i løpet av døgnet. - De resterende månedene er man enten helt eller delvis koblet ut: 
Økonomisk potensial (Base case): 1 000 MNOK		Økonomisk potensial (Base case): 2 700 MNOK	

Fra teori til praksis: Teoretisk potensial > realiserbar potensial!

De angitte besparelsene beskriver det teoretiske økonomiske potensialet av tiltakene. Det realiserbare potensiale er mye mindre og avhenger særlig følgende rammebetingelsene:

1. Modellen beregner en absolutt øvre grense basert på at alle avgangene som har mellom 0 og X MW kapasitet må kunne tåle X MW mer effekt. I realiteten vil dette være aktuelt for bare en brøkdel av avgangene:
 - Noen avganger vil ikke trenge å levere mer effekt i det hele tatt
 - Noen avganger vil kreve såpass mye mer kapasitet at nettförsterkning er uunngåelig.
 - Noen avganger vil bli forsterket uansett på bakgrunn av tilstand til nettkomponentene.
2. Mindre konservativ risikohåndtering, både med tanke på feilsannsynlighet men også tillat antall timer med overlast er oftest det billigste tiltaket. Her kreves det ryddige prosesser og standarder. En slik mer effektiv utnyttelse av nettkomponenter vil redusere det økonomiske potensialet av tiltakene modellert her.
3. Det er noen kostnader som antageligvis kommer til å øke og dermed motvirker besparelsene:
 - Spesielt på tilkobling på vilkår får kunden ikke samme leveranse som om det bygges nytt nett. Kunden må være villig til å (delvis) kobles ut og eventuelle ulemper og kostnader ved dette er ikke tallfestet og implementert i modellen.
 - Nytt nett ville - avhengig av tiltaket - ha betydelig mer kapasitet enn bare 5 MW. Kostnadene ville da deles tilsvarende mellom nettselskapet og kunden gjennom anleggsbidraget.
 - Dersom man utnytter forbrukerfleksibiliteten og dermed øker utnyttelsesgraden vil både nettap og KILE-kostnadene* øke, samtidig som levetiden av nettkomponenter potensielt reduseres.

** dersom effekten på det aktuelle referansetidspunktet øker*

1 *Prosjektets historie og formål*

2 *Spenningsutfordringer i LS-nett*

3 *Overlast på trafokretser i HS-nett*

4 *Konklusjoner og forbedringspotensiale*

Betydelig potensial for alternativ teknologi påvist.

Verktøy som hjelper å forstå sensitiviteten av potensialet på ulike input parametere.

Resultatene viser betydelig økning av tilkoblingskapasiteter på HS-distribusjonsnett ved å ta i bruk fleksible løsninger som batterier og smart styring eller alternative kontraktsforhold.

- Hvis alle HS-avgangene som har ledig kapasitet under 5 MW skulle oppgraderes kunne investeringskostnader mellom 500 - 1000 MNOK unngått med alternative tiltak.
- I de fleste tilfellene er reinvestering det billigste alternativet.
- Tilkobling på vilkår har et teoretisk potensiale på 2700 MNOK i base casen (gitt at alle potensielle nye kunder ville akseptert en slik ordning).
- Delvis utkobling / effektbegrensing er ofte nok for å øke kapasiteten tilstrekkelig.

I LS-distribusjonsnett estimerer vi det økonomiske potensialet av å ta i bruk fleksible løsninger som batterier, on-load tap changers i kombinasjon med AMS-data og smarte varmtvannsberedere til mellom 30 - 130 MNOK i hele Elvias nettområde.

VIKTIG: Alle tall er en øvre grense for det teoretiske økonomiske potensialet.

Begrensninger i metoden og datagrunnlag, forbedringspotensiale

- Metoden gir et teoretisk potensial. Det realiserbare potensialet er avhengig av en rekke betingelser, som ofte er vanskelig å kvantifisere: sannsynligheten for at ny effektetterspørsel faktisk kommer, størrelse av ny effektbehov, plassering i nettet,...
- Reinvesteringskostnader er veldig avhengig av lokale (og til dels komplekse) forhold: nettopologi, omkoblingsmuligheter ved feil.
- AMS-data er veldig omfattende, trenger analyseverktøy som er tilpasset analysebehov.
- Det trengs høyoppløste AMS-data for å kunne vurdere løsninger med ulik responstid opp mot hverandre.
- Andre teknologier som sikter på samme nettutfordring (f. eks. aktiv spenningskontroll fra sol) vil ytterligere kannibalisere det økonomiske potensialet.
- Ofte manglende standardisering av beslutningsprosesser. Dette er vanskelig å parametrisere.
- NETBAS-database fortsatt i integreringsprosessen mellom HN og EN → ulike beregningsmetoder, antagelser og datagrunnlag
- Noen datahull i både NETBAS og AMS, som gjorde estimater nødvendig (f.eks. kobling mellom radial og transformator).
- Sekundæreffekter som fører til potensielt høyere kostnader ved høyere utnyttelse av nettinfrastruktur er ikke med i betraktningen, f.eks.:
 - økt nettap
 - potensiell økt KILE
 - Redusert levetid av komponenter



THEMA

CONSULTING GROUP

Robert Seguin
Thema Consulting

Robert.seguin@thema.no

Thea Sand Stubsjøen
Elvia AS

Thea.sand.stubsjoen@elvia.no