

05.09.2025

Versjon 1.0

Notat om

Standardisering av prefabrikkerte nettstasjoner til bussanlegg



Ruter#

Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver	Ruter AS
Kontaktperson	Pål Espen Jensen
Tittel på rapport	Standardisering av prefabrikkerte nettstasjoner til bussanlegg
Oppdragsnavn	Prosjektleder bussanlegg, lade - og energiinfrastruktur
Oppdragsnummer	10240385
Oppdragsleder Sweco / Ruter	Pål Espen Jensen
Utarbeidet av	Sweco: Morten Lundgård Erlend Samer Juni Marie Schaefer
Kvalitetssikret av	Pål Espen Jensen Halgeir Nordmo
Tilgjengelighet	Offentlig
Forsidebilde	Ruter AS

Sammendrag

Ruter har bygget en rekke bussladeanlegg i Oslo-området de siste årene, og på ni av disse anleggene har det vært benyttet prefabrikkerte nettstasjoner. Til tross for bruk av prefabrikkerte nettstasjoner, har det oppstått ulike utfordringer på anleggene, og vært behov for mange avklaringer i hvert enkelt prosjekt. Løsningene for ladeanlegg som benytter prefabrikkerte nettstasjoner er langt på vei fleksible, og mangel på standardisering gjør at det blir forskjellige løsninger for hvordan disse bygges. De ni anleggene er alle bygget forskjellig. De har ulike fundamentløsninger, skinnepakkeløsninger, føringsveier og grensesnittene er ulike fra sted til sted.

Målet med rapporten er å få løftet utfordringer som har oppstått i etableringen av nye ladeanlegg, og høste av disse erfaringene for å etablere mer standardiserte løsninger. I de standardiserte løsningene er målet at man fortsatt kan ivareta en viss fleksibilitet og gjøre stedstilpasninger, men at det er etablert en bedre praksis for hvordan man løser ulike typer utfordringer som man tidligere har erfart at kan oppstå i tilsvarende prosjekter. Forslagene til standardiserte løsninger må tillate mest mulig arealeffektiv bruk av anleggene slik at man ikke mister bussparkering. I tillegg er det et mål å dokumentere hvor utfordringer har oppstått tidligere og hva som skal legges til grunn som utgangspunkt i videre utbygginger, slik at prosjektgjennomføringen er effektiv og ikke bruker unødvendig lang tid på grunn av uavklarte grensesnitt.

Relevante regelverk som Ruter og operatør må forholde seg til i utbyggingen av ladeanlegg inkluderer DSBs forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL), og forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) (avhengig av spenningsnivå). Basert på FEL, er det utarbeidet standarder som fremlegger metoder for å oppfylle forskriftens krav. Relevante standarder for forsyningsanlegg på lavspenningssiden av distribusjonsnettet, og som vil være førende i dette dokumentet, er NEK 400 (Elektriske lavspenningsinstallasjoner) og NEK 399 (Tilknytning av elanlegg og ekomnett) de mest aktuelle å benytte. Andre relevante forskrifter/lover/veiledninger er energilovforskriften, forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg, RENblad 6000, RENblad 6020 og RENblad 6028.

Standardisering av løsninger for nettstasjoner og teknikkhus, er utfordrende fordi de ulike nettselskapene i ulike konsesjonsområder stiller ulike krav og har ulike varianter av foretrukne løsninger og leverandører. Som hovedregel følger netteierne anbefalingene som stilles i REN, men noen netteiere opererer også med særkrav som går utover REN-bladene. For å kunne standardisere, er det derfor viktig å være oppmerksom på den variasjonen i krav som foreligger fra de ulike nettselskapene. Noen hovedpunkter som denne rapporten adresserer, er særkrav som stilles rundt maks lengde på skinnepakke, betongplate som fundament, og flere nettstasjoner på samme eiendom. Alle disse særkravene kan skape utfordringer for effektive ladeanlegg. Vi presenterer alternative fundamentløsninger som etter gjennomgang med nettselskaper og erfaringer fra tidligere anlegg, skal bidra til mer standardiserte og fleksible løsninger. Flere av løsningene ser vi at det vil være utfordrende å oppfylle særkrav som lengdekrav på skinnepakke og antall nettstasjoner på en eiendom med effektive ladeanlegg, og ser derfor på løsninger hvor dette utfordres.

I tillegg adresserer rapporten miljøhensyn ved etablering av ladeanlegg, knyttet til klargjøring for utslippsfrie anleggsplasser og materialvalg knyttet til betong.

1 Innhold

Sammendrag	3
2 Introduksjon	5
2.1 Bakgrunn	5
2.2 Formål	7
2.3 Målgruppe	7
2.4 Relevante regelverk for elektrotekniske lavspenningsanlegg	7
3 Relevant for nettselskap	9
3.1 Krav fra nettselskap	9
3.2 Flere (frittstående) nettstasjoner på samme eiendom	10
3.3 Fundament	11
3.3.1 Dagens løsninger og praksis	11
3.3.2 Alternative løsninger	13
3.3.3 Oppsummering	19
3.4 Strømføring mellom teknikkhus og nettstasjon	20
3.4.1 Makslengde på skinnepakke	21
4 Andre spesielle hensyn ved etablering av ladeanlegg	22
4.1 Utsparing	22
4.2 Anleggskonsesjon	22
4.3 Kabelføringer etter teknikkhus	25
4.4 Miljøhensyn	26
4.4.1 Materialvalg og klimagassutslipp	26
4.4.2 Utslippsfri bygge- og anleggs plass	27
4.5 Reservekapasitet/overkapasitet	29

2 Introduksjon

2.1 Bakgrunn

Ruter har i dag ni bussanlegg og brygger der prefabrikkerte nettstasjonsløsninger er valgt for forsyning til lading av elbusser og elbåter. Prefabrikkerte løsninger er valgt med tanke på arealeffektivitet og at de opptar mindre plass på anleggende enn plassbygde stasjoner i betong.

I dette prosjektet vil det sees nærmere på prefabrikkerte løsninger, hvordan dette er løst i dag, utfordringer, og om det i større grad er mulig å standardisere ladeanlegg som benytter prefabrikkerte nettstasjoner.

Løsningene for ladeanlegg som benytter prefabrikkerte nettstasjoner er langt på vei fleksible, og mangel på standardisering gjør at det blir mange ulike løsninger for hvordan disse bygges. De ni anleggene er alle bygget forskjellig. De har ulike fundamentløsninger, skinnepakkeløsninger, og føringsveier og grensesnittene er ulike fra sted til sted.

Ruter har tre anlegg med anleggskonsesjon, Drøbak, Brubakkveien og Mortensrud. Det har fordeler med at man kan benyttes seg av høyere transformator kapasitet og effekter uten at netteier kan kreve plassbygget stasjon. Se egen rapport med «Veileder høyspent anleggskonsesjon på bussanlegg», utarbeidet av Sweco for Ruter 2021 og oppsummering av denne i Kapittel 4.2.

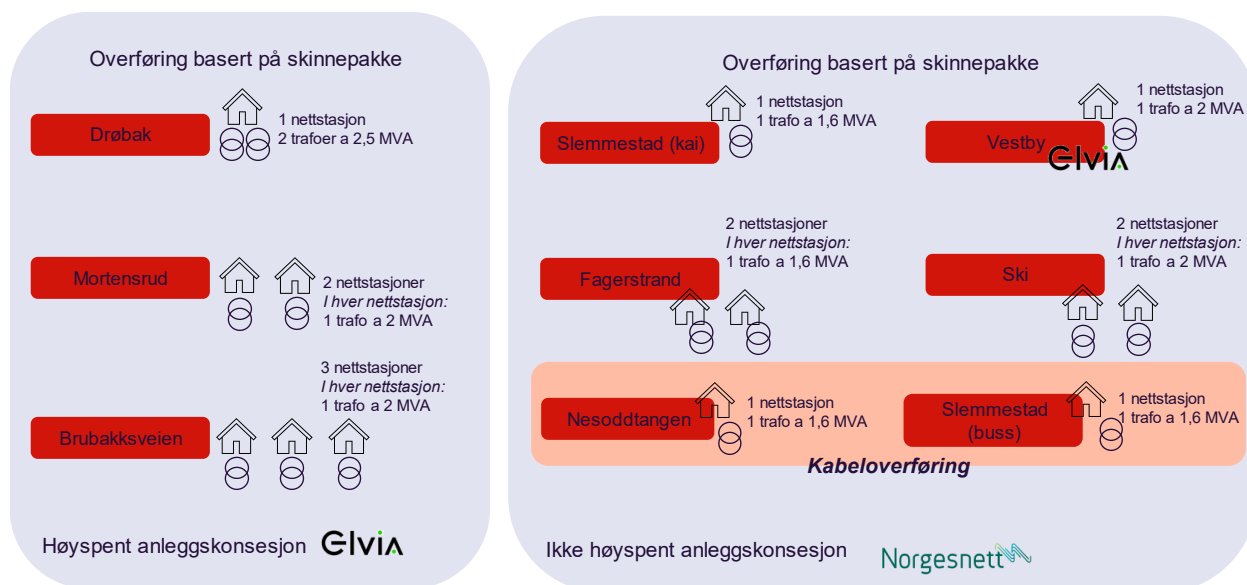
De øvrige anleggene har ikke høyspent anleggskonsesjon, og inkluderer Ski, Fagerstrand, Nesoddtangen, Slemmestad (buss), Slemmestad (kai) og Vestby. Ruter har syv ladeanlegg utover dette, men dette inkluderer ladeanlegg som bruker plassbygde nettstasjoner. Denne rapporten avgrenses til den typen ladeanlegg som benytter prefabrikkerte løsninger.

Tabell 1 viser en oversikt over anleggene med nøkkelinformasjon om kapasitet, antall nettstasjoner, leverandør av nettstasjon, skinnepakke/kabel, fundament og lokalt nettselskap. Lokalt nettselskap er relevant da de ulike nettselskapene har ulike typer krav og foretrukne løsninger.

Tabell 1 - nøkkelinformasjon om de ulike anleggene.

Lokasjon	Høyspent anleggs-konsesjon (Ja/nei)	Kapasitet (MVA)	Antall nett-stasjoner (stk)	Pre-fabrikkert nettstasjon	Teknikk hus (Ja/nei)	Skinnepakke/kabler	Lokalt nett-selskap
Drøbak	Ja	5 (2 x 2,5)	1	Møre Trafo	Ja	Skinnepakke	Elvia
Mortensrud	Ja	4 (2 x 2)	2	Møre Trafo	Ja	Skinnepakke	Elvia
Brubakk-veien	Ja	6 (3 x 2)	3	Møre Trafo	Ja	Skinnepakke	Elvia
Ski	Nei	4 (2 x 2)	2	Siemens	Ja	Skinnepakke	Norgesnett
Fagerstrand	Nei	3,2 (2 x 1,6)	2	Siemens	Ja	Skinnepakke/kabler	Norgesnett
Nesodd-tangen	Nei	1,6	1	Møre Trafo	Ja	Kabler	Norgesnett
Slemmestad (kai)	Nei	1,6	1	Siemens	Ja	Skinnepakke	Norgesnett
Slemmestad (buss)	Nei	1,6	1	Møre Trafo	Ja	Kabler	Norgesnett
Vestby	Nei	2	1	Møre Trafo	Ja	Skinnepakke	Elvia

De tekniske spesifikasjonene som beskrevet i Tabell 1 er illustrert i Figur 1:



Figur 1 - illustrasjon over ulike nøkkelinformasjon for de ulike anleggene.

Bare på denne nøkkelinformasjonen ser man noen viktige forskjeller mellom de ulike anleggene, knyttet til variasjon mellom nettselskapene. Bl.a. tillater Elvia kun én transformator pr. prefabrikkerte nettstasjon og eiendom, og i de tilfeller det er nødvendig med flere transformatorer og nettstasjoner på samme eiendom, må utbygger, i dette tilfellet Ruter, søke om anleggskonsesjon for høyspentanlegg. Da vil den som er innvilget konsesjon, fritt kunne etablere ønsket antall nettstasjoner og transformatorer.

Av overnevnte anlegg er det kun ett ladeanlegg i Elvia sitt strømområde hvor Ruter ikke har høyspent anleggskonsesjon, og for dette anlegget er det kun begrenset til én transformator i en nettstasjon. Norgesnett tillater derimot flere transformatorer i en prefabrikkert nettstasjon eller flere transformatorer/nettstasjoner pr. eiendom. Dette ser vi er tilfelle på Ski og Fagerstrand, hvor Ruter ikke må ha anleggskonsesjon. Elvia krever at det bygges plassbygget nettstasjon som dimensjoneres for flere transformatorer, og tillater ikke flere transformatorer i en prefabrikkert nettstasjon. Elvia tillater heller ikke bruk av flere prefabrikkerte nettstasjoner ved siden av hverandre for å øke antall transformatorer.

Som vist i tabellen er det også kun to av de ni anleggene som har kabeloverføring, mens resterende anlegg benytter skinnepakke mellom nettstasjon og teknikk hus. Valg av løsning for bruk av skinnepakke eller kabler reguleres iht. NEK 399 som omhandler tilknytning av elanlegg og ekomnett i bygninger til allment nett. Her fremkommer det at i anlegg med overbelastningsvern (OV) med merkestrøm $>1250\text{A}$ (Metode C), skal det benyttes skinnepakke for overføring mellom nettstasjon og rom/hus for hovedfordeling.

I anleggene på Nesoddtangen brygge og Slemmestad bussenanlegg som begge har 1600KVA transformator, er det benyttet kabler. På Nesoddtangen er det 690V som spenningsnivå på lavspenningsiden, men med overbelastningsvern tilsvarende en effekt på 1300 kW og holder da merkestrømmen på OV under 1250A. Vi legger til grunn at også Slemmestad bussenanlegg har justert OV for å være innenfor 1250 A.

Det er både tekniske fordeler og ulemper med bruk av skinnepakker og kabler. Se mer om skinnepakker og kabler i Kapittel 3.2

Det er ønskelig å kunne etablere nettstasjon og teknikkhus både med kortsida mot kortsida, eller langsida mot langsida. Dette for å kunne sikre mest mulig arealeffektiv løsning etter tomtas utforming, da plasseffektive nettstasjoner kan tilgjengeliggjøre plass for flere buss-parkeringer.

I noen særskilte tilfeller kan behovet for teknikkhus løses med kun tavle. Dette er en løsning som kan være hensiktsmessig på mindre anlegg, og det antas at for ladeanlegg i størrelsesordenen som Ruter har, så vil dette ikke være en hensiktsmessig løsning. I denne rapporten ser vi dermed kun på løsninger som har teknikkhus tilhørende nettstasjon. I dialog med Elvia har det vært avdekket at det finnes store ladeanlegg som er løst kun med tavle. Dette er eksemplifisert med ladeanlegg på Esso Ryen som er 2 MW (2MVA) og som kun består av nettstasjon og tavle. Det kan dermed være verdt å se nærmere på om bruk av kun tavle kan være en aktuell løsning for noen av Ruter sine anlegg.

Ruter ønsker at anleggene skal bygges enkelt, treffsikkert og med gode tekniske løsninger, og dette notatet forsøker å presentere alternative løsninger for enkelte deler av anleggene. Dette notatet tar hensyn til elektriske løsninger for Ruters ladeanlegg. I framtiden kan andre energibærere bli relevant.

2.2 Formål

Målsetning er at ladeinfrastruktur bygges mest mulig arealeffektivt og at man ikke mister verdifull gjennomføringstid pga. mangel på avklarte grensesnitt.

Bussanlegg har i de fleste tilfeller allerede for liten eller svært begrenset plass. Arealet skal prioriteres til parkering av busser og annet utstyr må da bygges så effektivt som mulig for å ikke miste unødvendig bussparkering. En bussparkering har en årlig leiekostnad på kr. 60 000 – 250 000,- og det er derfor økonomisk å bruke penger på å bygge smartere med hensyn på plass.

Målet med rapporten er å få løftet utfordringer som har oppstått i etableringen av ladeanlegg som er etablert, og høste av disse erfaringene for å etablere mer standardiserte løsninger. I de standardiserte løsningene er målet at man fortsatt kan ivareta en viss fleksibilitet (for eksempel vil man i noen prosjekt ønske kortsider-kortsider og andre langsider-langsider), men at det er etablert en «best practice» for hvordan man løser ulike typer utfordringer som man tidligere har erfart at kan oppstå i denne typen prosjekter. Forslagene til standardiserte løsninger må tillate mest mulig arealeffektiv bruk av anleggene slik at man ikke mister bussparkering. I tillegg er det et mål å dokumentere hvor utfordringer har oppstått før og hva som skal legges til grunn som utgangspunkt i videre utbygginger, slik at prosjektgjennomføringen er effektiv og ikke bruker unødvendig lang tid på grunn av uavklarte grensesnitt.

2.3 Målgruppe

Målgruppe for denne rapporten er fagpersoner med elektrokompetanse. Dokumentet skal fungere som et informasjonsdokument for planlegging av nye bussladeanlegg, hvor en rekke avklaringer og vurderinger som tidligere har vært vurdert fra anlegg til anlegg nå er samlet i dette dokumentet. Målet er dermed at dokumentet kan fungere som et oppslagsverk for enkelte problemstillinger knyttet til nye anlegg, og at det er klarere ved bygging av nye anlegg hvordan disse problemstillingene kan løses.

2.4 Relevante regelverk for elektrotekniske lavspenningsanlegg

For å oppnå forsvarlig sikkerhet ved prosjektering og utførelse av elektriske lavspenningsanlegg skal DSBs forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) legges til grunn. Dette gjelder elektriske lavspenningsanlegg med høyeste nominell spenning til og med 1000 V vekselspenning eller 1500 V likespenning.

Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) har samme funksjon ift. sikkerhet, men da for forsyningsanlegg høyere enn 1000 V vekselspenning eller 1500 V likespenning.

Basert på FEL, er det utarbeidet standarder som fremlegger metoder for å oppfylle forskriftens krav. Relevante standarder for forsyningsanlegg på lavspenningssiden av distribusjonsnettet, og som vil være førende i dette dokumentet, er NEK 400 (Elektriske lavspenningsinstallasjoner) og NEK 399 (Tilknytning av elanlegg og ekomnett) de mest aktuelle å benytte.

I tillegg har REN (Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet) i samarbeid med nettselskaper, utarbeidet veiledere med retningslinjer og verktøy (RENblad), som er relevante ved standardisering av lavspenningsanlegg. I dette tilfellet hovedsakelig RENblad serie 4100 – Tilknytning av Lavspenningsanlegg. I tillegg kan nettselskapene ha egne selskapsmerknader til RENbladene som må leses og inkluderes i arbeid med planlegging og prosjektering. Det er viktig å være oppmerksom på de ulike merknadene som de ulike nettselskapene har.

NEK 399 med RENblad 4100 som veileder, beskriver metoder for tilknytning av lavspenningsanlegg til distribusjonsnett, og for ladeanlegg for bussanlegg vil aktuelle metoder være B og –C.

Metode B:

- Tilknytning hvor det skal benyttes en hovedfordeling med overbelastningsvern større enn 80A og mindre enn 1250A.
- Ekstern/frittstående nettstasjon eller kabelskap
- Hovedfordeling kan plasseres ute- eller innendørs
- Stikkledninger eller skinnepakke fra transformator/lavspenningstavle i nettstasjon frem til gjennomføring i vegg eller frem til termineringsklemmer i hovedfordeling
- Netteier sørger for kortslutningsbeskyttelse av stikkledninger/skinnepakke frem til termineringsklemmene i hovedfordeling (KV vern foran stikkledninger eller korslutningssikker type skinnepakke)

Metode C:

- Tilknytning hvor det skal benyttes en hovedfordeling med overbelastningsvern større enn 1250A.
- Nettstasjon plasseres i bygning som skal forsynes, eller som egen bygning med nettstasjon og hovedfordeling.
- Det anbefales at Nettstasjon og hovedfordeling ligger vegg i vegg
- Skinnepakke fra transformator i nettstasjon frem til gjennomføring i vegg
- Netteier sørger for kortslutningsbeskyttelse av skinnepakke frem til termineringsklemmene i hovedfordeling (kortslutningssikker type skinnepakke)

Andre relevante forskrifter/lover/veiledninger mm.

- Energilovforskriften (vedr. søknad om anleggskonsesjon)
- Forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg (vedr. anbefalt overdekning over kabler i vei/plass med tung transport)
- RENblad 6000 Prosjektering av nettstasjon
- RENblad 6020 Spesifikasjon av prefabrikkert nettstasjon
- RENblad 6028 Fundamentering av nettstasjon

3 Relevant for nettselskap

I dette kapittelet vil hensyn som er spesielt relevant opp mot nettselskapene, presenteres. Dette inkluderer kravene som ulike nettselskap stiller, for enkel sammenstilling og sammenlikning av like og ulike krav. Her er også krav og variasjoner mellom kabelføringer presentert.

Videre er dagens praksis for nettstasjonsløsninger presentert, sammen med forslag til nye løsninger med andre fundamentvariasjoner.

3.1 Krav fra nettselskap

Standardisering av løsninger for nettstasjoner og teknikkhus, er utfordrende fordi de ulike nettselskapene i ulike konsesjonsområder stiller ulike krav og har ulike varianter av foretrukne løsninger og leverandører. Som hovedregel følger netteierne anbefalingene som stilles i REN, men noen netteiere opererer også med særkrav som går utover REN-bladene.

For å kunne standardisere, er det derfor viktig å være oppmerksom på den variasjonen i krav som foreligger fra de ulike nettselskapene.

Ruter må på sine ulike anlegg forholde seg til det lokale nettselskapet, med følgende nettselskaper i Oslo og Akershus:

- Elvia
- Norgesnett
- Glitre Nett
- Asker Nett
- Høland og Setskog Elverk (HS Elverk)

Det er derfor viktig å løfte de ulike kravene som de ulike nettselskapene stiller. Det er også ønskelig å utfordre nettselskapene på om enkelte krav kan justeres for å sikre enda bedre og mer fleksible løsninger for anleggene.

Tabell 2 presenterer en rekke ulike krav som stilles til anlegg med bruk av prefabrikkerte nettstasjoner, og hvordan de ulike nettselskapene stiller seg til kravene. For enkelte av kravene har man ikke funnet svaret på hvilket krav nettselskapet stiller.

Tabell 2 - oversikt over ulike krav og hvordan de ulike nettselskapene stiller seg til kravene.

Nettselskap	Elvia	Norgesnett	Glitre	Asker Nett	HS Elverk
Maks. transformatorstørrelse i nettstasjon	2 MVA	2 MVA	1600 kVA	1600 kVA	1600 kVA**
Flere nettstasjoner på samme eiendom***	Nei, men unntak for ladeformål***	Ja	Uvisst	Ja	Ja
Flere transformatorer innad i prefabrikkert nettstasjon	Nei	Ja	Uvisst	Uvisst	Uvisst
Skinnepakke, begrensning	REN (NEK399)	REN (NEK399)	REN (NEK399)	Ikke ønskelig med skinnepakke	Ikke ønskelig med skinnepakke
Påfølgende krav til skinnepakke (strøm)	Krav til skinnepakke over 1250A	Krav til skinnepakke over 1250A	Krav til skinnepakke over 1250A	Ikke ønskelig med OV >1250 A	Ikke ønskelig med OV > 1250 A

Avstandskrav skinnepakke	Maks 6 meter i 2D. Skinnen kan være lenger.	Ingen spesifikke krav		-	-
Fundamentkrav (nettstasjon)	Krav om prefabrikkert betongplate. Lagt til som selskaps- merknad i REN6020.	Betongplate under ringmur	Betongplate skal vurderes når nettstasjon er innvendig betjent (gjelder alle Ruters anlegg).	Betongplate/ såle	Større stasjoner på plate (?)

**Dispensasjon der det er behov for mekanisk beskyttelse, og ikke noen annen hensiktsmessig plassering av kabel. Eksempelvis bruk av PE-rør (korte strekk) eller støpt OPI-kanal (lenger strekk).*

***Maksimal transformatorstørrelse i dag er 1250 kVA. Gir lav beredskap ved et eventuelt transformatorhavari.*

****Elvia skiller mellom nettstasjon til «ordinære formål» og til «ladeformål». Det tillates én frittstående prefabrikkert nettstasjon per gnr/bnr. med skinnepakke i bakken til lade-formål, uavhengig om det fins annen standard/ordinær nettstasjon på eiendommen fra før. Dersom det allerede finnes en prefabrikkert nettstasjon (med skinnepakke i bakken) til lade-formål på en eiendom kan Elvia kreve at denne erstattes med plassbygd nettstasjon og skinnepakke til tilstøtende tavlerom*

Både Asker Nett og HS Elverk har beskrevet at det ikke er ønskelig med oververn på over 1250A. Dette vil ikke tillate bygging av hensiktsmessige bussladeanlegg, og vi legger til grunn at dette ikke vil gjelde for anlegg der det klart ikke er hensiktsmessig å forholde seg til denne begrensningen.

Gjennom dette prosjektet er det ønskelig å utfordre enkelte av kravene som i dag stilles av nettselskapene, for å se muligheter som kan skape bedre og mer fleksible ladeanlegg. Dette gjelder.

1. **Flere nettstasjoner på samme eiendom.** I enkelte tilfeller kan det være ønskelig å muliggjøre flere nettstasjoner på samme eiendom, og dette kravet varierer mellom ulike nettselskap. Elvia har unntak i dette kravet for ladeformål. I Elvia sitt konsesjonsområde tillates det ny prefabrikkert nettstasjon på samme eiendom som det finnes en nettstasjon fra før, dersom den nye nettstasjonen skal benyttes til ladeformål. Som vist i Tabell 2, tillater flere av de andre nettselskapene flere nettstasjoner på samme eiendom.
2. **Prefabrikkert betongplate som fundament.** Flere av nettselskapene, deriblant Elvia og Norgesnett, har krav om prefabrikkert betongplate i fundament for prefabrikkerte nettstasjoner. Denne løsningen oppleves som lite fleksibel, og vi har i dette prosjektet foreslått ulike fundamentløsninger som kan være mer tilpasset Ruter sitt behov, samtidig som det kan spare prosjektene for penger i form av enklere føringsveier for strømskinner. Se mer om våre løsninger i kapittel 3.3.2. For Elvia er det avklart at Elvia ikke vil tillate endring i løsninger som ikke baserer seg på prefabrikkert betongplate, og dette er dokumentert i selskapsmerknad til REN-blad 6020.
3. **Makslengde på skinnepakke.** Dette er særkrav for Elvia og er dokumentert i selskapsmerknad til REN6020. Det er ikke funnet tilsvarende krav for andre nettselskap.

3.2 Flere (frittstående) nettstasjoner på samme eiendom

Elvia og Glitre har begge særkrav om at det ikke tillates flere frittstående nettstasjoner på samme eiendom. Dette kan by på store utfordringer for å optimalisere en ladestasjon på en tomt der det ønskes å benyttes frittstående nettstasjoner. **Det er avklart med nettselskap at dette kan søkes dispensasjon for der det foreligger gode grunner for dette. Så sant det er den mest hensiktsmessige løsningen, vil dette i utgangspunktet kunne omsøkes dispensasjon for.** Elvia har også opplyst at de skiller mellom nettstasjon til «ordinære formål» og til «ladeformål». Det tillates én frittstående prefabrikkert nettstasjon per gnr/bnr. med skinnepakke i bakken til lade-formål, uavhengig om det fins annen standard/ordinær nettstasjon på eiendommen fra før. Dersom det

allerede finnes en prefabrikkert nettstasjon (med skinnepakke i bakken) til lade-formål på en eiendom kan Elvia kreve at denne erstattes med plassbygd nettstasjon og skinnepakke til tilstøtende tavlerom.

3.3 Fundament

I dette kapittelet er dagens løsninger for fundament beskrevet. I tillegg presenterer vi forslag til alternative fundamentløsninger, som kan bidra til mindre betong-bruk, og noe mer fleksibilitet i løsningene.

3.3.1 Dagens løsninger og praksis

REN 6028 har fire prinsipper for fundamentering av prefabrikkerte nettstasjoner:

1. Etablering av byggegrop med telefrie masser forlagt dypere enn frostfri dybde - med grunnplate av betong
2. Etablering av byggegrop med isolasjonsplate som isolerer for grunnmassene under platen - med grunnplate av betong
3. Etablering av byggegrop med telefrie masser forlagt lavere enn frostfri dybde - ved bruk av labank direkte på grunnmasser
4. Etablering av byggegrop med isolasjonsplate som isolerer for grunnmassene under platen - ved bruk av labank direkte på grunnmasser

Elvia har en merknad til REN som sier det **skal** benyttes prefabrikkerte betongplater på alle prefabrikkerte nettstasjoner. Også Norgesnett krever betongplate under ringmur. Glitre sier at bruk av betongplate skal vurderes når nettstasjon er innvendig betjent. Dersom nettstasjon er utvendig betjent, kan labanker brukes. Ingen av Ruters nettstasjoner tilknyttet bussanlegg er utvendig betjent, og vil derfor ikke bli omhandlet videre i dette notatet.

Både Elvia og Norgesnett har i dag et krav om at nettstasjonen skal stå på en betongplate. Argumentet for dette er at transformatorene er veldig tunge, og platen vil gi en god lastfordeling mot grunnen, som igjen fører til en stabil løsning i de fleste grunnforhold. Løsningen har noen utfordringer som Ruter ønsker å unngå. Den prefabrikkerte platen er utformet slik at skinnepakken må utgå fra nettstasjonens langside, og som gjør langside mot langside til den foretrukne løsningen. Det er også mulig å plassere byggene kortsida mot kortsida, men med Elvias foretrukne løsning med betongplate gjøre dette at skinnepakken kommer ut på nettstasjonens langside. Den må derfor gå i kulvert «ved siden av» nettstasjonen, og kommer inn igjen på teknikkhusets langside. Figur 2 viser et bilde av løsning med kortsida mot kortsida og skinnepakke ført mellom langsidene oversendt fra Elvia.



Figur 2 - nettstasjon og teknikkhus kortsida mot kortsida, men med skinnepakke ført i kulvert på utsiden og mellom langside langside. Bildet tilhører Elvia.

Det er ønskelig å kunne ha fleksibilitet i plassering av nettstasjon og teknikkhus både langs side langs side og kortsid side kortsid side, og våre alternative løsninger viser også andre alternativer for hvordan dette kan løses uten å gå i kulvert på utsiden. Møre Trafo har bekreftet at betongplaten, som er foretrukket løsning fra Elvia og Norgesnett, kan utformes sånn at husene kan stå med kortsidene mot hverandre og med skinnepakke ført langs kortsid side. I dag har ikke Elvia denne betongplaten i sitt sortiment, og per i dag må skinnepakken på kortsid side-kortsid side løsninger likevel føres ut på langsiden som vist i Figur 2. Ettersom Møretrafo har dette i sitt sortiment, kan det tenkes at skisserte løsninger med føring av skinnepakke mellom kortsidene kan gjennomføres for prefabrikkerte nettstasjoner i andre nettkonsesjonsområder, avhengig av sortimentet til nettleverandør. Hvis man velger løsningen med kortsid side-kortsid side der skinnepakken føres på utsiden, må man også være spesielt oppmerksom på avstandskravet på 6 meter som Elvia har, og tilknytningspunkt i teknikkhus må tilpasses dette kravet.

En annen utfordring er å få kabler/skinnepakker fra nettstasjonen inn i teknikkhuset. Elvia ønsker dette utført med en kulvert under bunnplaten. Dette krever mye graving og bortkjøring av masser, noe som er fordyrende for prosjektene. En mulig teknisk løsning på dette er å legge kabler/skinnepakke i en kum av typen TK2 (eller likeverdig), som ligger mellom bunnplate på nettstasjon og ringmur på teknikkhuset. Dette vil spare prosjektene for unødvendig graving, da denne kummen kan ligge høyere i terrenget. Løsningen kan brukes uavhengig av retning på byggene. Dette fordrer at teknikkhuset står på en ringmur. Løsningen med prefabrikkert plate kan gjøre det utfordrende å utvide nettstasjonen senere dersom dette skulle blitt nødvendig.

På Vestby bussanlegg og Ski bussanlegg er det nylig laget løsninger der nettstasjon og teknikkhus er fundamentert på en plasstøpt plate med støpt ringmur. Denne typen løsning gjør det enkelt å føre kabler/skinnepakke via byggene. Løsningen har imidlertid to utfordringer:

- 1) Løsningene er prosjektert med et utstikk på 50cm utenfor ringmuren, noe som fører til et unødvendig høyt forbruk av betong. Ved å flukte betongplaten med ringmur så sparer man ca. 21% betong hvis det er tilsvarende tykkelse på platen.
- 2) Slik betongplaten er prosjektert for Vestby og Ski bussanlegg vil den samle vann. Regnvann kan fritt renne inn via utsparingene i ringmuren. Det er boret hull i bunnplaten for at vannet skal drenes, men det kan skape et mer vått og fuktig klima.

Løsningen for betongplaten for Vestby og Ski er kan være uheldig med tanke på drenering. Dette kan imidlertid løses med godt grunnarbeid, men dette er viktig å være oppmerksom på i prosjekteringsfasen. Løsning uten betongplate, men med plasstøpt sokkel, bidrar til enklere forhold for drenering.

Løsningene på Vestby og Ski er eksempler på flere av Ruters anlegg som er bygget med enkelte tilpasninger og som har enkelte utfordringer. Derfor ønskes det å standardisere løsninger som man har opparbeidet seg erfaring med at kan gjøre anleggene enda mer effektive, som presenteres i Kap 3.3.2.

For eksempel vil kunne spare betydelig med betong om dette utstikket fjernes. I tillegg vil fjerning av utstikket bidra til bedre drenering. Vi legger derfor til grunn alternative løsninger hvor utstikket på 50 cm fjernes og ringmur fluktes med betongplaten for løsningene der det er betongplate.

I dagens løsninger har vi sett at det på flere av anleggene er forskjellig mønehøyde på de to byggene. Dette forringer estetikken. Det er ønskelig at mønehøyden blir lik og at dette hensynstas i en standardisert løsning. Figur 3 viser eksempel på et ferdig anlegg på Ski hvor det er høydeforskjell mellom nettstasjon og teknikkhus.



Figur 3 - illustrasjon over anlegg på Ski, med høydeforskjell mellom nettstasjon og teknikkhus. Anlegget viser for øvrig også et av de mer uvanlig kortsider mot kortsider anleggene. Bildet tilhører Ruter.

I dialog med Møre Trafo AS er det avklart at når husene settes opp på fundament som er støpt til lik høyde, så skyldes ulik mønehøyde at teknikkhuset er bestilt med stålramme på undersiden, og nettstasjon er bestilt uten. Dette gir et avvik på 15 cm. Den enkleste løsningen vil her være at det standardiseres en løsning for Ruter, der både nettstasjon og teknikkhus bestilles med stålramme. Det vil da ikke kreves tilpasning av fundamentet under prosjektering. Dette avhenger av at nettselskapene bekrefter at en slik bestilling kan bli ivarettatt hos dem, da det er de som bestiller nettstasjonsløsning.

Dersom dette ikke lar seg gjøre av nettselskap, så må alternativet være å løse dette under prosjektering. Det må da hensyntas at de to husene har ulik mønehøyde og fundament høyden må tilpasses dette.

Det er altså to alternativer for å sikre lik mønehøyde:

- 1) Det bestilles nettstasjon og teknikkhus med lik mønehøyde.
- 2) Det legges til grunn i detaljprosjektering av fundament at det forekommer avvik på 15 cm mellom de to byggene.

Alternativ 1) krever samspill og avklaring med nettselskap, mens alternativ 2) krever mer detaljert nivå under prosjektering av fundament. I møte med Elvia ble det avklart at alternativ 1) i utgangspunktet ikke er ønskelig fra nettselskap sin side. **For videre prosjektering av anlegg bør derfor Ruter først avklare dette med nettselskap, og dersom det ikke er mulig, må det hensyntas i detaljprosjektering et avvik på 15 cm mellom de to byggene.**

3.3.2 Alternative løsninger

Det er, i dette prosjektet, dermed presentert flere ulike løsninger for hvordan fundamentet på en prefabrikkert nettstasjon kan løses. Vi har sett på:

- 1) Ringmur fundamentert på bunnplate som flukter utside ringmur.
- 2) Ringmur fundamentert på stripefundament
- 3) Leverandørens stålfundament på prefab plate for nettstasjon.

Løsningene er ulike varianter av alternativer som skiller seg fra det vi har kalt «Dagens Ruter-løsning». Dagens Ruter-løsning er slik de aller fleste av ladeanleggene er bygget, men hvor det er gjort enkelte justeringer og tilpasninger som en ikke nødvendigvis ønsker å ha med seg videre i nye løsninger. Derav er de tre ulike nye løsningene, som i større grad skal kunne strømlinjeformes, presentert. Løsningene er sammenfattet i Tabell 3.

For løsningene med ringmur anbefales det at denne er 150 mm tykk. Løsning 1 er tilsvarende alternativ som benyttes på anleggene i Vestby og Ski, men til forskjell fra anleggene i Vestby og Ski, med 50 cm utstikk, flukter betongplaten med ringmuren.

For løsning 1), der det benyttes bunnplate, anbefaler vi at denne er minimum 120mm tykk og armert, for best fordeling av laster. RENblad 6028 krever minimum 100mm tykk plate. Transformatoren blir plassert på stålbjelker som spenner mellom ringmurveggene. Oppstående grunntrykk vil ikke være en utfordring, da ringmuren fordeler lastene godt til grunnen. I dette alternativet kan ringmur byttes ut med 400mm høyt stålfundament fra leverandør. Dette sparer prosjektet for betong, men kan redusere plass for skinnepakke/kabelføring.

For løsning 2), hvor det benyttes stripefundament, er det anbefalt at fundamentene har dimensjon HxB=150x600mm, for å ha tilstrekkelig stabilitet. For denne løsningen vil vann lettere kunne dreneres bort, og kryprommet vil holde seg relativt tørt, men fukt fra grunnen vil trekke opp i husene. Husene er godt ventilert.

For løsning 3), der det benyttes prefabrikkert plate, vil utformingen av denne være bestemt av leverandør. Møre Trafo sin standard plate er 120mm tykk, og har utsparring for skinnepakke ut på langsiden. Møre Trafo har bekreftet at denne kan tilpasses, sånn at skinnepakke kan komme ut på kortsiden, dersom dette er ønskelig.

Mengden betong vil holdes på et så lavt nivå som mulig i disse prosjektene. Ringmurene for teknikkhus og nettstasjonene kan støpes sammen som én konstruksjon, Alternativt kan de kobles sammen med en prefabrikkert kum for skinnepakke/kabelføring, som f. eks. TK2-kum eller likeverdig. TK2-kummer kan leveres med kumlukk av stål og 120mm tykk bunnplate av betong. Kumlukk kan byttes ut med betonglukk. Standard høyde på kummene er 500mm uten bunnplate og lukk, og standard lengde er 1420mm. Kummene kommer også i andre høyder og lengder. Løsning enten med kum eller sammenstøping vil gjøre skinnepakke/kabelføring lettere tilgjengelig enn ved flere av dagens løsninger, der skinnepakke/kabelføring ligger i kulvert under fundamentene som beskrevet i Kap 3.3.1. Dette vil gjøre vedlikehold og eventuelle utskiftninger som følge av brudd etc. betydelig enklere.

Nedenfor listes de forskjellige alternativene som har blitt vurdert i prosjektet, inkludert beskrivelse av løsningen utført på Vestby Bussanlegg. Alle de nye alternativene er mulige løsninger for Ruter sine bussanlegg, men ikke alle alternativene vil være ønskelige løsninger for alle nettselskaper. Alternativene er kun modellert med utsparring for gjennomføring av skinnepakke i ringmur. Dimensjonene på teknikkhus og nettstasjon er like i alle alternativene. Størrelsen på disse er basert på standard hus fra Møre Trafo. Beregningene er utført for å sammenlikne mengder, og vil ikke være korrekt i alle sammenhenger. I alternativene kan husene stå med kortsiden eller langsiden mot hverandre.

Tabell 3 - oversikt over de ulike alternativene for løsninger, inkludert dagens løsning og forslag til nye alternativer.

	Dagens Ruter-løsning	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Fundament	Plasstøpt ringmur på plate med utstikk.	Plasstøpt ringmur på felles stripefundament eller plate uten utstikk.	Plasstøpte ringmurer på separate stripefundament eller plater uten utstikk.	Plasstøpt ringmur på stripefundament eller plate uten utstikk for teknikk hus. Leverandørens stålfundament på prefab plate for nettstasjon.

Totalt betongbehov stripefundament (m ³)	IA	6,1	5,2	4,2
Totalt betongbehov betongplate (m ³)	8,2	6,5	5,3	4,3
Reduksjon i betong fra dagens løsning.	IA	26% for stripefundament og 21% for plate	37% for stripefundament og 35% for plate	49% for stripefundament og 48% for plate
Spesielle hensyn			Mer sårbart for telehiv enn alternativ 1.	Mer sårbart for telehiv enn alternativ 1 og 2.
Kum-løsning/kabelføring mellom husene	Plasstøpt kum	Plasstøpt kum	TK2-kum	TK2-kum

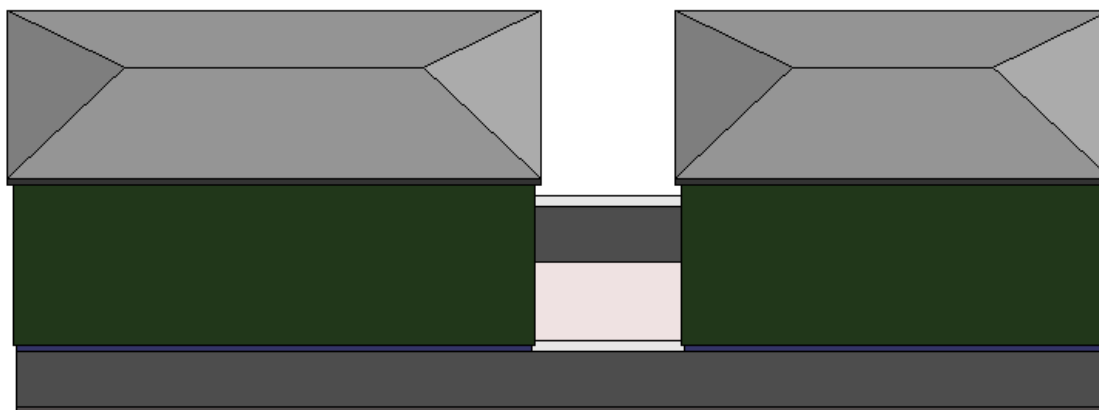
Det er på løsningene i dag en gitt avstand mellom nettstasjon og teknikk hus. Denne avstanden kommer som følge av brannkrav for nettstasjonen. Per i dag er det brukt mye betong i mellomrommet mellom teknikk hus og nettstasjon. De skisserte alternativene med TK2-kum (alternativ 2 og alternativ 3) krever noe mindre betong og bidrar til større fleksibilitet.

På flere av anleggene som er bygget i dag, ser man også en utfordring i at kabler/skinnepakke kanalene blir utilgjengelige for vedlikehold, fordi de legges i en kulvert som ligger under fundamentene. Denne kulverten blir liggende dypt nedgravet. Dette gjør tilkomst for vedlikehold/reparasjon av kabler/skinnepakke utfordrende. Alternativene som skisseres videre løser denne utfordringen, og ingen kabler kommer under fundamentene/platene.

De nye alternativene er nøyere presentert under, med illustrasjon på hvordan løsningen kan se ut.

Alternativ 1:

Prinsippet for denne løsningen er basert på dagens Ruter-løsning, men uten utstikk på betongplaten. Nettstasjon og teknikkhus er montert på samme ringmur fundamentert på stripefundament (bilde) eller betongplate. Figuren under illustrerer denne løsningen.



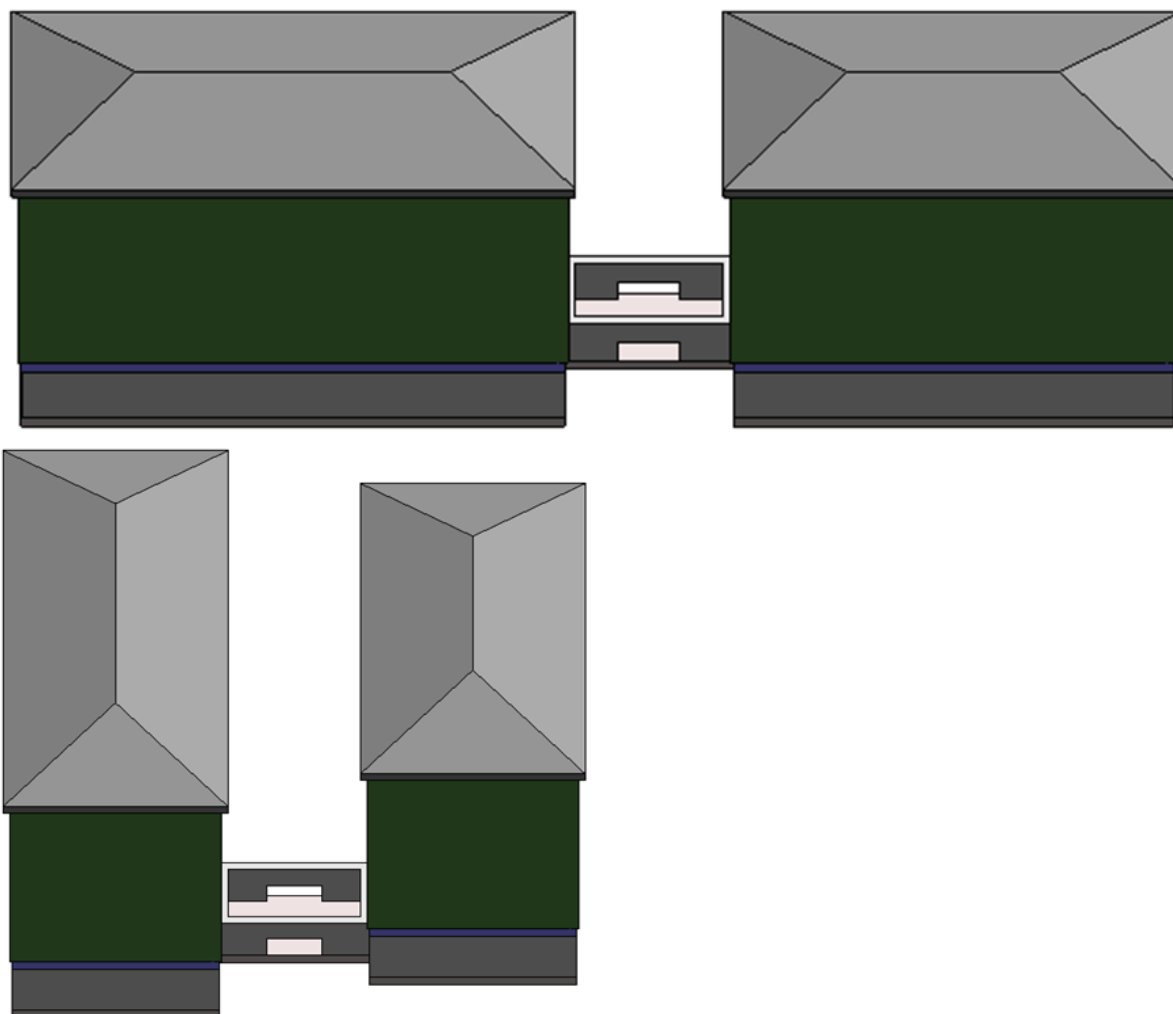
Husene leveres uten stålfundament fra leverandør. Skinnepakke/kabelføring føres i plasstøpt kulvert som vist mellom byggene. Plasstøpt kulvert mellom husene må tettes, for eksempel med en prefabrikkert betongplate eller innstøpte lemmer ved bakkenivå. Høyde under husene kan tilpasses for enklere gjennomføring av kabler. Transformator plasseres på stålbjelker på topp ringmur. Løsningen kan brukes uavhengig av retning på byggene.

Total mengde betong:

Fundamenteringsmetode	Totalt volum (m ³)	Forskjell i volum (%)
Stripefundament	$3,5 + 2,6 = 6,1$	
Betongplate	$3,5 + 3 = 6,5$	+6,15 %
Bespargelse fra dagens løsning	$3,5 + 4,7 = 8,2$	+25,6 %

Alternativ 2:

Denne løsningen viser plasstøpte ringmurer på separate stripefundament/plater uten utstikk. Illustrasjonene viser hvordan denne løsningen kan løses både med lang-side lang-side og kort-side kort-side.

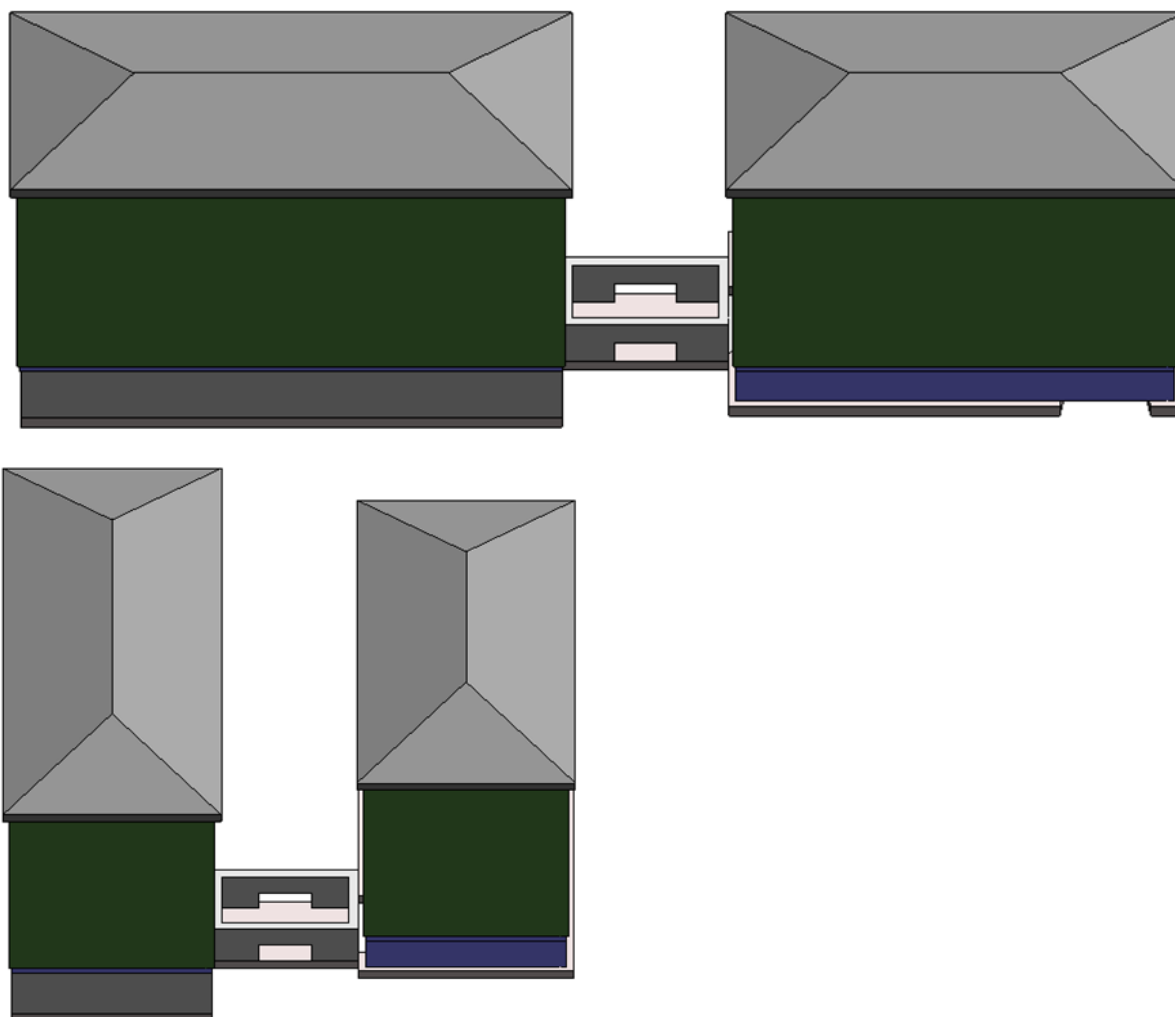


Nettstasjon og teknikkhus monteres på separate ringmurer fundamentert på stripefundament (bilde) eller betongplate. Skinnepakke/kabelgjennomføring legges i en prefabrikkert kum mellom byggene. For eksempel kan en kum av typen TK2 eller likeverdig benyttes. Topp kum legges i bakkenivå. Høyde under husene er avhengig av høyden på kum. Løsningen kan brukes uavhengig av retning på byggene.

Fundamenteringmetode	Totalt volum (m ³) inkl. kum	Forskjell i volum (%)
Stripefundament	$2,4 + 2,4 + 0,4 = 5,2$	
Betongplate	$2,4 + 2,5 + 0,4 = 5,3$	+1,9 %
Besparelse fra alternativ 1		18,5 %
Besparelse fra dagens løsning		35%

Alternativ 3:

Dette løsningen viser plasstøpte ringmurer på separate stripefundament/plater uten utstikk for teknikkhus, og med bruk av leverandørens stålfundament på prefab plate for nettstasjon. Illustrasjonene viser hvordan denne løsningen kan løses både med lang-side lang-side og kort-side kort-side.



Teknikkhus monteres på separat ringmur fundamentert på stripefundament (bilde) eller betongplate. Nettstasjon leveres med 400mm høyt stålfundament og monteres på en prefabrikkert betongplate. Skinnepakke/kabelgjennomføring legges i en prefabrikkert kum mellom byggene. For eksempel kan en kum av typen TK2 eller likeverdig benyttes. Høyde under husene blir bestemt av høyden på stålfundamentet til nettstasjonen. Løsningen kan brukes uavhengig av retning på byggene.

Fundamenteringsmetode	Totalt volum (m ³) inkl. kum	Forskjell i volum (%)
Stripefundament	$1,4 + 1,3 + 0,4 + 1,1 = 4,2$	
Betongplate	$1,4 + 1,4 + 0,4 + 1,1 = 4,3$	+2,3 %
Besparelse fra alternativ 1		34 %
Besparelse fra dagens løsning med utstikk		49%

3.3.3 Oppsummering

Fra alternativene ser vi at man sparer mest betong ved å benytte seg av alternativ 3. Besparelsen er på ca. 34% fra Alternativ 1 (49% besparelse fra dagens løsning). Det er ca. 18% forskjell mellom alternativ 1 og 2. Det er enklere å tilpasse høyder under husene med alternativ 1 og 2.

Alle alternativene vil være sårbare for telehiv. Alternativ 3 er spesielt sårbar da byggene ikke ligger på samme nivå i grunnen. Det er viktig at dette hensyntas i prosjekteringen, og at grunnarbeidene utføres nøye på byggeplass. I alle alternativene må terrenget ha fall vekk fra bygget, og fundamentene/platen må støpes i godt drenerte masser. Det må legges inn drenerør som kan føre vann vekk fra byggegroppen. I prosjekter der det ikke er telefrie masser i grunnen må det benyttes teleisolasjon for å hindre telehiv på husene. Dette vil gjelde i de fleste tilfeller, da utgraving til frostfri dybde vil være fordyrende. Det anbefales at byggegrep utføres etter RENblad 6028.

Ulempe med stripefundament er at det vil ta lenger tid i utførelsen, og vil sannsynligvis være litt mer kostnadsdrivende. Denne løsningen vil altså spare kun litt betong, men kreve mer tid og kanskje også kostnader å utføre.

Alternativ 3 er den ønskelige utførelsen for Ruter i videre anlegg for nye ladeanlegg. Som vist tidligere er det derimot ikke tillatt i Elvia sitt nettområde å føre skinnepakken direkte på kortside-kortside, men den må føres via langsiden selv om nettstasjon og teknikk-hus står kortside mot kortside i Elvia sitt nettområde. Det er likevel ønskelig å gjennomføre denne løsninger for anlegg hvor det vil være hensiktsmessig at teknikk hus og nettstasjon står kortside mot kortside.

3.4 Strømføring mellom teknikkhus og nettstasjon

For løsninger med plassbygd nettstasjon, eller nettstasjon rom i bygg, er det installatør som leverer skinnepakken i Elvia sitt nettområde. For løsninger med prefabrikkert frittstående nettstasjoner er det Elvias utførende entreprenør som leverer skinnepakken. For øvrige nettselskaper, leverer i utgangspunktet installatør skinnepakken.

Skinnepakke krever høy grad av nøyaktighet ved prosjektering og er oftest det stedet der det oppstår feil og hvor utstyr ikke passer overens. Dette kan dermed medføre til forsinkelser og utsatt overlevering av anlegg. Må skinnepakke bestilles på nytt er det lang leveringstid, opp mot 10 uker, og dette vil være kritisk ift. entreprenørens fremdrift.

Det er derfor viktig at prosjektering og innmålinger gjennomføres med høy nøyaktighet og detaljnivå, for å sikre unødvendig forsinkelse og kostnadsøkning som følge av skinnepakke som ikke passer.

Netteiere forholder seg til veiledning i RENblader og NEK 399 ift. grensesnittet for når det kan benyttes kabel, og når det blir påkrevd skinnepakke. Dette kravet går som tidligere nevnt, ved overbelastningsvern >1250A.

I de tilfeller hvor Ruter selv søker og blir tildelt anleggskonsesjon for anlegget, kan kravet om skinnepakke på OV >1250A vurderes og evt. endres. Dette forutsetter derimot at det leveres dokumentasjon for at valgt løsning tilfredsstiller alle sikkerhetskrav i FEL. Erfaring viser at det kan være omfattende og krevende å utarbeide og fremskaffe nødvendig dokumentasjon, så dette bør overveies nøye før man iverksetter en slik prosess.

En løsning for å unngå skinnepakkeleveranse ved anlegg med høy transformator kapasitet, kan være å benytte et høyere spenningsnivå for lavspenningsinstallasjonene. Man kan for eksempel heve nivå for bruk av kabelføringer fra 866 kVA til 1490kVA, ved å øke spenningsnivå fra 400 til 690V.

Tabell 4 viser sammenstilling av noen fordeler og ulemper med skinnepakke vs. Kabel og visa verse, samt fordeler og ulemper ved bruk av kobberlisse/fleksiskinner. Kobberlisse/fleksiskinner benyttes istedenfor kabel ved overgang mellom trafo - skinnepakke og skinnepakke – vern.

Tabell 4 - oppsummering av generelle forskjeller mellom skinnepakke, kabel og kobberlissee/fleksiskinne.

	Skinnepakke	Kabel	Kobberlissee
Pris	Høy	Moderat	Høy
Levetid og vedlikehold	Lang holdbarhet, minimalt vedlikehold	Mer vedlikeholdsbehov, krever god tilgjengelighet	Utsatt for korrosjon, men motstandsdyktige mot slitasje og mekanisk skade sammenliknet med kabler
Fotavtrykk	Krever mindre areal ved store anlegg	Kan kreve mye areal ved store anlegg	Krever mindre areal ved store anlegg. Opp mot 700-900 A per skinne (avhengig av antall skinner i parallell)
Fare for feil	Færre tilkoblingspunkt, redusert mulighet for feil og lysbuer. Nivået for magnetfelt redusert betydelig sammenliknet med kabel.	Høyere fare for magnetfelt. "Kabelrot" og risiko for ujevne kabellengder. Ujevn kabellengde vil kunne medføre skjevlaste.	Kan generere mer varme, som krever mer kjøring/isolasjon
Fleksibilitet	Rigide. Krever høy grad av nøyaktighet ved prosjektering	Fleksible. Enklere å tilpasse tilkoblingspunkter i hver ende	Fleksible. Kan bøyes lettere, ideell for bruk med behov for enkel installasjon og justering
Overføringslengde	Begrenset for enkelte nettselskap (6 meter avstand for Elvia)	Lang	Lang
Leveringstid	Lang*	Kortere	Kortere
Annet	Bedre mekanisk styrke enn kabel, krever ikke ekstra kapsling	Ved større anlegg kreves mye plass for tilkopling ved bruk av kabelsko/ tilkoplingsklemmer.	Kobberlissee kan gi bedre strømovertøring i applikasjoner med høy strøm og lav spenning

*Opp mot 12 uker leveringstid. Kort leveringstid er et par uker.

3.4.1 Makslengde på skinnepakke

Som vist i Tabell 2 har Elvia en makslengde på skinnepakke på 6 meter fra A til B. Dette er hjemlet i REN6020 med selskapsmerknad fra Elvia på punktet som angår lengde på skinnepakken. Dette er en lengde som i mange tilfeller kan være utfordrende å klare å tilrettelegge for å treffe mellom nettstasjon og teknikkhus på en god måte. I flere prosjekt har det vært fordyrende at man har måttet bytte leverandør av skinnepakke underveis fordi nettselskapets leverandør ikke har kunnet levere skinnepakke som oppfyller de nødvendige krav. I utgangspunktet er det også i operatørs grensesnitt med ansvar for skinnepakke, men flere prosjekt ser man også at nettselskapet tatt over dette ansvaret.

I Elvias nettområde vil Elvias utførende entreprenør være ansvarlig for levering av skinnepakken (dette er forhåndsgodkjente entreprenører som Elvia har rammeavtale med), og utførende entreprenør kan da selv bestemme hvilken skinnepakke-leverandør de ønsker å bruke så lenge den leveres ift. Elvias krav (REN-anbefalinger).

Ruters foretrukne løsning ved standardisering er at operatør er ansvarlig for skinnepakke. I dialog med Elvia er det avklart at avstandskravet fortsatt gjør seg gjeldene selv om operatør er ansvarlig for skinnepakke, fordi Elvia fortsatt har drift- og vedlikeholdsansvar og derfor må leveres etter deres tekniske krav. **Ruter må derfor forholde seg til avstandskravet på 6 meter for anlegg i Elvia-området som ikke har høyspent anleggskonsesjon eller hvor det bygges plassbygde nettstasjoner.**

4 Andre spesielle hensyn ved etablering av ladeanlegg

Dette kapittelet peker på andre utfordringer som i dag foreligger ved utforming og realisering av ladeanlegg med bruk av prefabrikkerte nettstasjoner for busser eller elektriske ferjer, men som er mindre relevant for nettselskapene. Dette er primært knyttet til aspekter som Ruter må hensynta i sin planlegging av anlegg.

4.1 Utsparing

Som beskrevet innledningsvis, har Ruter prosjektert en rekke ulike bussanlegg med nettstasjon i dag. Felles for mange av prosjektene, er at det blir problemer med overenstemmelse mellom utsparing i betongfundamenter og hvordan anlegget er prosjektert.

Disse utfordringene handler om at detaljprosjekteringen ikke er gjennomført detaljert nok, og at leverte betongfundament med standardiserte utsparinger for kabler/skinnepakker fra leverandør, ikke er tilpasset hvert enkelt anlegg/prosjekt. Denne utfordringen må derfor løses med bedre detaljprosjektering, og bedre dialog mellom prosjekterende på bygg og prosjekterende på elektro. Løsningen som er skissert i kapittel 3.3 kan bidra til noe besparelse av lengde på skinnepakken, men utfordringen med å treffe riktig mellom utsparing og skinnepakke/kabelføring vil fortsatt foreligge.

For utsparinger bør det forsøkes å finne en standardisert løsning som likevel er fleksibel nok til å ivareta et visst rom for variasjon, ettersom nettselskapene stiller ulike krav, og utformingen av anleggene kan variere.

4.2 Anleggskonsesjon

Sweco har for Ruter tidligere utarbeidet en veileder for høyspent anleggskonsesjon på bussanlegg. Veilederen beskriver for bussoperatører hvordan de kan benytte seg av høyspent anleggskonsesjon for elektrisk energiforsyning til elbusser på depoter. Som beskrevet innledningsvis har Ruter på tre av sine ni etablerte bussanlegg og brygger omsøkt og fått høyspent anleggskonsesjon, mens på de resterende seks foreligger det ikke høyspent anleggskonsesjon. Det foreligger både fordeler og ulemper med å søke og ikke omsøke høyspent anleggskonsesjon, og disse er løftet i veilederen.

Den største fordelen med å omsøke høyspent anleggskonsesjon er økt mulighetsrom til å skape et optimalt ladeanlegg hvor alle grensesnitt kan ivaretas av én aktør, bussoperatøren. De største fordelene er i veilederen løftet som:

- 1. Prefabrikkerte løsninger:** Høyspent anleggskonsesjon fristiller operatør fra å forholde seg til særkravene som nettselskapene stiller for prefabrikkerte nettstasjoner, og kan bruke de prefabrikkerte løsningene som de ønsker. Som vist i Tabell 2 er enkelte krav nettselskapene stiller, både knyttet til transformatorstørrelse (2 MVA) og til antall nettstasjoner på en tomt, som kan være ønskelig å omgå. Dette kan da omgås ved omsøking av høyspent anleggskonsesjon.
- 2. Større kontroll over eget anlegg:** Ved høyspent anleggskonsesjon, har operatøren kontroll over distribusjonstransformatorer (nettstasjoner) i anlegget, og distribusjonsnettet fra bryteranlegg til transformatorene. På grunn av at anleggseieren ikke lenger må forholde seg til kravene fra netteier knyttet til transformatorer, betyr dette større frihet når det gjelder valg av leverandør, transformator-størrelser og antall. Ved anleggskonsesjon, har nettselskapet kun kontroll på bryteranlegget, målepunkt og distribusjonsnettet inn til bryteranlegget. Uten høyspent anleggskonsesjon, har operatør kun kontroll over

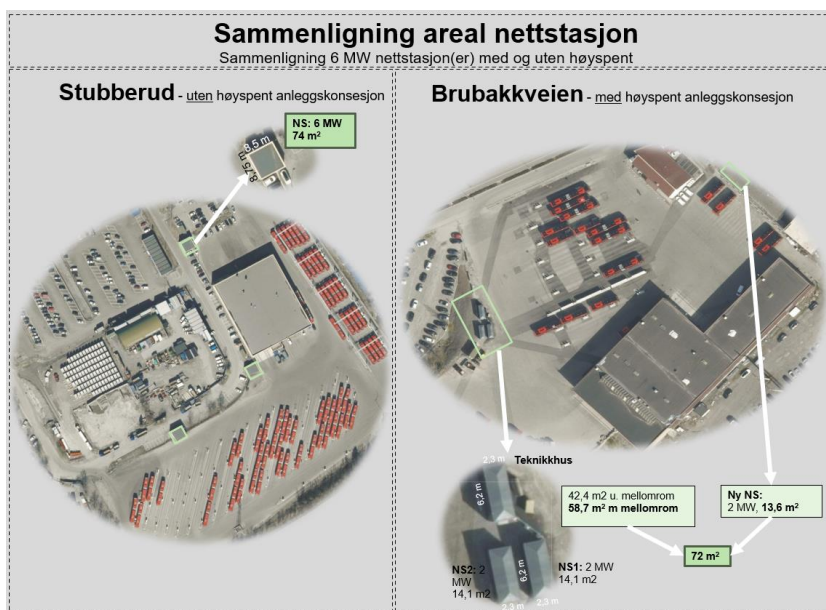
likerettere og lavspent distribusjonsnett fra Hovedtavle og ut til ladepunkter (se Figur 5), og må forholde seg til de begrensningene som netteier setter for valg av transformatorstasjon.

- 3. Arealeffektivt:** Nettselskapene har typisk begrensninger på transformatorstørrelser på inntil maksimalt 2 MVA, som vil kunne føre til større areal på grunn av behov for flere transformatorer og flere nettstasjoner. Ved høyspent anleggskonsesjon, står man i utgangspunktet friere til å velge både større transformatorer, og transformatorer som avviker fra standardspenning på sekundærsiden. Det vanligste i dag er likevel at dette i liten grad blir gjort og at de aller fleste anlegg blir bestilt med trafoer med standardspenning (230/400/690V).

Punktet for arealeffektivitet er i noen grad tilbakevist basert på faktiske anlegg som har vært installert. Figur 4 viser en sammenlikning av fotavtrykket til to ulike nettstasjonsløsninger på to ulike anlegg. Stubberud bussanlegg er et av de største i Norge, og har ikke høyspent anleggskonsesjon. Dette anlegget har flere plassbyggede nettstasjoner på totalt 6 MW. Som vist på figuren, så er en slik nettstasjon på 6 MW ca. 74 m².

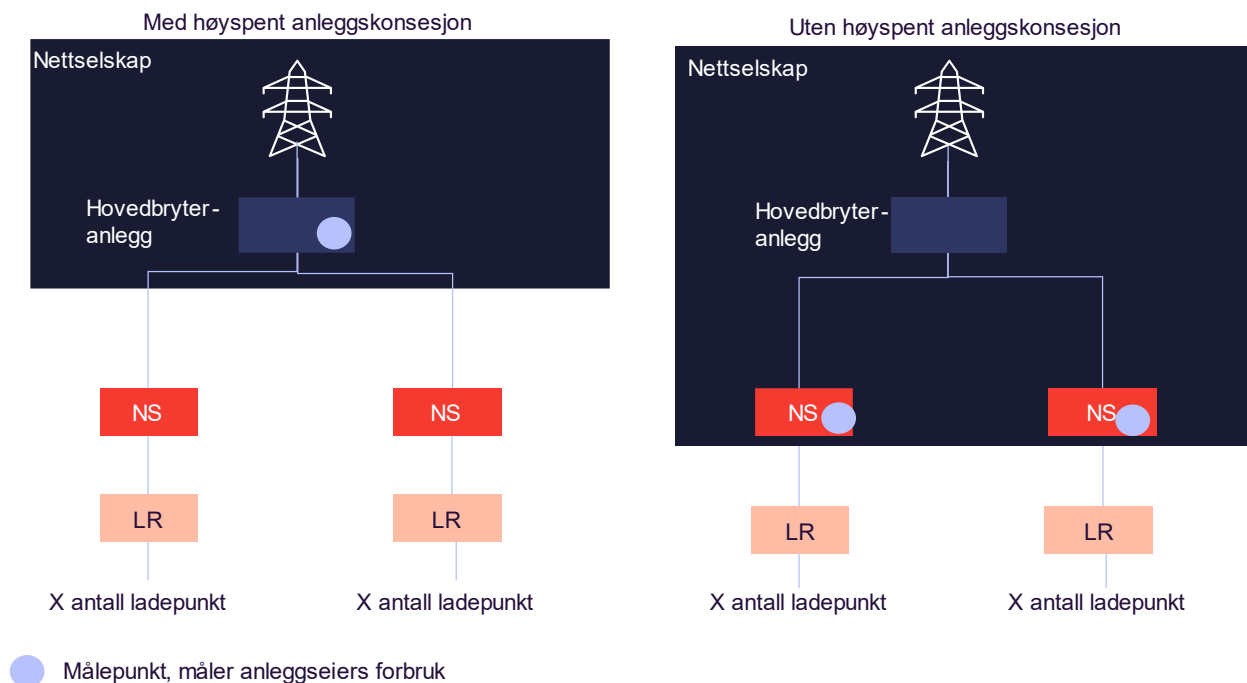
Brubakkveien er et annet bussanlegg, hvor det er omsøkt høyspent anleggskonsesjon, og figuren viser hvordan det er etablert to nettstasjoner a 2 MW og et teknikkhus, samt en ny NS på 2 MW.

Konklusjonen fra disse to anleggene er at anlegget på Brubakkveien, som har anleggskonsesjon, har endt opp med å bli mer arealkrevende for samme kapasitet som en nettstasjon på Stubberud, hvor det ikke foreligger anleggskonsesjon. Dette kan dermed tyde på at høyspent anleggskonsesjon ikke nødvendigvis fører til mer arealeffektive anlegg, som er en av hovedgrunnene for å søke anleggskonsesjon. De to nettstasjonene på Brubakkveien kunne med fordel vært satt sammen i en mer arealeffektiv konfigurasjon, men her er det utfordringer både fra leverandør av prefabrikkerte løsninger, samt brannkravene som stilles ift. avstand mellom teknikk hus og nettstasjon.



Figur 4 - illustrasjon over påkrevd areal for to ulike nettstasjonsløsninger på Stubberud og Brubakkveien.

4. **Målepunkt:** Ved høyspent anleggskonsesjon er grensesnittet mot nettselskap ved målepunkt bryteranlegget, og det er kun et felles målepunkt for anlegget som måler alt forbruk. Uten høyspent anleggskonsesjon, er målepunktet i hver nettstasjon (se Figur 5). Både for høyspent og lavspent tilknytning er det nettselskapet som bestemmer type måleutstyr og som eier måleutstyret. Ved høyspent anleggskonsesjon vil anlegget kunne tariffes ut fra reelt samtidig forbruk på en abonnementsmåler, istedenfor ved måler per transformator. Dette vil bidra til økonomiske fordeler i forhold til nett-tariff, men også forutsigbarhet på lasten for nettselskapet.
5. **Krav/lover/forskrifter:** Bruk av høyspent anleggskonsesjon kan forenkle og fravike krav i normer, NEK og REN-blad, men det anbefales likevel å følge disse normene for å tilfredsstille krav om dokumenterte løsninger iht. FEF og FEL.



Figur 5 - illustrasjon med enkel oversikt over ulikhetene i grensesnitt mellom nettselskap og operatør for høyspent anleggskonsesjon og ikke, samt hvordan målepunktet forandres i de to ulike situasjonene.

Mulighetene ved å ha anleggskonsesjon/områdekonsesjon for eget høyspenningsnett er store, men det har også noen utfordringer eller ulemper som må ivaretas og legges til rette for. Blant annet må konsesjonshaver stå med eget driftsapparat eller ha avtale med en ansvarlig entreprenør, for å ivareta generelt drift- og vedlikehold av høyspenningsanlegget. Konsesjonshaver bør også ha et eget eller avtale med annen part, om beredskapslager med nødvendig utstyr og deler, for å kunne utføre service og utskifting ved uønskede feil og hendelser. Dette er ikke nødvendigvis varer som produsentene har liggende på lager, og det er ofte lang leveringstid på denne type utstyr. Dette kan medføre til lange utkoblingstider for anlegget, og få store konsekvenser for nødvendig lading av el-busser.

	Type nettstasjon	Målepunkt
Høyspent anleggskonsesjon	Tillater prefabrikkerte løsninger	I bryteranlegg (felles målepunkt)
Uten høyspent anleggskonsesjon	Plassbygd (og øvrig REN-norm for prefab løsninger)	Per nettstasjon
Fordel med anleggskonsesjon	Mer kostnadseffektivt og enklere gjennomføring med prefab løsninger	Større kontroll over forbruket for anleggseier
Ulemper med anleggskonsesjon	Må selv ivareta drift og vedlikehold på høyspenningsanlegget. Lang leveringstid på utstyr og deler, og må ha tilgang til beredskapslager for å utføre rask service og utskifting ved uønskede feil og hendelser.	

4.3 Kabelføringer etter teknikkhus

For føring av kabler i anleggene, løses dette ofte i dag ved bruk av støpte OPI-kanaler. Dette er en løsning som fører til mye bruk av betong, og er ikke en spesielt fleksibel løsning. Det er derfor undersøkt alternativer til støpte OPI-kanaler.

Multi-kanaler er et slikt alternativ. Dette ble undersøkt nærmere med Elvia, men de godkjenner ikke dette produktet i sine anlegg. Elvia bruker støpt OPI-kanal som en dispensasjon til sin foretrukne løsning, som er åpen kabel i grøft.

Multi-kanalene er tettere pakket enn OPI-kanaler, som reduserer den termiske overføringsevnen. I utgangspunktet ser dermed ikke multi-kanaler ut til å være et alternativ til OPI-kanaler, i hvert fall ikke i Elvia sitt nettområde. Det bør i en standardiseringsprosess undersøkes nærmere om multikanaler bør være et alternativ som kan benyttes, da det kan spare betong, være mer fleksibelt og enklere å få på plass i grøft.

Netteiers grensesnitt og myndighetsområde er høyspenningskabler inn til nettstasjons primæreside og mellom nettstasjon og hovedtavle/teknikkhus. Når det er snakk om utgående kabler fra teknikk-hus eller hovedtavle, vil ikke netteier kunne kreve en typisk løsning. I disse tilfellene kan løsning med multikanaler, betongkanaler, rør eller kabel direkte i bakken, benyttes.

Forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg, kan benyttes ved prosjektering for å finne anbefalt overdekning på interne veier og plasser hvor det er tung transport.

Det anbefales å se nærmere på løsninger som kutter bruk av kanaler for å redusere kostander, øke fleksibiliteten og gi lavere miljø, og klimaavtrykk.

4.4 Miljøhensyn

4.4.1 Materialvalg og klimagassutslipp

Betong er sammen med stål en av de største utslippskildene for CO₂ i nybygg. Tradisjonell betong har en høy miljøbelastning, særlig på grunn av produksjonen av portlandsement, som står for 5-8 % av de globale menneskeskapte CO₂-utslippene.

Når det kommer til betong, er det hovedsakelig to tiltak som kan benyttes for å redusere klimagassutslippene. Dette er

- 1) Redusere mengden påkrevd betong i de prosjekterte løsningene
- 2) Benytte lavkarbon betong (LKB)

I nettstasjonsløsninger er det gjennom dette prosjektet observert bruk av både betongplate i bunn som i mange tilfeller framstår overflødig, i tillegg til det som framstår som overflødig bruk av betong i etablering av ringmur. Det kan derfor være klimagassbesparende tiltak å etablere standardiserte løsninger der den påkrevde betongmengden reduseres. Mer om dette i Kapittel 3.3 (fundamentering).

Det andre tiltaket, lavkarbonbetong (LKB), er betong som er produsert med reduserte klimagassutslipp sammenlignet med tradisjonell betong. Målet med LKB er å redusere utslippene gjennom ulike teknikker og tilpasninger.

LKB kan ha litt forskjellige egenskaper sammenlignet med tradisjonell betong, som for eksempel styrke, herdetid, temperaturmotstand eller holdbarhet. Krav til ulike betongkvaliteter kan sette begrensninger for valg av LKB. Betongleverandører utfører selv tekniske tilpasninger og testing for å sikre at LKB har de nødvendige funksjonelle egenskapene som prosjektet krever. Valg av LKB kan medføre lengre herdetid, spesielt om vinteren, noe som kan ha konsekvenser for fremdrift. Valg av LKB vil kreve mer planlegging. Prefabrikkerte betongelementer (prefab) kan leveres i LKB-varianter, noe som gir muligheten til å bruke LKB uten negativ påvirkning på fremdrift på byggeplass.

Norsk Betongforening definerer fire ulike nivåer av LKB, med ulik grad av utslippsreduksjon. Lavkarbon B kan vanligvis oppnås med ordinære resepttekniske tiltak. Denne typen har vært standard i noen år. Lavkarbon A krever som regel bruk av spesielle resepttekniske tiltak, men man ser at denne betongklassen blir stadig mer standard i bruk i dag. Videre har vi klassene Lavkarbon Pluss og Lavkarbon Ekstrem. Disse krever bruk av spesielle produksjonsmetoder, og har begrenset tilgjengelighet, men flere entreprenører har begynt å ta dette i bruk i enkeltprosjekter. Følgende tabell viser estimerte merkostnader for bruk av lavkarbonbetong klasse Ekstrem fremfor klasse A. Merkostnad ved kalde vinterdager er estimert basert på anslåtte kostnader for diverse herdetiltak. Merkostnad ved middels temperatur, altså høst-vår og milde vinterdager vil ligge et sted mellom disse nivåene.

Tabell 5: Tiltakskostnader betong

Betongelement	kr/enhet	Enhet	Klimagassreduksjon per enhet [kgCO ₂ e per m ³]	Tiltakskostnad [kr/kgCO ₂ e]
Plasstøpt betong sommer	200	m ³	90	2,28
Plasstøpt betong vinter	600	m ³	90	6,67
Prefab B35	200	m ³	90	2,22
Prefab B45	300	m ³	90	3,33

Det er, for prosjektet, vurdert hvilken betongfasthet, eksponerings- og bestandighetsklasse betongfundamentene burde ha for de standardiserte stasjonene. Grunnforholdene vil variere for de forskjellige bussanleggene, og betongen må ha riktige egenskaper uavhengig av hvor det bygges. Da betongen vil være eksponert for vann og fukt, i tillegg til frost, anbefales det at betongen settes i

eksponeringsklasse XF1. Dette fordi betongen vil bli utsatt for fryse- og tineangrep. For at betongen skal kunne tilfredsstille eksponeringsklasse XF1 må den minimum ha betongfasthet B30 og bestandighetsklasse M60. Standard betonegenskaper kan enkelt oppnås med Lavkarbon B og A, men Lavkarbon Pluss og Ekstrem krever spesielle produksjonsmetoder og tilsetningsstoffer. Blandingsforholdet i disse klassene gjør betongen mindre brukervennlig for frostfrie bestandighetsklasser, og er av den grunn ikke anbefalt til denne bruken. Bestandighetsklasse M60 er ikke ansett som en frostfri bestandighetsklasse, da det ikke er behov for spesielle tilsetningsstoffer og herdetiltak. Det vil av den grunn, mest sannsynlig, være mulig å benytte Lavkarbon Pluss. Dette burde vurderes i vært enkelt tilfelle. Vi anbefaler at de standardiserte nettstasjonene fundamenteres med minimum Lavkarbon A, da dette produseres over hele Norge. Merk at Lavkarbon Pluss ikke er like enkelt å oppdrive, da bindemiddelsammensetningene ikke er allment tilgjengelig. Dette fører til økte priser, og eventuelt økte utslipp grunnet frakt.

Utklipp fra NB Publikasjon 37:

Tabell 1. Lavkarbonbetongklasser for konstruksjonsbetong med grenseverdier for klimagassutslipp (begrenset til modul A1-A3 i NS-EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021 /7/). Valg av klasse skal skje under de forutsetningene som er gitt i kapittel A.2.

Fasthetsklasse ¹⁾ og lavkarbonklasse	B20 ³⁾	B25 ³⁾	B30	B35	B45	B55	B65
Maksimalt tillatt klimagassutslipp, GWP-total [kg CO ₂ -ekv. pr m ³ betong]							
Bransjereferanse ⁴⁾	200	210	245	270	300	310	330
Lavkarbon B	180	190	225	240	270	280	300
Lavkarbon A	160	170	200	210	220	230	240
Lavkarbon Pluss ²⁾	135	140	150	160	170	180	190
Lavkarbon Ekstrem ²⁾	100	105	110	120	130	140	150

1. Se kapittel A.2 om sammenhengen mellom fasthetsklasser, bestandighetsklasser og lavkarbonklasser
2. Mulig nivå for enkelte prosjekt, men med flere begrensninger i standardverket, og begrenset tilgjengelighet. Gjennomførbarhet må avklares i hvert enkelt prosjekt.
3. Kravene til de ulike lavkarbonklassene for betong i fasthetsklasse B20 og B25 forutsetter tilstrekkelig avstemming av fasthetsklassen og bestandighetsklassen. Dersom disse fasthetsklassene kombineres med bestandighetsklasser strengere enn M90 kan det i praksis bli svært vanskelig å tilfredsstille klassegrensene for Lavkarbon Pluss og Lavkarbon Ekstrem.
4. Se forklaring av bransjereferanse tidligere i dette kapittelet og i kapittel A.2.

4.4.2 Utslippsfri bygge- og anleggsplass

I dagens samfunn er det stadig økende fokus på bærekraft og reduksjon av miljøpåvirkning.

Byggebransjen spiller en viktig rolle i denne innsatsen ved å implementere utslippsfrie og fossilfrie byggeplasser med mål om å redusere CO₂-utslipp og fremme en grønn profil. Dette kan bl.a. gjøres ved å bytte ut tradisjonelle fossildrevne anleggsmaskiner, transport og utstyr, med elektriske, batteridrevne og biodrivstoff løsninger.

For å oppnå dette er det viktig med tidlig planlegging for å tilrettelegge for nødvendig infrastruktur i byggefasen. I Ruters tilfeller, hvor det i størst grad er snakk om utvendige anlegg og ikke bygningsarbeider, vil tilstrekkelig byggestrøm og tilgang på biodrivstoff være avgjørende.

Kunnskap om behovet ved byggeplassen og til anleggsfasen er i dette tilfellet viktig. Underkapasitet vil kunne medføre fremdriftsutfordringer og overkapasitet vil medføre unødvendige økonomiske investeringer. Deretter vil det være viktig å avdekke tilgjengelig kapasitet i området, for å finne korrekt balanse mellom byggestrøm og biodrivstoff løsninger.

I utgangspunktet vil det på anlegg som skal bli bussladeanlegg, være avklart på forhånd at det finnes tilgjengelig nettkapasitet for å etablere ladeanlegg. Den effekten som er avsatt til store bussladeanlegg som er i størrelsesorden > 1MW vil i utgangspunktet være tilstrekkelig til å kunne dekke utslippsfrie bygge- og anleggsplasser. Utfordringen vil være å få sikret effekt-tilgangen tidlig nok, slik at effekten er tilgjengelig allerede i byggefasen. Dette må løses med å være mer forut på reservasjon og tilkobling til tildelt effekt enn det man hadde behøvd dersom strømmen ikke skulle brukes mot utslippsfri bygge- og anleggsplass.

Dersom Ruter lyser ut anbud på ladeanlegg, bør Ruter undersøke hvorvidt effekten vil bli tilgjengeliggjort i tide til byggestart før anbudet lyses ut. Da kan Ruter inkludere den tilgjengelige effekten som premiss i anbudsunderlaget. Dette vil også kunne føre til mer kostnadseffektive tilbud for Ruter da entreprenørene vil slippe å hensynta batterilagring i bygge- og anleggsplassen dersom effekten som skal brukes på ladeanlegget er tilgjengeliggjort.

Det er også ønskelig fra Elvia sin side at det bør opprettes permanent strømforsyning så tidlig som mulig. Prosessen for tilkobling kan da følge vanlig tilkoblingsprosess til nettet, og den midlertidige strømforsyningen etableres med mål om å bli en permanent forsyning. Dette krever noe mer forberedelse og forarbeid, men kan sikre en mer lønnsom strømtilkobling og anleggsperiode.

Det bør derfor tilstrebes å unngå behov for byggestrøm/midlertidig strøm i byggeprosjektene og tilrettelegge for at omsøkt effektbehov på bussladeanlegget tilgjengeliggjøres i byggefase.

Krav og retningslinjer

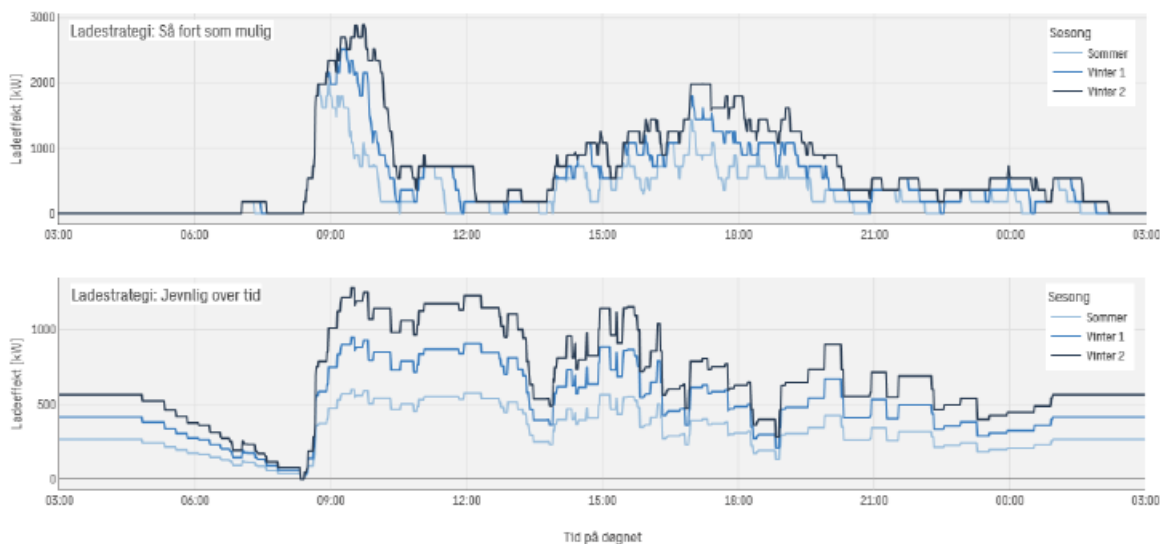
Merk at spesifikke krav og retningslinjer kan variere avhengig av lokale bestemmelser fra sted til sted.

4.5 Reservekapasitet/overkapasitet

I dag designes Ruters anlegg med samsvarende kapasitet som antall busser, dvs. 1:1 forhold mellom busser og ladere. Dette gir god dekning av ladere i all den tid ladeanlegget beholder samme kapasitet. Dersom ladeanlegget utvides, vil det potensielt sett bli en underdekning. Samtidig, så er 1:1 mellom ladere og busser i utgangspunktet en veldig god dekning. Med ladeplaner og logistikk vil man kunne klare seg med betydelig færre ladere enn busser. I Sverige vises det til eksempler der de designer 1 lader på 3 busser.

Samtidig, så er det en begrenset investeringskostnad av å øke antall ladepunkter når det først skal etableres et nytt anlegg. I en total kostnad på mange titalls millioner, så kan økning fra en redusert dekning til dekning på 1-1 gi en begrenset økning sammenliknet med total kostnaden. Dette må sees oppimot behovet for disse laderne i en krisesituasjon, da det virkelig kan påløpe kostnader og gå utover rykte og renommé at det ikke er tilstrekkelig dimensjonert i en tid der man trenger det. Det er viktig å finne balanse i at det er kost-nytte med å dimensjonere for riktig antall ladere da det kan hindre driftsproblemer senere.

Det er også mye å hente på effektuttaket ved å lage ladeplaner med en ladestrategi. Eksempel fra et av Ruter sine anlegg viser at man kan nesten halvere effekttoppen som inntreffer dersom man lader jevnt over tid, heller enn «så fort som mulig». Dette har påvirkning både på påkrevd effekt i anlegget, og også kostnadsaspekter under drift av anlegget. Det er mye å hente på laststyring på ladeanlegg og dette er noe som bør tilrettelegges for i prosjektene. Dersom anleggene er designet med en effekttopp uten laststyring, vil de i utgangspunktet allerede ha overkapasitet når man legger til laststyring.



Figur 6 - beregnet effekttopp på et ladeanlegg basert på ulike ladestrategier.