

Ruter AS

Veileder

Høyspent anleggskonsesjon på bussanlegg



Ruter#

INNLEDNING

Dette dokumentet er en veileder for bussoperatører til hvordan de kan benytte seg av høyspent anleggskonsesjon for elektrisk energiforsyning til elbusser på bussdepoter.

I tillegg til å være en veileder, har dokumentet som formål å vise bussoperatørene det mulighetsrommet som nå foreligger med en anleggskonsesjon.

Ruter har søkt om og fått innvilget høyspent anleggskonsesjon hos NVE på flere bussdepoter. En slik konsesjon gir et økt mulighetsrom til å skape et optimalt ladeanlegg hvor alle grensesnitt kan ivaretas av én aktør - bussoperatør. Ruter anser dette som et hensiktsmessig strategisk grep for å gi lavest mulig kostnader og mest mulig bærekraftige og sirkulære løsninger.

Ettersom nettselskapene følger REN-standarder og egne retningslinjer innebærer det fordyrende og mindre arealeffektive plassbygde nettstasjoner. De har typisk også begrensninger på trafostørrelser på maksimalt 2 MVA. I tillegg leverer de kun trafoer med standardspenninger (230, 400 og 690 V) på sekundærsiden. Dette medfører økt arealbruk, potensielt sett økt ressursbruk ved behov for eksempelvis større kabelverrsnitt og trintrafoer som endrer spenningen til rett inngangsspenning i likeretteren.

Et annet viktig poeng er at anleggskonsesjon gir en frihet til å utforme ladeanlegget slik at man kan ta i bruk prefabrikkerte og containerbaserte fremfor plassbygde løsninger for nettstasjonsbygningene. I tillegg til redusert arealbehov vil det også legge forholdene til rette for mest mulig gjenbruk av infrastruktur og om bussdepotet er midlertidig kan utstyret lettere forflyttes til ny lokasjon. Videre vil det også kunne ha økonomiske fordeler ved at bussdepotet vil tariffes ut fra reelt samtidig forbruk ettersom hele anlegget kan ha én abonnementsmåler og ikke én måler per trafo slik det er i dag.

Høyspent anleggskonsesjon har unntak fra saksbehandling etter plan- og bygningsloven. Anlegg med konsesjon bygges og omsøkes under føringene gitt av energiloven.

Samlet sett vil høyspent anleggskonsesjon gi en frihet til å utforme og drifte ladeanleggene optimalt i forhold til kollektivselskapets formål.

Kontaktperson: Anders Dynge i ruter (epost: anders.dynge@ruter.no, Tlf: 959 77 462)

Utarbeidet av: Pål Espen Jensen (Sweco), Lars Ivar Raanaas (Sweco), Roar Moen (Sweco) og Eirik Hordnes (Sweco)

Revisjonshistorikk:

Versjon 1.0: 15.12.2021 (Godkjent av Anders Dynge)

Disclaimer: Ruter tar ikke ansvar for eventuelle feil og mangler i veilederen. Veilederen ansees ikke som en del av konkurransegrunnlaget.



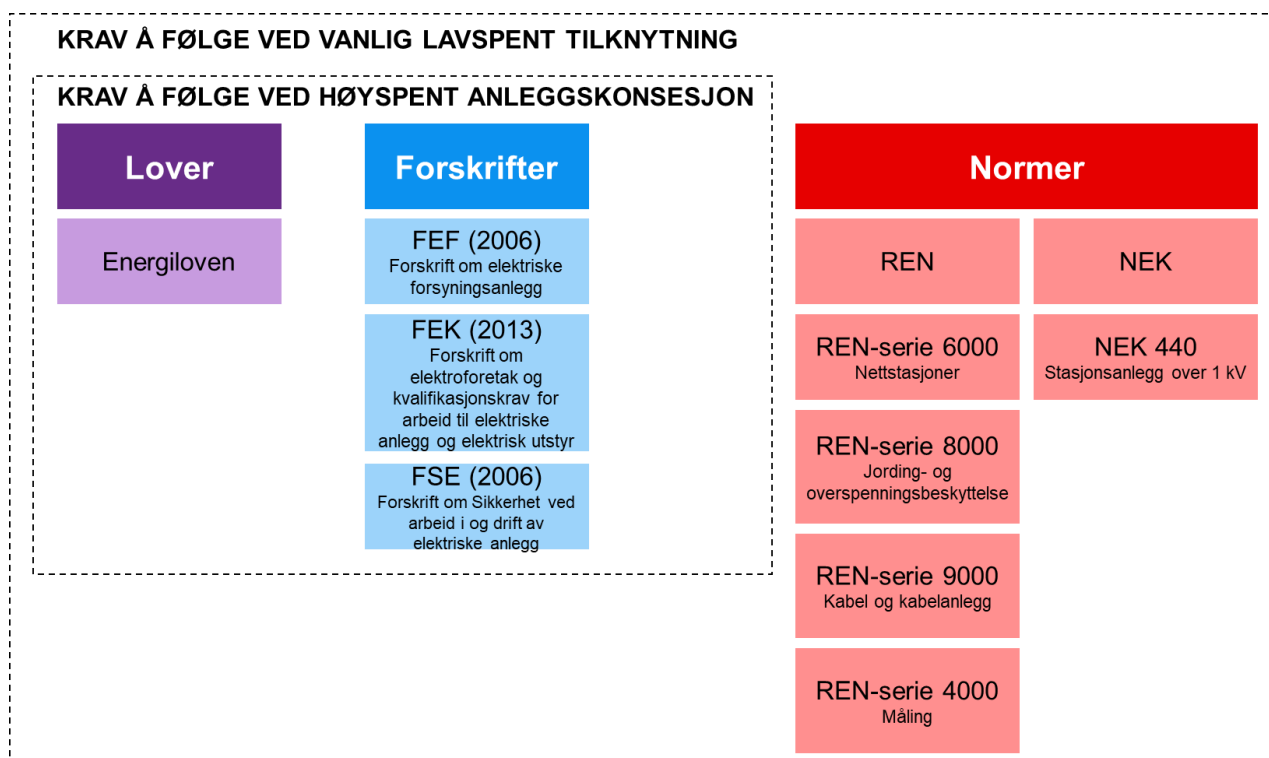
Regelverk

Avhengig av om tilknytningen er på høyspent eller lavspent nivå er det forskjeller på hva man skal forholde seg til av regelverk. For høyspent tilknytning er det lover og forskrifter som gjelder, mens for lavspent tilknytning det er det i tillegg mange normer og REN-blader og en rekke særkrav fra nettselskapet som de benytter i sitt nett. Det er Energiloven, Forskrift om elektriske forsyninganlegg (FEF) og NEK-normer som regulerer utførelse av elektriske anlegg. Figuren under gir en oversikt over hva som gjelder for høyspent og lavspent tilknytning.

Med høyspent tilknytning eier, drifter og vedlikeholder bussoperatøren høyspent nett som krever at man har *anleggskonsesjon*. For å få anleggskonsesjon må man skrive en konsesjonssøknad til NVE som vedtar om man får tillatelse til å bygge anlegget. På NVE sine hjemmesider finner man informasjon om søknadsprosessen.

Lover og forskrifter er på et overordnet og generelt nivå og er ofte ikke så praktisk anvendbare. For å lettere kunne følge dem er det utarbeidet normer, samt standarder som REN-blader for å vise praktiske løsninger som oppfyller lovpålagte krav. Løsningene kan være overdimensjonerte og viser til standardiserte størrelser og er ikke tilpasset hvert anlegg. Det kan derfor være en teknisk-økonomisk fordel å prosjektere det enkeltes bussanleggs ladebehov.

Andre lover og forskrifter kan også ha innvirkning på bussladeanlegg. Det stilles også krav til kvalifikasjoner på utførende og prosjekterende personell. Som nevnt er det ikke et spesifikt krav for anlegg med anleggskonsesjon å følge normene, men det kan likevel være rasjonelt å anvende de delene som ikke medfører eventuelle ulemper for bussladeanlegg. Et annet aspekt å nevne i den forbindelse er at lov og forskrift kun stiller funksjonskrav og det krever ekstra kompetanse om man skal dokumentere oppfyllelse av forskriftene utover de



standarder som er definert som norm. Eksempelvis vil det kunne være nyttig å fravike fra REN-serie 6000 som omfatter nettstasjoner ettersom det kan medføre ulemper knyttet til ekstra arealbehov og definerte standard-spenninger som er mindre egnet for bussanlegg. På den andre siden kan det f.eks. være nyttig å forholde seg til REN-serie 8000 som omhandler jording- og overspennings-beskyttelse som f.eks. ikke ansees å medføre noen særlige ulemper for bussanlegg.

Energiloven og plan- og bygningsloven

Høyspent anleggskonsesjon har unntak fra saksbehandling etter plan- og bygningsloven. Anlegg med konsesjon bygges og omsøkes under føringene gitt av energiloven. Anleggs-konsesjon trer i kraft istedenfor gjeldende reguleringsplan. Praktisk gjennomføring kan vise seg å medføre melding om bygging og kartfestingsformål til kommunen. Detaljene knyttet til dette må avklares nærmere med aktuell kommune.

Forskrifter, normer og bransjeretningslinjer med betydning for bussladeanlegg

Krafforsyning og strømmettet reguleres av flere forskrifter som; Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF), forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL), forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL), forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettselskaper, nett-virksomheten og tariffer. For bussladeanlegg er det Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) som regulerer de spesifikke kravene.

Forskrift om Elektriske Forsyningsanlegg (FEF 2006) viser til den norske normen NEK440 som en måte å oppfylle forskriften på. Energiforsyningsbransjen har også

utviklet en bransjestandard med REN-blader som skal bidra til en standardisert forskriftsmessig byggemetode for elektriske forsyningsanlegg (gjelder både høyspennings- og lavspenningsanlegg).

På bussanlegg med egen konsesjon kan man fravike fra norm der dette er hensiktsmessig

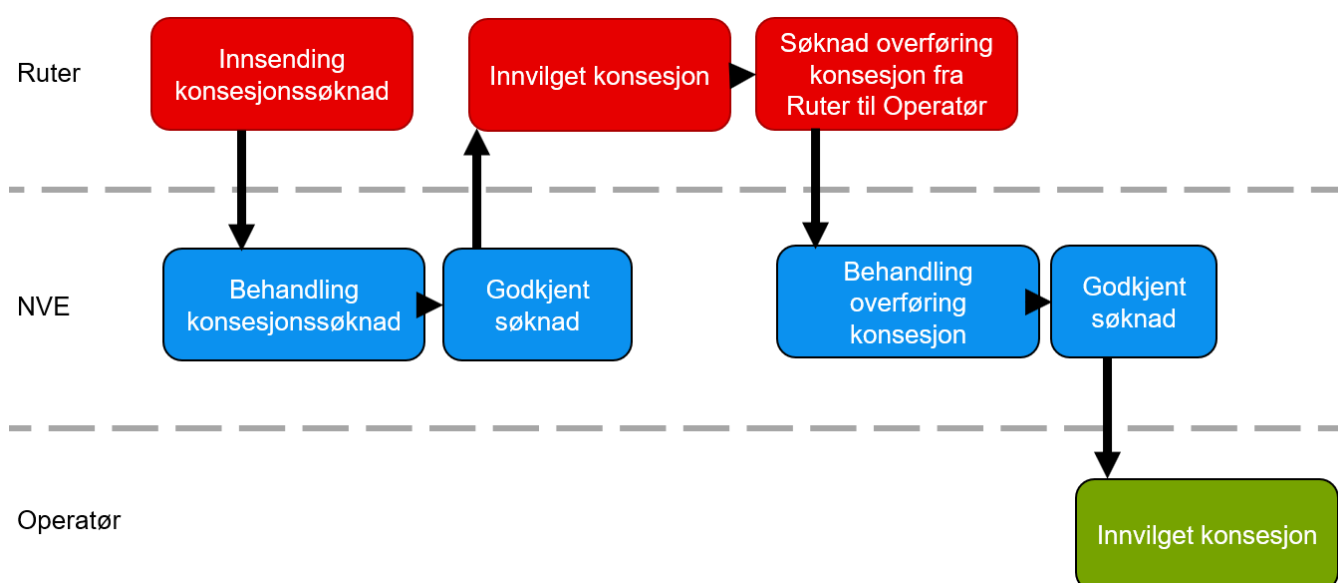


Anleggskonsesjon

Hvis det er et nettselskap som eier høyspenningsanlegget, vil det være selskapets områdekonsesjon med tilhørende lover og forskrifter som er bestemmende for utførelsen av anlegget. De fleste ladeanlegg for buss er bygget på denne måten, men Tesla, Ionity og en del fergesamband bygges med egne anleggskonsesjoner der man selv tar ansvar for transformeringen av energi for en mest mulig rasjonell overføring til kjøretøy.

Ruter har allerede søkt om og fått innvilget høyspent anleggskonsesjon ved flere bussdepoter. Ruter er et kollektivselskap med mandat til å levere transporttjenester til Oslo og deler av Viken og har ikke som formål å eie og drifte infrastruktur. Ruter må for øvrig planlegge og forberede anbudene slik at det foreligger et likt teknisk og forretningsmessig underlag til tilbyderne i forkant av kontraktsoppstart. I denne forbindelse anser Ruter det som hensiktsmessig at det er Ruter som søker om høyspent anleggskonsesjon.

Operatør kan ikke søke om konsesjon ettersom tiden mellom eventuell tildelt kontrakt til oppstart av kontraktsperiode er for kort til at det vil være en realistisk mulighet. Det er derfor behov for at Ruter søker om konsesjon god tid i forveien og at dette inngår som del av anbudsunterlaget for prising av kontrakt. Ettersom operatør skal eie og drifte anlegget ansees det som et nødvendig neste steg at eierskapet til en innvilget anleggskonsesjon overføres til operatør. Operatørkontraktene er på typisk 10 år. Ved endt kontrakt vil en eventuell ny operatør overta eierskap og drift av anlegget og bør da kunne få overført konsesjonen til seg, enten via Ruter eller direkte fra operatør 1 til operatør 2. Ruter vil som en del av anbudsgrunnlaget sikre at operatørene har de nødvendige kvalifikasjoner til eie og drive høyspentanlegg i henhold til gjeldene lover og forskrifter. I figuren under vises prosess for overføring av konsesjon fra Ruter til bussoperatør. NVE har bekreftet og godkjent modellen i figur 1. På grunn av regler knyttet til støtteordninger fra ENOVA vil Ruter sitte på et formelt eierskap, og operatør vil ha fri bruksrett ut kontraktsperioden.



Figur 1: Forenklet saksbehandlingsflyt fra Ruter søker høyspent anleggskonsesjon til anleggskonsesjon overføres til bussoperatør. Det neste steget med overføring fra bussoperatør nr. 2 etter endt kontraktsperiode på 10 år er her ikke illustrert.



Bygging av høyspenningsanlegg

Forskrifter om Elektriske Forsyningsanlegg av 2006 (FEF-2006) fastsetter krav til hvordan høy- og lavspenningsanlegg skal prosjekteres og utføres.

Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr (FEK) fastsetter minstekrav til foretak og personell som skal prosjektere og bygge elektriske anlegg, i dette tilfellet høy- og lavspenningsanlegg. Den som tilbyr å utføre eller skal forestå utførelse av høyspenningsanlegg må være registrert i Elvirksomhetsregisteret. Foretaket har ansvar for at arbeid med elektriske anlegg og utstyr kun utføres av kvalifisert personell, og at den som har det faglige ansvaret har sitt daglige virke innenfor foretakets normale arbeidstid, jf. FEK §5. Den som har det faglige ansvaret i foretaket skal være godkjent som elektroinstallatør i henhold til krav som beskrevet i FEK §7. Personell som skal bygge og vedlikeholde elektriske anlegg skal ha fagbrev innen elektrofag som er relevant for arbeidsoppgaven, jf. FEK §6. Dersom personellet har sin fagutdannelse fra utlandet, må foretaket påse at det er gitt nødvendig godkjenning, jf. §11 eller §12. Foretaket skal forsikre seg om personellens kompetanse og har ansvar for å påse at det gis faglig utvikling og nødvendig opplæring for å kunne utføre arbeidsoppgavene.

Sikkerhet ved arbeid med elektriske anlegg skal ivaretas i henhold til Forskrift om Sikkerhet ved arbeid i og drift av Elektriske anlegg (FSE). Forskriften skal påse at eier av virksomhet og eier/driver av elektriske anlegg etablerer tilfredsstillende rutiner for å ivareta sikkerheten til personell som utfører arbeid i elektriske anlegg. Det er krav til årlig

gjennomgang av sikkerhetsforskrifter og førstehjelpskurs for elektrofagfolk som skal arbeide i og med elektriske anlegg. Arbeidsoppgaver skal planlegges før gjennomføring, og krav til sikkerhet for utførende personell skal ivaretas i henhold til FSE under utførelse av arbeid i elektriske anlegg. Forskriften beskriver hvilke arbeidsmetoder som skal benyttes for å ivareta kravene til sikkerhet ved arbeid. Det er derfor viktig å ta hensyn til kravene i FSE under prosjektering av høy- og lavspenningsforsyningsanlegg.

For prosjektering, utførelse, endring og vedlikehold av lavspenningsanlegg etter målepunktet gjelder Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL). Denne forskriften gjelder for lavspenningsinstallasjoner i forbindelse med ladeanlegget til busser, og fra målepunktet mot Ruter i de tilfellene der nettselskapet eier høyspenningsanlegget og grensesnittet er i lavspenningsanlegget.



Drift og vedlikehold av høyspenningsanlegg

Forskrifter om Elektriske Forsyningsanlegg av 2006 (FEF-2006) fastsetter krav til hvordan høyspenningsanlegg skal driftes og vedlikeholdes. Det er eier/driver av høyspenningsanlegget som skal sørge for at anlegget til enhver tid er i forskriftsmessig stand.

For å etterkomme disse kravene krever Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr (FEK) jf. §7, at den som skal forestå drift og vedlikehold må være godkjent som elektroinstallatør for høyspenningsanlegg. Elektroinstallatøren vil således ha ansvaret for at anlegget er i samsvar med krav i forskrifter. Personell som skal bygge og vedlikeholde elektriske anlegg skal ha fagbrev innen elektrofag som er relevant for arbeidsoppgaven, jf. FEK §6.

Sikkerhet ved arbeid med elektriske anlegg skal ivaretas i henhold til Forskrift om Sikkerhet ved arbeid i og drift av Elektriske anlegg (FSE). Elektroinstallatøren vil ha funksjon som driftsleder for høyspenningsanlegget, og har et overordnet ansvar for adgangskontroll og utarbeidelse av instruksjoner og rutiner for å ivareta sikkerheten ved arbeid og drift av anlegget. Det er flere foretak som kan tilby denne tjenesten i markedet. Alternativt kan eier/driver av anlegget ansette eget kvalifisert personell for utøvelse av den daglige drift og vedlikehold av høyspenningsanlegget.

Nettselskapet krever tilgang til målepunkt mot sine kunder for rutinemessige ettersyn og vedlikehold. Plassering av målepunkt på høyspentsiden krever etablering av et fysisk skille i grensesnittet mellom netteier og anleggseier i

koblingsstasjonen. Netteier vil kreve adgang til målepunktet som plasseres i kundens høyspenningsanlegg. I slike tilfeller benyttes det ofte en nettingvegg av stål for å skille mellom netteier og kunde i samme stasjon, og det etableres inngangsdører med adgangskontroll på begge sider av vegg.

Beredskap

Bussoperatør må vurdere hvilken grad av beredskap som ønskes på ulike komponenter. En form for beredskap er å ha reservedeler med som en del av avtalen med høyspent driftsleder. En annen form for beredskap er å ha flere mindre trafoer for bedret redundans ved trafoutfall. Det bør defineres hvor lang responstid man kan håndtere i ulike situasjoner og hvem som bistår med beredskap. Beredskapet kan være basert på en fast avtale hvor det betales en fast månedlig pris eller en varsling til markedet med frivillig utrykningsordning. En aktuell løsning kan være beredskapsavtale med trafoleverandør for å få ned leveringstider og reparasjonstider ved trafohavarier.

Oppbygning av ladeanlegg for buss

Generelt består et ladeanlegg for buss av følgende elektriske komponenter

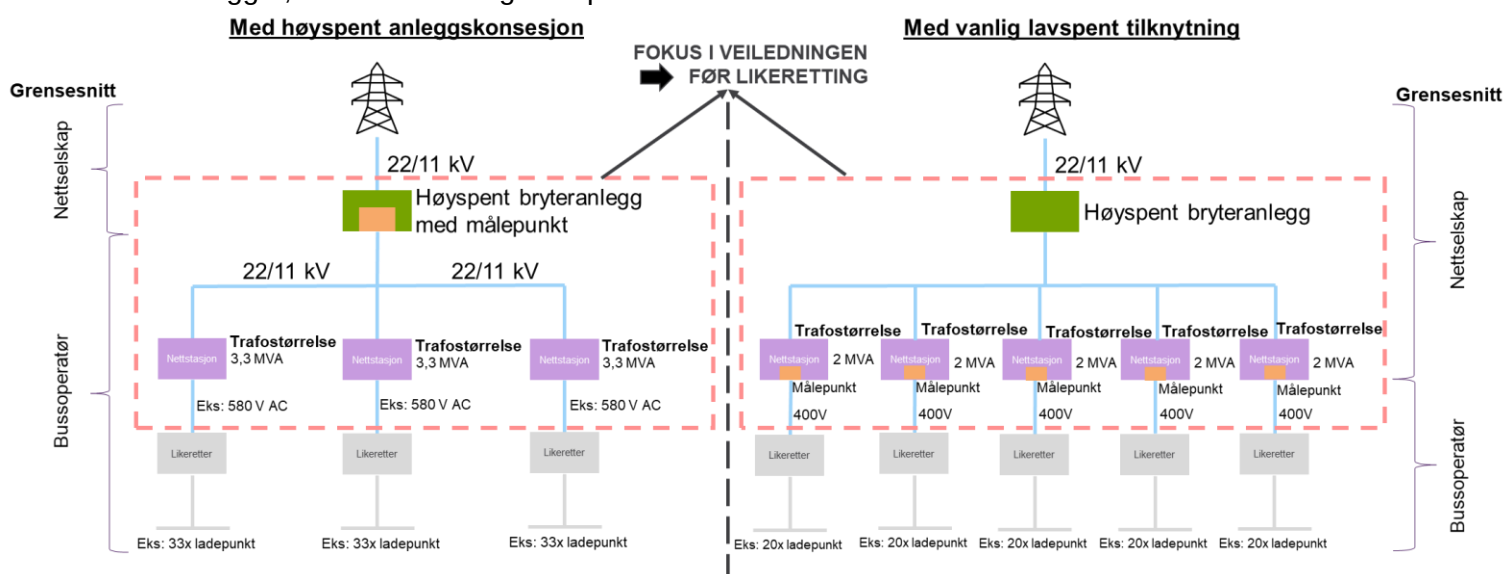
- Distribusjonsnett (22/11 kV)
- Bryteranlegg
- Kabelanlegg
- Målepunkt
- Transformator
- Likeretter (ikke fokus i denne veiledningen)
- Ladepunkt (ikke fokus i denne veiledningen)

Som nevnt innledningsvis kan tilknytning være enten på høyspent eller lavspent. Et bussladeanlegg vil uavhengig av tilknytningssted bestå av de samme komponentene. Grensesnittet går i målepunktet.

Ved høyspent tilknytning eier nettselskapet distribusjonsnettet, bryteranlegget og målepunktet, mens bussoperatør eier resten. Ved lavspent tilknytning eier nettselskapet distribusjonsnettet, bryteranlegget, kabelanlegget, transformator og målepunktet.

Bussoperatøren eier da kun likeretter og ladepunkt. Eier og ansvarsforhold er skissert i figuren under. Nettselskapet eier alltid nettet til og med målepunktet. Det er grenseskillet.

Strøm- og spenningstransformatorer måler strømmen og spenningen og angir energien som bussladeanlegget forbruker til enhver tid. Måletransformatorene måler den totale energien som hele bussladeanlegget bruker. Fra bryteranlegget går strømmen videre i høyspent fordelingsnett til transformatorer, også kalt nettstasjoner. Disse transformerer spenningen til lavspenning (vanligvis 400V). Andre spenninger kan også forekomme. Måletransformatorer kan også plasseres her. Herfra går strømmen i lavspent fordelingsnett bestående utelukkende av kabel til en likeretter som omgjør vekselstrøm til likestrøm. Bussene lades som regel med likestrøm. Deretter fordeles strømmen på et antall ladepunkter som bussene tilkobles. Denne veilederen gjelder for bussladeanlegg fram til lavspenninganlegget og omtaler ikke selve likeretteren, lavspent fordelingsnett eller ladepunkter.



Figur 2: Prinsipielt elektrisk skjema for bussladeanlegg. Presisere at skisse er forenklet og at det i praksis vil være ringkabelnett.

Grensesnittet for eierskap av nettanlegget mellom nettselskap og bussoperatør er definert som effektbryteren i bryteranlegget. Bussoperatør eier dermed nettet i bussladeanlegget. Ifølge energiloven § 3-1 og energilovforskriften § 3-1 kreves det konsesjon for å bygge, eie og drive et høyspent nettanlegg. En konsesjonssøknad sendes til NVE som fattet vedtak.

Samhandling mellom bussoperatør og netteier skal følge retningslinjene angitt i REN-blad 4102 «Samhandling mellom nettselskap og kunde ved tilknytning av anlegg». REN-bladet beskriver retningslinjer for samhandling mellom nettselskap og kunde. Her inngår avtalemaler, krav til responstider, anleggsbidrag, mv.

Høyspent koblingsanlegg og målepunkt

Målepunkt

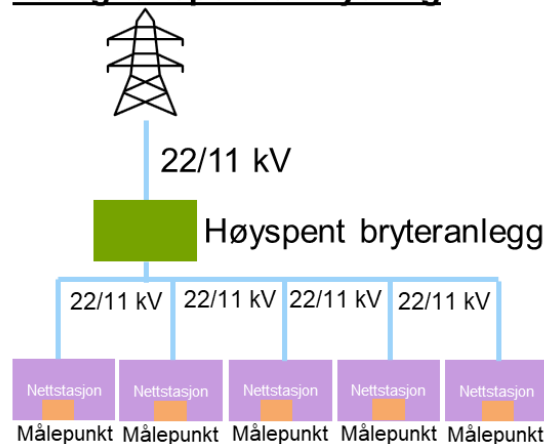
Alt uttak av elektrisk kraft skal måles. Punkt i nettet der energiutvekslingen måles kalles målepunkt. Hvert målepunkt måler anleggseieres forbruk. Nettselskapet bestemmer type måleutstyr, eier måleutstyret samt har ansvaret for installasjon, drift og kontroll av dette. Måleutstyret plasseres i eget målerfelt som anleggseier skal sette av til netteiers elmåler/AMS-måler og eventuelt tilleggsutstyr. Anleggseier kan få tilgang til egne forbruksdata direkte fra måleren.

Normalt plasseres målepunktet i inntaksskap før innføring til anleggseier. For større effektbehov der nettstasjonen kun forsyner en anleggseier blir målepunktet ofte plassert inne hos anleggseier. Ved større installasjoner der anleggseieren har egen anleggskonsesjon for høyspenningsanlegg blir målepunktet etablert i eget felt i høyspenningsanlegget. Målepunktets

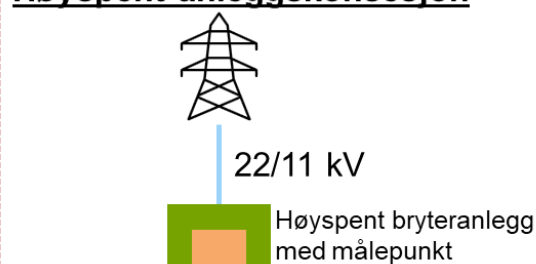
plassering skal godkjennes av nettselskapet før arbeid igangsettes. Grensesnittet mellom nettselskap og anleggseier går normalt i målepunktet. Punktet kalles gjerne tilknytningspunkt. Målerinstallasjonen plasseres normalt umiddelbart etter anleggets overbelastningsvern slik at alt forbruk måles. Anlegg med tilhørende måleutstyr skal kunne gjøres spenningsløst uten at dette har innflytelse på forsyningen til andre anlegg/avgreininger.

Ethvert målepunkt skal ha forankoblet vern/bryter slik at anlegget med tilhørende måleutstyr kan gjøres spenningsløst uten at dette har innflytelse på forsyning til andre anlegg/avgreininger. Anleggets maksimale last er bestemmende for hvordan målepunktet utføres. Indirekte måling skal måletransformatorene kobles til måler via en måleromkobler.

Vanlig lavspent tilknytning



Høyspent anleggskonsesjon



Strømtransformatorene skal alltid monteres med kortsluttet sekundærkrets og skal være

plassert i et miljø hvor de ikke tar skade av mekanisk påvirkning, fuktighet og temperatur. De skal være montert slik at de er lett tilgjengelige for tilkobling, utskifting, kontroll, plombering og avlesning av tekniske data. For strømtransformatorer som har manuelt valgbar omsetning, skal valgt omsetning være synlig. Kobling av målere, omkoblere og strømtransformatorer, samt fargemerking av målerledninger fremgår av koblingsskjema i REN-blad 4002.

Høyspent koblingsanlegg

Et koblingsanlegg kan bestå av flere høyspenningsbrytere og utstyr for måling av strøm og transformering av spenning i forbindelse med styring og overvåkning av brytere for høyspentkabler og transformatorer. I de tilfellene der grensesnittet mellom netteier og anleggseier er på høyspentsiden vil det også være et målepunkt plassert i koblingsanlegget. De mest brukte typer koblingsanlegg er i fullisolert utførelse, og betegnes som et kompaktanlegg. Slike anlegg kan leveres med hovedsakelig tre forskjellige løsninger for isolasjon av faseskinner og bryterkammer. De to mest brukte brytertyper er isolert med SF6-gass og med vakuum for å få mindre avstand mellom høyspentfasene og dermed komprimere ned størrelsen på anleggene. Det finnes også luftisolerte bryterløsninger på markedet, og flere leverandører kan levere brytere med kombinasjon av to forskjellige isolasjonsmedium. Felles for alle er at anleggene er hermetisk tette og blir dimensjonert for standardiserte strømføringssevne og kortslutningsytelser. Et koblingsanlegg må konfigureres og tilpasses det formålet det er tiltenkt, og bestykkes med rette brytertyper, målefelt, trafoavganger, overspenningsavledere, kontrollanlegg, mm.

Ved forespørsel og bestilling må det oppgis verdier for merkespenning, strømføringssevne, høyeste kortslutningsstrøm, samt antall og type brytere, overstrømsvern for trafo og kabler, fjernstyring og overvåkning, motorbetjening, instrumentering på bryterfelt, hjelpespenning, anleggets formål/bruk, dimensjon på høyspenningskabler, mm.



Bilde av høyspent koblingsanlegg (Foto: Ruter)

Bussoperatør kjøper inn høyspent koblingsanlegg, selv om nettselskap skal eie dette.

Koblingsanleggene leveres vanligvis komplett med alle bryterfeltene sammenkoblet, klare for montering over

kabelgruben i bryterrommet. Koblingsanlegg med mange bryterfelt blir av praktiske grunner levert i flere enheter som monteres sammen på anleggsstedet. Siden anleggene blir tilpasset det aktuelle behovet, blir som oftest anlegget satt i produksjon når leverandøren mottar bestillingen. Det må derfor påregnes lang leveringstid på slike anlegg i en tidlig fase av prosjektet. Dette gjelder uansett om det er netteier eller anleggseier som skal bygge og eie anlegget. For montering og idriftsettelse av slike anlegg kreves det elektrofolk med kompetanse innenfor denne type installasjoner. Det stilles krav til kompetanse innenfor releplanlegging og innstilling av vern, montering og idriftsettelse av høyspennings måleutstyret, oppkobling av styring og overvåkning, og idriftsettelse, testing og dokumentasjon av anlegget før overlevering.

Høyspent kabelanlegg

Systemløsning for nettet må først prosjekteres, om hver komponent være ensidig forsynt eller om det skal legges redundante kabelforbindelser. Ulike løsninger er å legge parallellføring eller ringforbindelse.

Kabler må ha tilstrekkelig isolasjonskappe og skal ha armering eller beskyttelsesskjerm av metall. Det er krav til kabler forlagt i bakken, se § 4-4 i FEF med veiledning.

Forlegning er også omtalt i REN-blad 9000. Kabelskjermer og armeringer skal vanligvis jordes i begge ender, men kan også

jordes i bare en ende. Ved parallellføring og kryssing av kabler må det hindres at kortslutninger eller jordslutninger forårsaker farlige spenninger i andre kabler. Det stilles ikke krav til avstander ved kryssing, men REN-blad 9200 angir veiledende krysningsavstander.

Kabeltraseer skal tegnes i kart slik at deres nøyaktige plassering er kjent. Det skal utarbeides krysningsliste for å ha oversikt over kabler som krysser hverandre. Termisk overføringsevne skal beregnes for å undersøke at temperaturen i kablene ikke blir for høy. REN har utviklet et eget verktøy for kabelforlegning kalt REN-grøft. Her kan man legge inn ulike type kabler, antall kabler og forlegninger og beregne temperaturen.

En viktig del av prosjekteringen av kabelanlegg er tverrsnittet på kablene. Det baserer seg på de følgende kriteriene:

- Ledningstverrsnitt i forhold til spenningskvalitet
- Tverrsnitt i forhold til forlegningsmåte

- Økonomisk tverrsnitt

Metoder for å finne det optimale tverrsnittet er beskrevet i REN-blad 9118.

Høyspent jordkabelanlegg, fellesbetegnelse på en eller flere kabler som er forlagt i bakken mellom to eller flere definerte tilkoblingspunkter, kan enten etableres i konvensjonelle grøfter med omfyllingssand rundt kablene, eller det kan etableres

føringsveier bestående av kabelrør i SN8 kvalitet med diameter $\varnothing=160\text{mm}$ for inntrekking av høyspentkabler når

gravearbeidene er utført.

Fordel med en konvensjonell kabelgrøft er større overføringskapasitet på kabelanlegget, men reparasjon og forsterkning av kabelanlegget krever oppgraving av eksisterende kabelgrøfter. Et kabelanlegg forlagt i trekkerør vil ha noe begrensning på overføringskapasiteten, men forenkler arbeidet med reparasjon, vedlikehold og forsterkning av anlegget i ettertid. Under asfalterte veier og parkeringsplasser anbefales det å benytte trekkerør på kabler.

Tilkobling av høyspentkabler utføres med berøringssikre kontakter som tilkobles et fullisolert høyspent bryteranlegg. I kabelgrøftene legges det med blank jordingsleder av kobber med tverrsnitt

50 mm^2 . Jordingslederen tilkobles jordskinnen i alle nettstasjoner for å etablere et sammenhengende jordingsanlegg. Det vil være naturlig å sammenkoble jordingsanlegget mot omkringliggende netteiere for å unngå potensialforskjeller og ivareta kravene til berøringsspenninger og utkoblingstider i høyspenningsanlegget.

Konvensjonelle kabelgrøfter har høyere overføringskapasitet enn lagt i rør/kulvert.

Det er flere nettselskaper som setter begrensninger for etablering av permanente konstruksjoner over kabelanlegget for å sikre tilgang i forbindelse med vedlikehold, reparasjoner, endringer av anlegget etc. Dette er ikke presisert i FEF.

Transformator (trafo)

Oppbygning

Transformatoren er en viktig hovedkomponent i forsyningssystemet, og dens funksjon er å transformere fra høyere spenning (primær) ned til lavere spenning (sekundær) for benyttelse til forbruksutstyr. I bussladestasjoner må bussene bli forsynt med likestrøm og til dette anvendes det trintrafoer om AC inngangsspenning i likeretter er annen en standardspenning fra nettselskap. Med anleggskonsesjon unngår man behovet for trintrafo ettersom man står fritt til å velge trafoen spenningsnivå. Når man bestiller en transformator er de viktigste spesifikasjonene,

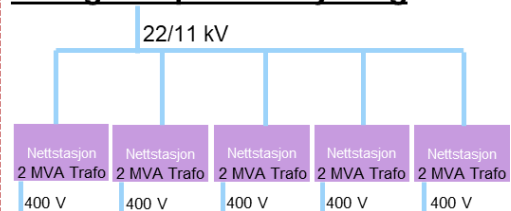
- Spenningsnivåer
- Ytelse/størrelse
- Koblingsgruppe¹
- Trinnekobler²
- Kortslutningsimpedans
- Isolasjon
- Kjølesystem

Transformatorens primær- og sekundærspenninger kan produseres og tilpasses anleggets behov. De fleste produsenter leverer standardiserte transformatorstørrelser som er tilpasset nettselskapenes normerte spenningssystemer. Dette reduserer både produksjons- og leveringstider, og antall transformortyper som er nødvendig å oppbevare på lager.

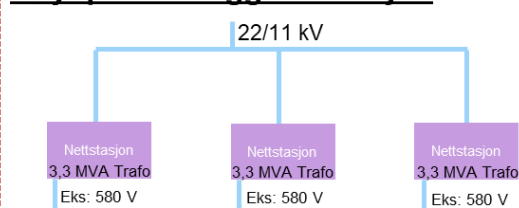
Mange containerbaserte trafoer er tørrisolert.

¹ Koblingsgruppen indikerer transformatorviklingenes konfigurasjon og forskjellen i fasevinkel mellom vikingene. For stjernekobling brukes bokstavkode Y, for deltakobling (trekantkobling) brukes bokstavkode D og for sikksakk-kobling bokstavkode Z. Bokstavkode N indikerer nullpunktet i stjernekoblingen. Forskjellen i fasevinkel indikeres med et klokkeslett nummer. Primærviklingens konfigurasjon angis

Vanlig lavspent tilknytning



Høyspent anleggskonsesjon



Ytelse, altså hvor mye effekt som kan flyte gjennom en transformator målt i kW eller MW, kan også tilpasses anleggets behov. Høyere kapasitet medfører høyere kostnader, men det er viktig at transformatoren ikke har for lav ytelse og går på overlast ellers vil levetiden bli redusert. En tommelfingerregel er at den gjennomsnittlige belastningen bør være halvparten av ytelsen.

For kjøling av transformatorer finnes det flere typer kjølesystem som baserer seg på enten at man lar den kjøle av seg selv eller installerer vifter langs rillene for raskere varmeavledning eller pumpe inne i selve transformatorkassen som får oljen til å sirkulere raskere og dermed avgi mer varme.

Valg av transformator

Valg av type transformator vurderes ut ifra faktorer som; plassering, belastning, ventilasjon, brann- og eksplosjonsfare, levetid og investerings- og driftskostnader.

Tørrisolerte transformatorer har ca. 1,3-1,5

med store bokstaver, mens små bokstaver brukes for å angi konfigurasjonen for øvrige viklinger. Eksempler på koblingsgrupper er YNd og YNd11.

² Enhet som kan justere vindingsforholdet (antallet innkoblede omdreining i en vikling) hos en trafo og dermed regulere spenningene på vikingene.

Det er tre typer isolasjon brukt i trafoer

- *Oljeisolert*
 - *Oljeisolerte transformatorer bruker spesielle typer oljer for isolering som er et godt isolasjonsmateriale. Type oljer er mineralolje, miljøolje, silikonolje og envirotemp FR3. Oljen bidrar også til bedre kjøling siden det leder godt varme som oppstår som følge av effekttapene i kjerne og viklinger.*
- *Luftisolert*
 - *Luftisolert også kalt tørrisolert kan benyttes for spenninger opptil 24 kV og anvendes ofte på innendørs anlegg, for å unngå brann- og eksplosjonsrisiko.*
- *Epoxyisolert*
 - *Epoxyisolerte transformatorer inneholder ingen væsker, er selvslukkende ved ekstern brann og kan brukes i miljøer med høy luftfuktighet og høy grad av nedsmussing.*

ganger høyere belastningstap og koster i snitt 1,3-1,5 ganger så mye som oljeisolerte transformatorer. Levetid på oljeisolert transformator er ca. 3 ganger lengre enn for tørrisolert.

For å overholde forskriftskrav vedr. leveringskvalitet og leveringssikkerhet på en rasjonell måte velger de fleste netteiere å følge REN-standarder, og setter derfor begrensninger ved valg av transformatorer. Det kan medføre etablering av flere trafoer for å levere effektbehovet, hvilket ofte fører til flere målepunkter for avregning av energiforbruket.

I de tilfeller der anleggseieren har anleggskonsekusjon og grensesnittet med målepunkt er plassert ute i høyspenningsanlegget, vil anleggseieren ha større frihet når det gjelder valg av leverandør, transformator-størrelser og antall, sekundærspenninger, reparasjonstider, plassering, mv. Forskriftskravene må følges på samme måte, og drift og vedlikehold vil med denne løsningen være anleggseierens eget ansvar. Denne løsningen forutsetter ekstra kostnader til drift og vedlikehold av høyspenningsanlegget, og det må påregnes kostnader i forbindelse med effekttap ved transformering og overføring av

energi. Er det store variasjoner i effektbehovet kan det for eksempel være aktuelt å plassere to eller flere transformatorer i samme stasjon i stedet for å velge en stor transformator for å dekke maks effektbehov, slik at en reduserer overføringstapet i perioder med liten last. Det er viktig å avklare hvilke krav som skal settes til leveringskvalitet, leveringssikkerhet og driftskostnader før anlegget prosjekteres og bygges. Det må vurderes plass for nødvendig adkomst til trafoen for service og reparasjoner. Et alternativ kan være å opprette et reservelager eller serviceavtale med underleverandør for å begrense reparasjonstiden ved et trafohavari. Det kan være rasjonelt å lage standardløsninger med noen få typer trafoer som kan benyttes i flere anlegg.

For et bussladeanlegg benytter man transformatorer i størrelsesorden mellom 0,5 til 5 MVA. Nettselskapene har typiske maksstørrelser på transformator på lavspennnivå mellom 2 til 2,5 MVA. Det skal gjøres en særskilt vurdering av transformator dersom det skal oppføres et plassbygd ladeanlegg. I

containerløsninger er dette en del av pakkelsen man får fra produsent.

Optimalisering av trafostørrelser kan gi besparelser.

Nettstasjon

Nettstasjon er siste ledd i overføringsnettet for elektrisk kraft, og her transformeres spenningen fra høyspent, som regel 11 eller 22 kV, til lavspent. Spenningsnivået avhenger av typen fordelingsnett, typisk 400 V i TN-nett, eller 230 V i IT- og TT-nett. I

bussladeanlegg kan spenningen ha andre verdier, ettersom hva lading av buss krever.

Nettstasjon består av en eller flere fordelingstransformatorer, lastskillebrytere og/eller effektbrytere for inn- og utkopling av sonekabler/sonelinjer og omkoplinger.

Nødvendige strøm- og

spenningstransformatorer for måling og vern.

Kan også inneha fjernutrustning og

håndtering av AMS. Netstasjoner kan være

- Plassbygd
- Prefabrikkert

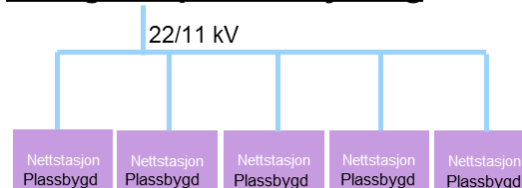
Plassbygde stasjoner krever mer arbeid enn prefabrikkerte stasjoner. De må prosjekteres og bygges opp ute på plassen. Dette medfører økte kostnader sammenlignet med ferdig monterte, men gir større valgmuligheter for løsninger og leverandør av komponenter.

Ferdig monterte kommer som bygninger som ligner på hus eller containere som er metallbokser. Normalt leveres de med integrert oljeoppsamling i helsveist utførelse.

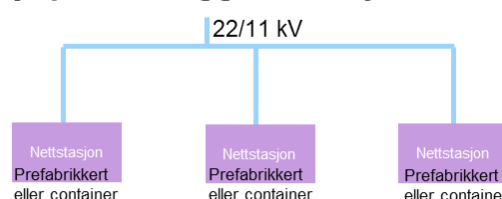


Bilde av prefabrikkert nettstasjon (Foto: Sweco)

Vanlig lavspent tilknytning



Høyspent anleggskonsesjon



Ferdig monterte er som regel en billigere løsning. Ulempen er at man ikke kan tilpasse anlegget til akkurat det behovet man har.

For høyspenningsanlegg bestående av flere nettstasjoner i et sammenhengende nettverk bør det vurderes behovet for et ekstra inntak eller etablering av ringmating – *betegnelse på et elektrisk forsyningsnett som binder flere nettstasjoner i en ring, slik at disse kan forsynes/mates fra to eller flere forskjellige steder* – på høyspent kabelanlegget for å ivareta driftssikkerheten i anlegget i eventuelle feilsituasjoner. Det finnes også containerløsninger som dekker behovet for forholdsvis stor trafokapasitet. Disse kan leveres som ferdig installerte nettstasjoner og gir anleggseier mulighet for å ha en stasjon i beredskapslager for å begrense utkoblingstiden ved reparasjoner.

Fundamentering

Nettstasjoner skal fundamenteres slik at man får en varig og stabil løsning. Dette gjelder både for prefabrikkerte og plassbygde nettstasjoner. Plassering skal være bestemt på grunnlag av prosjektering.

Ved utplassering av nettstasjoner er det viktig at man vurderer kvalitet og dreneringsevne

på eksisterende fyllmasse på aktuelt fundamenteringsområde. Telesikre masser er sand, grus eller pukk (naturlige eller knuste masser). Man må regne med at jordmasser er telefarlige med mindre annet er påvist.

Jordingssystem

Jordingssystemet skal konstrueres for å oppfylle følgende krav:

- Gi sikkerhet mot farlige berøringsspenninger, også ved høyeste jordfeilstrøm
- Dimensjoneres for å tåle termisk påkjenning fra feilstrømmer

Til dette må det dimensjoneres jordelektroder, hovedjordleder og potensialutjevningsleder. Det er krav til berøringsspenning. Tillatt berøringsspenning ansees å være overholdt dersom en av følgende forutsetninger er oppfylt:

- Jordingsanlegget er en del av et utbredt jordingssystem.
- Jordpotensialhevingen UE ved jordfeil skal ikke overstige 2 ganger tillatt berøringsspenning.
- Jordpotensialhevingen UE ved jordfeil skal ikke overstige 4 ganger tillatt berøringsspenning samtidig som tiltak beskrevet under avsnittet "Tiltak for å redusere berøringsspenning" skal være iverksatt.

Tiltak er omtalt i FEF §4-11.

Plassering

Ved plassering av nettstasjon skal det tas hensyn til magnetiske felter, stabil og telefri fundamentering, tilfredsstillende jordresistivitet med hensyn på krav til berøringsspenning og lynimpulser, avstander til bygninger med hensyn på brann, tilgjengelighet for senere drift og vedlikehold, transport av anleggsdeler, med mer.

I følge FEF 2006 (§2-17) skal anlegget ikke være unødig skjemmende, sjenerende eller skadelig for omgivelsene. Med hensyn på plassering skal det tas hensyn til naboers

For avstander, se REN-blad 8101 og NEK440 – tabell 3.

ønsker hvis dette ikke representerer merkostnader for anlegget. Risikoen for kortslutning og ev. oljestøveksplisjon i nettstasjoner gjør at de klassifiseres som eksplosjonsfarlig område og bør ha avlastningsflater/ -åpninger, som er svekket i forhold til bygningskonstruksjonen for øvrig, og som skal fungere som trykkavlastning hvis eksplosjon inntreffer. Ventilasjonsrister kan tjene som trykkavlastningsflater, forutsatt riktig dimensjonering. Trykkklaster beregnes ut fra fastlagt dimensjonerende ulykkeshendelse basert på gjennomført risikoanalyse. Det henvises til REN-blad 6018 for beregning av avlastningsflate. Rom hvor det kan forekomme fare for eksplosjon, må utgjøre en egen branncelle. Rom hvor det kan forekomme fare for eksplosjon, må ha minst én trykkavlastningsflate for å sikre mot skader på personer og byggverket for øvrig. Avlastet trykk må ledes bort i sikker retning. Trykkavlastningsflater må ikke plasseres i takflater og lignende med mindre det dokumenteres at snølast ikke er til hinder for avlastningsflatens funksjon. Bærende og branncellebegrensende bygningsdeler må om nødvendig forsterkes for å opprettholde rømningsveiers funksjon og forhindre spredning av brann til andre brannceller.

Frittstående stasjoner, for eksempel nettstasjoner, skal plasseres og bygges i slike materialer at ikke brann og andre

påvirkninger spres til omliggende bygninger eller omgivelser. Med begrepet sikkerhetsavstand menes tilstrekkelig luftavstand for å hindre brannspredning mellom et anlegg/utstyr som er brannfarlig og til omgivelsene. Det stilles krav til den type avstand både i forskriftene og normene. Avstanden kan reduseres ved å bruke skillevegger med brannmotstand. For nettstasjoner som bygning regnes avstand fra transformator kapsling inne i nettstasjon og til nærmeste horisontale avstand eller direkte avstand til bygningsdeler. I praksis bør avstand måles fra nettstasjonens yttervegg. Krav til avstand mellom transformatorer gjelder ved plassering av installasjonen utendørs, slik at dette gjelder i praksis større stasjoner dvs. type åpne transformatorstasjoner. Ved plassering av flere oljefylte transformatorer over 1000 l i nettstasjonsbygg må det etableres brannsikker skillevegg mellom transformatorene, jamfør 8.7.2.1 i NEK440, men utstrekning må være fra gulv til tak. Brannbeskyttelsesnivå settes til REI90/EI90. Tørrtransformatorer kan etableres uten skillevegg.

Der det er plassert utstyr med isolerende væske skal det være oppsamlingsanlegg, terskel eller andre tiltak slik at væsken ikke renner ut av rommet eller

Ved bruk av tørrtransformatorer står man friere til å plassere trafoene nærmere hverandre enn med oljefylte trafoer.

ut i naturen ved en lekkasje. Oljefylte transformatorer med oljevolum mer enn 1000 l skal ha oljegrube med oppsamlingstank. Oljegruben skal ha innretning for slukking av eventuell brann i oljen. Steinfilter, flammerister eller tilsvarende slukkeinnretning skal benyttes. Terskler, oppsamlingstanker

og oljegruver skal ha et volum som til sammen kan motta hele oljemengden pluss regnvann og slukkevæske.

For bussladeanlegg bør nettstasjonen plasseres slik at den ikke utgjør en fare for bussladingen. Med hensyn på plassering skal

REN-blad 6002 setter krav til at det skal være mulig å komme inntil nettstasjon med klaring på 7 meter bredde og 10 meter lengde. FEF angir kun fri atkomst.

Anleggskonsesjon gir større frihet med hensyn på areal og volum for fri adkomst utenfor nettstasjon.

det tas hensyn til naboers ønsker hvis dette ikke representerer merkostnader for anlegget.

Felles for alle løsninger er behovet for fri adkomst med kranbil frem til nettstasjonen. De fleste netteiere forholder seg til REN-standarden når det gjelder plassbehovet og krav om plass for oppstilling av nødaggregat. Her vil en privat konsesjonær være friere til å utarbeide egne krav i forhold til vurdering av utkoblingstid og leveringssikkerhet i anlegget.



Oppsummering / sjekkliste

Lister med steg-for-steg som gir en oversikt over hva man bør tenke på ved etablering av ladeanlegg for elbuss med høyspent anleggskonsesjon.

VIKTIGE AVKLARINGER VED OPPSTART AV PROSJEKTET	
ANSVARLIG	AVKLARING
RUTER	Sjekke aktuelle innmatingsmuligheter i området (Distribusj.nett, Reg.nett, Trafostasjoner)
	Vurdere effektbehovet for å avklare alternative tilknytninger med netteier
	Melde inn prosjektet hos netteier for videre saksgang med prosjektleder
	Avklare omfanget og byggetid for høyspentforsyning fra netteier
	Søke anleggskonsesjon hvis det er behov for mer enn en nettstasjon
	Søke om overføring av anleggskonsesjon til bussoperatør
BUSSOPERATØR	Kartlegge omfanget av høyspenningsanlegget for valg av løsninger
	Avklare plassering av nettstasjon eller tilknytningspunkt for energimåling/målepunkt
	Bestille anleggstilknytning på lavspennet nettnivå hvis ikke konsesjon for høyspentanlegg

ETABLERING AV HØYSPENNINGSANLEGG PÅ EGEN ANLEGGSKONSESJON	
ANSVARLIG	AVKLARING
RUTER	Bestille tilknytning av anlegg på høyspent nettnivå hos aktuell netteier
BUSSOPERATØR	Vurdere antall og plassering av nettstasjoner i forhold til trafokapasitet på området
	Sjekke leveringstider for nettstasjoner, koblingsanlegg og transformatorer
	Velge nettstasjonsløsning (prefabrikkert, plassbygd, container)
	Bestille abonnement og målepunkt fra nettselskap
	Prosjektering nettstasjon (konfigurerings av høyspentanlegg, dimensjonering av oljegrube)
	Prosjektering av jordingsanlegg (følgejord i kabelgrøfter, anleggsjording, impulsjording)
	Utarbeide tilbudsforespørsel

DRIFT- OG VEDLIKEHOLD AV HØYSPENNINGSANLEGG	
ANSVARLIG	AVKLARING
BUSSOPERATØR	Etablere en driftsavtale med høyspent driftsleder
	Kartlegge behov for reservedeler og beredskap
	Inngå avtale for service, vedlikehold, beredskap og reservedeler