

Preben H. Hestad; Jorge C. Ledesma;
Nikolai A. Lerstad; Diana C. Ramirez

Utskifting av 12 kV koblingsanlegg i en eldre transformatorstasjon under delvis drift

Bacheloroppgave i Elkraftteknikk

Veileder: Ola Furuhaug

Medveileder: Lornnts Mikal Sklett

Mai 2021

Preben H. Hestad; Jorge C. Ledesma;
Nikolai A. Lerstad; Diana C. Ramirez

Utskifting av 12 kV koblingsanlegg i en eldre transformatorstasjon under delvis drift

Bacheloroppgave i Elkraftteknikk
Veileder: Ola Furuhaug
Medveileder: Lornts Mikal Sklett
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk
Institutt for elkraftteknikk



Kunnskap for en bedre verden



**Utskifting av 12 kV koblingsanlegg i
en eldre transformatorstasjon under
delvis drift**

**Replacement of 12 kV switchgears in
an older Power Substation during
partial operation**

**Hestad, Preben; Ledesma, Jorge;
Lerstad, Nikolai; Ramirez, Diana**

20. mai 2021

Veiledere: Lornts Mikal Sklett, Ola Furuhaug

Gradering: Åpent

Prosjektnummer: TELE3021 - E2121

Bacheloroppgave

Oppgavens tittel: Utskifting av 12 kV koblingsanlegg i en eldre transformatorstasjon under delvis drift Project title: Replacement of 12 kV switchgears in an older Power Substation during partial operation	Gitt dato: 22.12.2020
	Innleveringsdato: 20.05.2021
	Gradering <input checked="" type="checkbox"/> åpent <input type="checkbox"/> lukket <input type="checkbox"/> åpent fra _____
	Antall sider/bilag 75+132
Gruppedeltakere: Preben H. Hestad Jorge C. Ledesma Nikolai A. Lerstad Diana C. Ramirez	Veileder internt (navn/email/tlf.): Ola Furuhaug ola.furuhaug@ntnu.no Tlf: 90643447
Studieretning: Elkraftteknikk	Prosjektnummer: E2121
Oppdragsgiver: Siemens AS	Kontaktperson hos oppdragsgiver (navn/tlf.): Lornts Mikal Sklett lornts.sklett@siemens.com Tlf. 48054793

Sammendrag (norsk og engelsk)	
Sammendrag norsk, side iii	
Abstract English, page iv	
Stikkord: Transformatorstasjon, ombygging, koblingsanlegg, planlegging, AIS, GIS	Keywords: Power Substation, renovation, switchgears, planning, AIS, GIS

Forord

Bacheloroppgaven er høydepunktet så langt i vårt studentliv. Det er det mest krevende og viktige arbeidskravet vi har hatt, hvor hele siste semester av vårt 3. år skal brukes til å jobbe med dette prosjektet. Det utgjør 20 studiepoeng og tilsvarer en arbeidsmengde på omtrent 500 timer pr. student. Bachelorgruppen består av 4 studenter som går elektroingeniør med elkraftteknikk som studieretning. Gruppen har vært i kontakt med en intern veileder fra NTNU og en kontaktperson hos Siemens under hele prosjektet.

Oppgaven vår i prosjektet er å planlegge utskiftningsprosessen av koblingsanlegg i en transformatorstasjon. Denne stasjonen er anonymisert på grunn av kraftsensitive opplysninger. Det ble undertegnet taushetsplikt mellom hvert medlem i gruppen og nettselskapet. I tillegg vil vi levere et forslag som kan brukes videre av Siemens, og få relevant arbeidserfaring.

Vi vil først og fremst takke vår intern veileder fra NTNU, Ola Furuhaug og Lornts Mikal Sklett fra Siemens som har vært tilgjengelige for å veilede og hjelpe oss under hele prosessen. De har alltid kommet med konstruktive innspill og hjelpende ressurser. Vi vil også takke Espen fra Siemens og kontaktpersonene fra nettselskapet som har gjort det mulig å utføre prosjekteringsdelen av bacheloroppgaven så realistisk som mulig. Til slutt vil vi også takke hverandre i gruppen, venner og familie som har vært der for å støtte oss under disse 3 årene i bachelorløpet vårt.

Trondheim, 20. mai 2021



(JORGE CARLOS DEL ROSARIO LEDESMA)



(DIANA CELESTE RAMIREZ GARCIA)



(NIKOLAI ADRIAN LERSTAD)



(PREBEN HAGEN HESTAD)

Sammendrag

Jupiter er en transformatorstasjon bygd på 60-tallet, som transformerer spenningen fra 66 kV til 12 kV. Stasjonen inneholder gamle luftisolerte koblingsanlegg med oljefattige effektbrytere, som nærmer seg slutten av forventet levetid. Koblingsanleggene er montert i to motstående rekker. Nettselskapet planlegger å bytte ut disse anleggene.

Bacheloroppgaven gir en rekke utfordringer som plassbesparelse, utførelse av arbeid og krav til forsyningssikkerhet til forbrukere. Hensikten med rapporten er å gi nettselskapet forslag til hvordan de kan løse utfordringene. Forslagene baserer seg på datainnsamling, informasjon fra veiledere og eksterne kontakter og BSc-gruppens kunnskap.

For å løse utfordringene har gruppen vurdert hvilke komponenter og arbeidsmetoder som gir det mest tilfredsstillende resultatet. Komponentene består av koblingsanlegg, samleskinner og kabler. Det er presentert i et flytdiagram to alternativer for ombygging, soneinndeling og feltinndeling. Koblingsanleggene vurdert i rapporten er produsert av Siemens. Gruppen vurderer fire modeller: NXPLUS, NXPLUS-C, 8DB10 og 8DAB12 (Blue GIS). NXPLUS og 8DAB12 er videre valgt fordi de er arealbesparende, som gjør det mulig å plassere alle koblingsanleggene på én rekke. Bachelorgruppen lagde 2D- og 3D modeller som gir en visuell oversikt av valgte koblingsanlegg og plasseringene i stasjonen.

I valg av samleskinneløsning er det vurdert tre alternativer: enkel samleskinneløsning, dobbel samleskinneløsning med én effektbryter og dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere. Nettselskapet hadde på forhånd laget et enlinjeskjema hvor de foreslår dobbel samleskinneløsning med én effektbryter. Inspirert av forslaget og fordi det gir en god balanse mellom kostnad, fleksibilitet og pålitelighet, velger gruppen den samme løsningen. Samleskinneløsningen er representert i et enlinjeskjema.

Abstract

Jupiter is a substation built in the 60s that transforms voltage from 66 kV to 12 kV. The station contains old air-insulated switchgears with oil circuit breakers that are approaching the end of their life expectancy. The switchgears are mounted on two opposite rows. The power grid company plans to replace the switchgears.

The Bachelor thesis presents a number of challenges such as minimizing the usage of space, work procedures and guaranteeing the uninterrupted supply of power to consumers. The purpose of the thesis is to give the power grid company suggestions on how they can solve these challenges. The proposals are based on collected data, information from supervisors and external contacts and the BSc group's accumulated knowledge.

To solve these challenges, the group has assessed which components and procedures will yield the most satisfactory result. The components consist of switchgears, busbars and cables. A flow chart presents the two alternatives for the renovation process. The switchgears evaluated in this thesis are manufactured by Siemens. The group is considering four switchgears: NXPLUS, NXPLUS-C, 8DB10 and 8DAB12 (Blue GIS). NXPLUS and 8DAB12 are chosen because of their space-saving aspects, which makes it possible to place all the switchgears in one row. The BSc group created 2D and 3D models that provide a visual overview of the chosen switchgears and their placement in the station.

For choosing the busbar arrangement three alternatives has been considered: single busbar, double busbar with a single circuit breaker and a double busbar with two circuit breakers. The power grid company had previously made a single-line diagram in which they propose a double busbar arrangement with a single circuit breaker. Inspired by the proposal and because it provides a good balance between cost, flexibility and reliability, the group chooses the same solution. The busbar arrangement is represented in a single-line diagram.

Innhold

Forord	ii
Sammendrag	iii
Abstract	iv
Figurliste	viii
Forkortelser	xi
Definisjoner	xii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	1
1.3 Målgruppe	1
1.4 Disposisjon og avgrensninger	2
1.4.1 Rapportens oppbygging	2
1.4.2 Avgrensninger	2
2 Metode	3
2.1 Informasjonsinnsamlingsfase	3
2.2 Planleggingsfase	3
2.3 Ombyggingsfase	3
2.4 Møter og arbeidsroller	4
2.5 Kontaktpersoner	4
2.6 Litteratur og referanser	5
2.7 Befaring	5
2.8 Verktøy og programvarer	5
3 Teori	6
3.1 Transformatorstasjon	6
3.1.1 Enlinjeskjema	6
3.2 Anleggsdeler	6
3.2.1 Transformator	6
3.2.2 Samleskinne	7
3.2.3 Høyspent Kabelteori	8
3.2.4 Kondensatorbatteri	10
3.2.5 Hjelpeskraftanlegg	10
3.2.6 Vern- og kontrollanlegg	10
3.2.7 Koblingsanlegg	11
3.3 Typer koblingsanlegg	11
3.3.1 AIS	11
3.3.2 GIS	11

3.3.3	MTS	13
3.4	Hovedkomponenter i koblingsanlegg	13
3.4.1	Effektbryter	13
3.4.2	Skillebryter	14
3.4.3	Jordkniv	14
3.4.4	Overspenningsavleder	14
3.4.5	Strømtransformator (CT)	15
3.4.6	Spenningstransformator (VT)	15
3.4.7	Førrigling	15
3.4.8	Kapsling	16
3.5	Mobilt koblingsanlegg	16
4	Planlegging	17
4.1	Samleskinneløsning	17
4.1.1	Enkel samleskinneløsning	17
4.1.2	Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter	18
4.1.3	Dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere	18
4.2	Vurdering av samleskinneløsning	19
4.2.1	Avgjørelse	19
4.3	Valg av koblingsanlegg	20
4.3.1	Luftisolert koblingsanlegg	20
4.3.2	Gassisolert koblingsanlegg	20
4.4	Valg av GIS	21
4.4.1	Kriterier	21
4.4.2	Modellvurdering	22
4.4.3	Avgjørelse	23
4.4.4	Kabeloppkobling mot koblingskap	24
4.5	Enlinjeskjema, 2D- og 3D-modeller	26
4.6	HMS- og regelverk	27
4.6.1	Oversikt over lover, forskrifter, normer og retningslinjer	28
4.6.2	Avfallshåndtering	29
4.6.3	Risikovurdering	29
4.6.4	KILE-kostnader	29
4.7	Skjøt og endeavslutning	30
5	Ombygging	31
5.1	Forberedelser	32
5.2	Forsyning under ombyggingen	33
5.3	Alternativer til ombyggingsprosess	34
5.3.1	Alternativ 1- Soneinndeling	34
5.3.2	Alternativ 2- Feltinndeling	36
6	Resultat	40
6.1	Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter	40
6.2	Koblingsanlegg	42
6.2.1	NXPLUS	43
6.2.2	8DAB12 (Blue GIS)	46
6.3	Ombyggingsprosess	49
6.3.1	Soneinndeling	50

6.3.2	Feltinndeling	51
6.4	Mulige kombinasjoner	52
7	Diskusjon	53
7.1	Samleskinneløsning	53
7.2	Kabelarbeid	53
7.3	Koblingsanlegg	54
7.3.1	Sammenligning mellom NXPLUS og 8DAB12 (Blue GIS)	54
7.4	Ombyggingsprosessen	55
7.4.1	Sammenligning mellom de to alternativene for ombygging	55
7.5	Videre Arbeid	56
8	Konklusjon	58
9	Vedlegg	62
9.1	Poster til BSc-oppgaven	64
9.2	Kriterier for valg av koblingsanlegg	66
9.3	Brosjyre 8DAB12 (Blue GIS)	70
9.4	Brosjyre NXPLUS	78
9.5	Mobilt koblingsanlegg	106
9.6	Overgangsskjøt PEX - PEX	108
9.7	Overgangsskjøt Papirisolert - PEX	115
9.8	Montering av kabel	124
9.9	Endeavslutning - Monteringsanvisning	142
9.10	Endeavslutning og skjøt av høyspentkabel	147
9.11	Sluttkontroll	154
9.12	Oversikt av eksisterende 12 kV koblingsanlegg	160
9.13	Alternativ 1 - Soneinndeling	162
9.14	Alternativ 2 - Feltinndeling	164
9.15	Avfallsplan	168
9.16	Risikovurdering	170
9.17	Enlinjeskjema	172
9.18	2D-modell: NXPLUS	178
9.19	2D-modell: 8DAB12 (Blue GIS)	180
9.20	Oppbygning av kabler produsert i Norge	182
9.21	FEF 2006	184
9.22	FSE 2006	187
9.23	NEK 440	191

Figurliste

3.1	Enlinjesymbol av transformator	7
3.2	Kabel for 12 eller 24 kV [3]	8
3.3	Oljekabel treleder OKRA 66 kV [5]	9
3.4	PEX-isolert enleder [3]	9
3.5	Enlinjesymbol av kondensatorbatteri	10
3.6	Gjennomslagsspenning for ulike isolasjonsmedium som funksjon av avstand mellom spenningsførende deler [12]	12
3.7	Enlinjesymbol av effektbryter	14
3.8	Enlinjesymbol av skillebryter	14
3.9	Enlinjesymbol av jordkniv	14
3.10	Enlinjesymbol av strømtransformator	15
3.11	Enlinjesymbol av treposisjonsbryter	15
4.1	En del av enlinjeskjema for enkel samleskinneløsning	17
4.2	En del av enlinjeskjema for dobbel samleskinneløsning med én effektbryter	18
4.3	En del av enlinjeskjema for dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere	18
4.4	Mellomspennings gassisolert koblingsanlegg, 8DA og 8DB fra Siemens [26]	20
4.5	Modell 8DAB12 (Blue GIS) [27]	22
4.6	Modell 8DB10 [26]	22
4.7	Modell NXPLUS [28]	23
4.8	Modell NXPLUS-C [29]	23
4.9	Typer koblingsoverganger til bryteranlegg [28]	24
4.10	Gulvåpning 8DB10 [26]	25
4.11	Oversikt over strukturen i det norske regelverket, DSB, 2015 [31]	27
5.1	Flytdiagrammet til den generelle prosessen for ombyggingen	31
5.2	Hull i veggen på Jupiter transformatorstasjon	32
5.3	Flytdiagram for forberedelsesfasen for ombyggingen	33
5.4	Eksempel på mobilt koblingsanlegg, E-House fra Siemens [1]	33
5.5	Seksjoner i anlegget	34
5.6	Planskisse av Jupiter trafostasjon med LS i rød og KS i blå	36
5.7	Uniform feltinndeling	38
5.8	Blandet feltinndeling	39
6.1	Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter	40
6.2	Seksjonering av anlegget ved bruk av samleskinnebryter	41
6.3	Modell NXPLUS	43
6.4	Oppsett av NXPLUS i Jupiter transformatorstasjon	44
6.5	Effektbrytere, koblingsbryter og samleskinnekoblinger	44
6.6	3D-modell med montert NXPLUS	45
6.7	Modell 8DAB12 (Blue GIS)	46
6.8	Oppsett av 8DAB12 (Blue GIS) i Jupiter transformatorstasjon	47
6.9	Søyle står inn i fyllskapet	47

6.10	3D-modell med montert 8DAB12 (Blue GIS)	48
6.11	Ombyggingsprosess - Alternativ 1	50
6.12	Ombyggingsprosess - Alternativ 2	51

Tabeller

1	Forkortelser	xi
2	Definisjoner [1]	xii
4.1	Samleskinneløsning: fordeler og ulemper	19
4.2	De syv første kriteriene for valg av koblingsanlegg	21
4.3	lover, forskrifter, normer og retningslinjer	28
5.1	Avganger med kritisk forsyning i hver seksjon	35
5.2	Avganger uten kritisk forsyning	37
5.3	Avganger med kritisk forsyning	37
6.1	Sammenligning av koblingsanlegg	42

Forkortelser

Forkortelser	Forklaring
AIS	Luftisolert koblingsanlegg <i>Air Insulated Switchgear</i>
BSc	Bachelor of Science
CB	Effektbryter <i>Circuit Breaker</i>
CT	Strømtransformator <i>Current Transformer</i>
GIS	Gassisolert koblingsanlegg <i>Gas Insulated Switchgear</i>
GWP	Globale oppvarmingspotensialer <i>Global Warming Potential</i>
KILE	Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi
KS	Kort side i Jupiter transformatorstasjon
LS	Lang side i Jupiter transformatorstasjon
MTS	Hybrid koblingsanlegg <i>Mixed Technology Switchgear</i>
MK	Mobilt koblingsanlegg
NEK	Norsk elektroteknisk komite
NVE	Norsk vassdrags- og energidirektorat
REN	Rasjonell elektrisk nettvirksomhet
SF_6	Svovelheksafluorid
VT	Spenningstransformator <i>Voltage Transformer</i>
PEX	Tverrbundet polyetylen.

Tabell 1: Forkortelser

DEFINISJONER

Begrep	Forklaring
Arbeidsjording	Fullt dimensjonert jording og kortslutning av anleggsdeler på det stedet hvor arbeidet pågår.
Avskjerming	Del som gir beskyttelse mot direkte berøring fra enhver vanlig adkomstretning.
Avsperring	Markering som angir sikkerhetsavstanden eller andre grenser som ikke skal overskrides.
<i>Blackout</i>	En fullstendig utkobling av kraftnettet.
Elektromagnetisk induksjon	Når et magnetfelt produserer elektrisk strøm.
Endepunktsjording	Fullt dimensjonert jording og kortslutning ved alle frakoblingssteder hvorfra anlegg kan settes under spenning.
Fordelingsnett	Del av overføringsnettet som distribuerer kraft fra det regionale nett til forbrukere.
Frakobling	En sikkerhetsfunksjon som innebærer å bryte tilførselen til alle eller enkelte deler av anlegget ved at disse delene atskilles fra strømkilden(e).
Grenbryter <i>Branch circuit breaker</i>	Hovedbryter i hver avgang i et koblingsanlegg.
Gulvåpning <i>Floor openings</i>	Hull i undersiden av koblingsanlegget som lar kablene gå inn/ut av kapselen ned til etasjen under der koblingskapene skal være.
Isolasjonsnivå lynimpuls <i>Rated lightning impulse withstand voltage</i>	Største lynoverspenning anlegget eller komponenten kan maksimalt tåle.
Isolasjonsnivå merkefrekvens <i>Rated power-frequency withstand voltage</i>	RMS-verdien til overspenninger som en elektrisk enhet kan tåle.
Isolert gjennomføring <i>Insulated through-bushings</i>	Elektrisk isolator som gjør at en elektrisk leder kan passere trygt gjennom en ledende barriere, slik som tilfellet med en samleskinne som føres gjennom hull i metallkapslingen. Isolatoren er vanligvis laget av porselen; selv om andre isolasjonsmaterialer også brukes.
Jording	Metoder og tiltak som gir en god ledende forbindelse til jord.
Merkespenning <i>Rated Voltage</i>	Nominell spenning som en elektrisk komponent er designet for.

Tabell 2: Definisjoner [1]

Begrep	Forklaring
Merkesstrøm (samleskinne) <i>Rated normal current of the busbar</i>	Strømmen samleskinne skal kunne tåle under normale omstendigheter uten at det resulterer i mekanisk overbelastning eller overoppheting.
Merkesstrøm (trafo avgang) <i>Rated normal current of the feeder</i>	Strømmen koblingsanlegget, som er matet av trafo, skal kunne tåle under normale omstendigheter uten at det resulterer i mekanisk overbelastning eller overoppheting.
Nominell kortslutningsstrøm <i>Rated short-circuit making current</i>	Toppverdien til bryterstrømmen når det skjer en kortslutning i terminalene ved nominell spenning.
Nominell kortslutningsbryterstrøm <i>Rated short circuit breaking current</i>	RMS-verdien til bryterstrømmen når en kortslutning skjer i terminalene.
Nominell temporære støtstrøm <i>Rated short-time (3s) withstand current</i>	Toppverdien til kortslutningsstrømmen en elektrisk enhet kan midlertidig tåle (3 sekunder) uten at den skaper elektrisk, termisk eller mekanisk skade i komponenten.
Nominell støtstrøm <i>Rated peak withstand current</i>	Toppverdien til kortslutningsstrømmen en elektrisk enhet kan tåle.
Novec™	En rekke produkter produsert av 3M som omdekker alt fra isolasjonsgasser til flammehemmende væsker.

Tabell 2: Definisjoner [1]

1. Innledning

I innledningen er problemstilling, bakgrunnen, målgruppen, hvordan rapporten er oppbygd og avgrensningene til BSc-oppgaven presentert.

1.1 Bakgrunn

Jupiter er en luftisolert mellomspennings transformatorstasjon. Den transformerer 66 kV ned til 12 kV. 12 kV linjene forsyner nettstasjoner. Stasjonen inneholder 37 felter på 12 kV-side. Den har 3 hovedtransformatorer og to av transformatorene ble byttet i 2002. Mange av kablene som går inn til stasjonen til de forskjellige avgangene er gamle oljefylte massekabler, NKBA og DKBA. Den har en AB-dobbel samleskinneløsning med enkel effektbryter og koblingsbryter. Samleskinnene er koblet sammen i en hestesko-form og er navngitt X og Y. X-samleskinnen er delt opp i to, X1 og X2. Anlegget er konstruert innendørs i en bygning fra 1960-tallet. En av de gamle komponentene er oljefattig effektbryter. Den utgjør en risiko for både forsyning i transformatorstasjonen og for personalet som jobber der.

1.2 Problemstilling

Nettselskapet ønsker å skifte ut 12 kV-koblingsanlegg slik at stasjonen kan opereres pålitelig i tiden framover. Siden Jupiter transformatorstasjonen er essensiell for å forsyne kritiske strukturer, må noen av avgangene driftes under utskiftingsperiode.

Hvordan kan de gamle 12 kV koblingsanleggene erstattes på en sikker, kompakt og effektiv måte når stasjonen er i delvis drift?

1.3 Målgruppe

Rapporten er skrevet for en målgruppe som har kunnskap om grunnleggende elkraftteknikk teori.

1.4 Disposisjon og avgrensninger

1.4.1 Rapportens oppbygging

Rapporten består av 9 kapitler. BSc-gruppen anbefaler å lese rapporten i kapitlenes rekkefølge.

- Kapittel 1: inneholder viktige parametere for etablering av rapportskrivning.
- Kapittel 2: forklarer metoden BSc-gruppen har fulgt for å besvare på problemstillingen.
- Kapittel 3: inneholder relevant teori for å forstå BSc-oppgaven.
- Kapittel 4: vurderer forslag til samleskinneløsning og koblingsanlegg.
- Kapittel 5: forklarer hvordan ombyggingsprosessen kan bli gjennomført.
- Kapittel 6: presenterer de forskjellige alternativer BSc-gruppen har kommet frem for å besvare på problemstillingen.
- Kapittel 7: drøfting av resultatene.
- Kapittel 8: konklusjoner tatt på grunnlag av beslutninger tatt i andre kapitler.
- Kapittel 9: tilleggsdokumenter brukt i BSc-oppgaven.

1.4.2 Avgrensninger

Rapporten fokuserer på utskifting av 12 kV koblingsanlegg i Jupiter transformatorstasjon, planlegging av demonterings- og monteringsprosessen og hvordan den skal være forsynt under utskiftningsperioden. Hjelpkraftanlegg, kondensatorbatteri og transformatorene skal videreføres slik de er.

Rapporten definerer mellomspenningsanlegg fra 1 kV opp til 22 kV. Det vil si distribusjonsnettet til Norge.

2. Metode

For å besvare på problemstillingen, delte BSc-gruppen opp rapporten i tre forskjellige faser. Rapportens faser er oppbygd i en kronologisk rekkefølge.

Fasene til arbeidsmetoden er:

- Informasjonsinnsamlingsfase
- Planleggingsfase
- Ombyggingsfase

2.1 Informasjonsinnsamlingsfase

I denne fasen finner BSc-gruppen relevant litteratur som legger et grunnlag for planleggingen av ombyggingen. Den handler også om å samle teknisk informasjon rundt Jupiter transformatorstasjonen som blir brukt i planleggings- og ombyggingfase.

2.2 Planleggingsfase

I planleggingsfasen er de forskjellige løsningene til samleskinner og koblingsanleggsmo- deller som kan brukes for ombyggingen vurdert. I denne fasen blir det tatt hensyn til relevante forskrifter for utskiftingen.

2.3 Ombyggingsfase

I denne fasen gjør BSc-gruppen rede for alternativer for forsyning under ombyggingspe- rioden, hvordan det gamle anlegget blir demontert og hvor de nye koblingsanleggene blir plassert etter utskifting. Dette er den siste fasen til arbeidsmetoden.

2.4 Møter og arbeidsroller

Møter

Det var tre typer møter BSc-gruppen planla og deltok i. Disse er:

- **Møte med veiledere:** disse skjedde hver 2. uke og handlet mest om oppdateringen til BSc-oppgaven og levering av toukersrapport.
- **Interne møter:** disse skjedde hver hverdag. Under hvert møte fordelte gruppen arbeidsoppgaver som skulle gjøres til neste møte og diskuterte eventuelle problemstillinger.
- **Ekstraordinære møter:** disse hadde ikke noe bestemt tid eller dag. Disse skjedde ved behov.

Arbeidsroller

Arbeidsrollene under møtene var alfabetisk roterende slik at alle gruppemedlemmene kunne få erfaring på rollen. Rollene er:

- **Møteleder:** ansvarlig for å lede møtet, sende møteinnkallingen og fylle ut toukersrapport.
- **Møterefereent:** ansvarlig for å skrive ned viktige punkter under møtet og sende møterefereat etter møtet.

2.5 Kontaktpersoner

- Ola Furuhaug
 - NTNU - Intern veileder, generell informasjon og hjelp med rapport
- Lornts Sklett
 - Siemens - kontaktperson hos oppdragsgiver, generell- og teknisk informasjon og hjelp med rapport.
- Espen Ingebrigtsen
 - Siemens - Ekstern kontakt, kunnskap om mobilt koblingsanlegg og ombyggingsprosess
- Kontakt person 1 og 2
 - Nettselskap - Ekstern kontakt, spisset kompetanse innen konstruksjon av nettstasjoner.

BSc-gruppen kontaktet eksterne kontakter fordi de har erfaring i bransjen, noe medlemmene ikke har, og som ombyggingen til en transformatorstasjon krever. Når det kommer til kontaktene fra nettselskapet, må de anonymiseres i henhold til beredskapsforskriften/kraftberedskapsloven for å beskytte kraftsensitive opplysninger.

2.6 Litteratur og referanser

Det har blitt lest på flere artikler, bøker, datablader, og andre nettressurser. Etter å ha funnet stoff, startet gruppen å vurdere ressursene. Det ble hovedsaklig brukt 3 bøker; *Substations*, *Power Engineering Guide* og *Electrical Power Substations*. Disse bøkene ble valgt som referanser fordi de forklarer hvordan en transformatorstasjon kan renoveres, komponentene stasjonen inneholder og typer koblingsanlegg som finnes.

BSc-gruppen har også tatt hensyn til relevante forskrifter (*FSE-2006*, *FEF-2006*, *NEK440-2018*, *NEK IEC 61082-1-2014*, *NEK IEC 62271-1-2017*).

2.7 Befaring

BSc-gruppen fikk ikke mulighet til å dra på befaring på grunn av COVID-19 pandemien. Gruppen og nettselskapet måtte ta hensyn til smittevernregler for å unngå smitte.

2.8 Verktøy og programvarer

Det har blitt brukt forskjellige programvarer og verktøy for skriving av oppgaven. Følgende programmer er brukt:

- **AutoCAD 2021:** brukt for å modellere oppstillingen til koblingsanlegg i stasjonen i 2D. Det blir også brukt til å sørge for at koblingsanleggene passer og ble plassert riktig inn i 3D-modellen.
- **AutoCAD Electrical 2021:** brukt for å tegne enlinjeskjema. Denne versjonen har også funksjoner som gjør det lettere å konstruere skjemaet.
- **Revit 2021:** brukt for å konstruere og sette inn 3D-modeller av koblingsanlegg inn i modell av transformator stasjon.
- **Solibri Anywhere:** brukt for å gi en enkel og rask visualisering av Jupiter transformatorstasjon før ombyggingsprosessen.
- **Diagrams.net:** brukt for å lage flytdiagram for ombyggingsprosess av stasjonen.
- **LaTeX:** brukt for å skrive hovedrapporten.
- **Microsoft Teams:** Microsoft Teams ble valgt for sine enkle og oversiktlige funksjoner innenfor fildeling, kommunikasjon og dokumentlagring.
- **Microsoft Office:** brukt for å lage og redigere informasjon.

3. Teori

Hensikten med dette kapitlet er å gi et teoretisk grunnlag for at leseren skal ha en bedre forståelse av rapporten.

3.1 Transformatorstasjon

En transformatorstasjon er et anlegg som transformerer spenningsnivået opp eller ned. De består vanligvis av koblingsanlegg, samleskinner, kontrollanlegg, hjelpekraftanlegg, kondensatorbatterier og transformatorer. Det er via transformatorstasjoner de forskjellige nivåene av overføringsnett er koblet sammen. Det skal være begrenset til autorisert personell, slik at uvedkommende ikke skal kunne komme seg inn i anlegget [1].

3.1.1 Enlinjeskjema

Enlinjeskjema er et skjema som skal gi oversikten over komponentene i stasjonen. Skjemaet tegnes med enkle linjer og blir hovedsakelig brukt for å kunne se hvor strømmen flyter i anlegget.

3.2 Anleggsdeler

3.2.1 Transformator

En transformator er en elektrisk maskin som omformer strøm- og spenningsnivået til en linje eller en kraftstasjon. Den transformerer nivåene ifølge det elektromagnetiske induksjonsprinsippet. En transformator består av to spoler, en på primærsiden og en på sekundærsiden, og en kjerne. Spolene er laget av et material med god strømføringsevne, vanligvis kobber, mens kjernen er laget av et material med god magnetisk-overføringsevne, vanligvis jern.

Omsetningsforholdet mellom primær- og sekundærside bestemmes av antall viklinger mellom de to sidene. For ideell transformator vil dette omsetningsforholdet a bli:

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (3.1)$$

N_1 : antall viklinger i primærsiden.

N_2 : antall viklinger i sekundærsiden.

U_1 : primærspenning.

U_2 : sekundærspenning.

I_1 : primærstrøm.

I_2 : sekundærstrøm.

I virkeligheten vil dette desverre ikke være sant pga. at det er en del tap internt, som kobber- og hysterestap, i transformatoren.

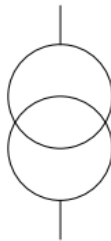
Et annet konsept som bør bli nevnt er ytelsen til transformatoren. Dette kan beregnes ved følgende formel:

$$S = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \quad (3.2)$$

S: tilsynelatende effekt [MVA]

U: spenning i effektivverdi [V]

I: strøm i effektivverdi [A]



Figur 3.1: Enlinjesymbol av transformator

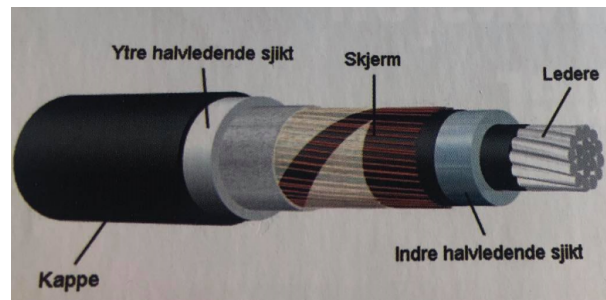
3.2.2 Samleskinne

Samleskinner er en essensiell komponent i energidistribusjon, det er en strømførende del i elektriske fordelinger og kraftstasjoner. De er lagd enten i aluminium eller kobber i form av skinner eller rør. I transformatorstasjoner har hver fase én skinne som er forbundet til avganger. Disse avgangene er ofte styrt med effektbrytere, skillebrytere eller andre sikringskurser [2].

All kraften fra innkommende linjer og som distribueres via utgående linjer er konsentrert i samleskinnene. Et avbrudd på en samleskinne vil medføre utkobling av utgående linjer. Dette gjør at omkringliggende stasjoner opplever en forhøyet kraftflyt som kan føre til skader på overføringslinjer og stasjonsutstyr. Videre kan det føre til utbredt kraftbrudd på grunn av kaskadeeffekter. Høyspentanlegget er dermed høyst avhengig av påliteligheten til samleskinnene [1].

3.2.3 Høyspent Kabelteori

Høyspenningkabler er kabler som kan driftes på over 1 kV. Disse består av forskjellige materialer med unike egenskaper, figuren under viser hvordan den vanligvis ser ut [3].



Figur 3.2: Kabel for 12 eller 24 kV [3]

Leder: Lederens materiale består av kobber eller aluminium. Lederens form er enten rund eller sektorformet.

Lederisolasjon: For høyspentkabler over 1 kV er lederen vanligvis PEX-isolert.

Halvledende sjikt: Egenskapen til det halvledende sjiktet er å jevne ut feltfordelingen for å hindre partiell selvstendig utladning som skjer rundt komponenter med høy spenning.

Skjerm: Skjermen består enten av kobbertråd eller aluminiumsbånd som skal beskytte personer ved skade på kablen. Skjermen skal kunne lede ladestrømmer og kan brukes som nulleleder og jordleder.

Ytre kappe: Den ytre kappen skal fungere som en mekanisk beskyttelse.

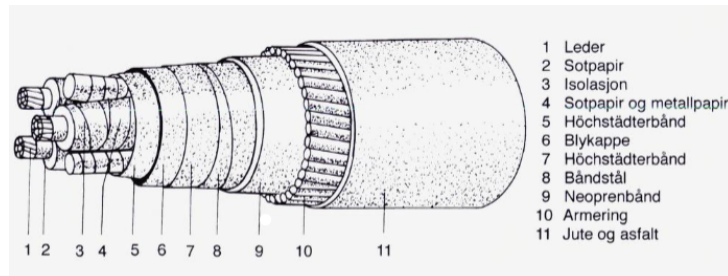
Typebetegnelse: For praktiske og nødvendige årsaker, inneholder kablene navn eller typebetegnelse. I Norge brukes det en kode som består av fire ledd [3]:

- Første ledd er kabeltypen som beskriver oppbygningen av kablen. Eksempel "TSLE". Vedlegg 9.20 beskriver de forskjellige bokstavene i det første leddet.
- Andre ledd sier hvilket spenningsnivå kablen er beregnet for. Eksempel "1 kV".
- Tredje ledd beskriver antall ledere i kablen, hvilken dimensjon den er og hvilket ledermateriale den bruker. Eksempel "3x1x240 mm² AL".
- Fjerde ledd er tilleggsopplysning, men brukes sjeldent. Eksempel "NEN 136.78".

Kabler

Papirisolert massekabel

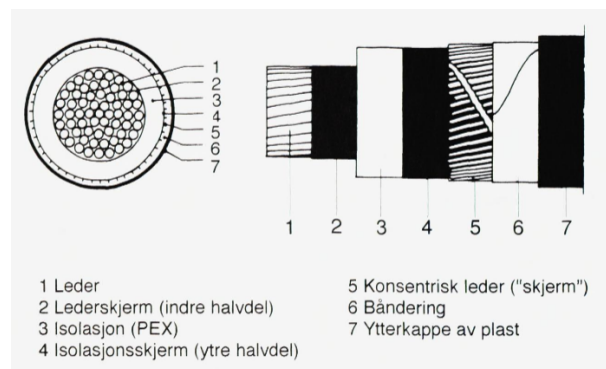
Massekablene består typisk av typen NKBA og DKBA. *NKBA* ble mest installert på 1920-årene, og bruker olje som isolasjonsmateriale. Den har en ytrekappe av jernbånd, jute og asfalt, og en blykappe som skjerm. Selve lederen er som oftest sektorformet. *DKBA* er helt lik *NKBA* bortsett fra at den bruker dryppfri olje som impregnering [4].



Figur 3.3: Oljekabel treleder OKRA 66 kV [5]

PEX-isolert kabel

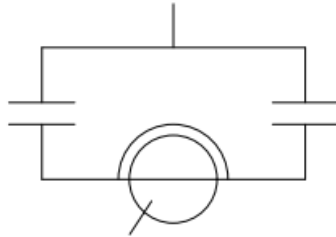
De to mest populære PEX-isolerte høyspentkablene i dag er TSLF og TSLE. Som materiale kan PEX motstå en temperatur opp til 90°C under normaldrift, og en kortslutningstemperatur på 250°C med lav forandring i isolasjonsegenskap. Dette er grunnen til at man kan belaste en PEX kabel mer enn en PVC kabel. Den har gode mekaniske egenskaper og har lang levetid [4].



Figur 3.4: PEX-isolert enleder [3]

3.2.4 Kondensatorbatteri

Et kondensatorbatteri er et sett av sammenkoblede kondensatorer som brukes til å kompensere fasen i anlegget som induktive laster skaper. I tillegg er det brukt for å redusere overføringstap [6].



Figur 3.5: Enlinjesymbol av kondensatorbatteri

3.2.5 Hjelpkraftanlegg

Er et anlegg som forsyner transformatorstasjonen i det tilfellet det skjer et brudd i energiforsyningen. Det installeres i eget rom.

Det finnes to typer:

- DC-tilleggsforsyningssystem: Hovedkomponentene i DC-tilleggsforsyning er batterier. Batteriene opererer normalt på 110-220V DC. Ventilasjonen i batterirommet må være sømmelig og temperaturen bør holdes under 25°C [7].
- AC-tilleggsforsyning: Hovedkomponentene i AC-tilleggsforsyningssystem er stasjonære hjelpkrafttransformatorer, AC-hovedfordelingsbrytere, AC-underfordelingstavler og kabelnettverk. Spenningsnivået bestemmes av den standardiserte lavspenningen i landet. Den tilfører energi til uavhengige laster som for eksempel belysningen i transformatorstasjonen [8].

3.2.6 Vern- og kontrollanlegg

Anleggene brukes for styring av komponenter, måling av strøm, spenning og effekt i et kraftforsyningsanlegg og for å beskytte anlegget mot skadelig overspenninger og/eller feilstrømmer [9].

Utstyr i kontrollanlegget kommuniserer med hverandre slik at det er en sikker overvåkning av anleggets tilstander. Siemens bruker Sicam for kontrollsystem. Sicam er utviklet med basis i Siemens PLS-system og kan benyttes i industrianlegg [10].

3.2.7 Koblingsanlegg

Et koblingsanlegg er et sett med komponenter innkapslet i en metallstruktur som brukes til å beskytte, isolere og kontrollere elektrisk utstyr, og inn-/utgående linjer i anlegget. Den består av både koblingsutstyr og verneutstyr [11].

Koblingsanlegget krever en del vedlikehold, dette er fordi mekaniske prosesser for kobling og utkobling av komponenter gjør at de slites over tid. Det er konstruert slik at det ikke er berøringsfare, energien blir overført med minst mulig tap og dens miljøpåvirkning blir forholdsvis lav.

3.3 Typer koblingsanlegg

Det finnes tre hovedtyper for koblingsanlegg:

- 3.3.1 Luftisolert Koblingsanlegg (**AIS**)
- 3.3.2 Gassisolert Koblingsanlegg (**GIS**)
- 3.3.3 Hybrid Koblingsanlegg (**MTS**)

3.3.1 AIS

AIS, *Air Insulated Switchgear*, er et koblingsanlegg der alle strømførende deler er luftisolert. De finnes både kapslet og ikke kapslet varianter. AIS er ofte oppbygd for høyspenningsanlegg [1].

3.3.2 GIS

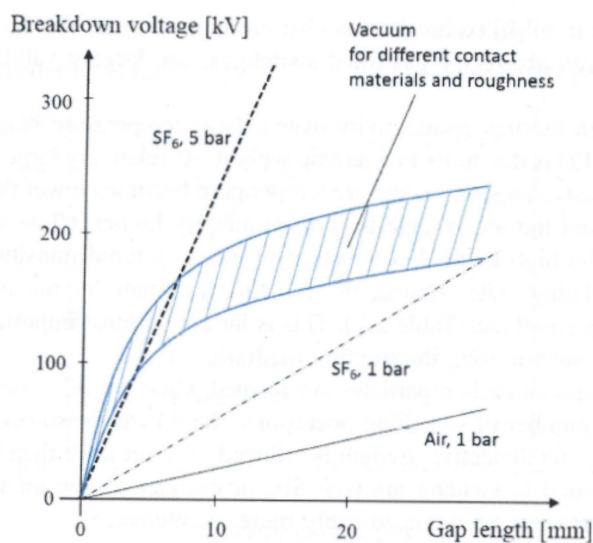
GIS, *Gas Insulated Switchgear*, er et koblingsanlegg som har et kompakt og kapslet design. Transformatorstasjoner med gassisolert anlegg kan operere i byområder eller i mer industrielle steder utenfor byen, de kan være både innen- eller utendørs. GIS er brukt i transformatorstasjoner med opptil 550 kV, det norske kraftsystemet har maks spenning på 420 kV [1].

SF_6

SF_6 ble framstilt i 1901, men ble først tatt i bruk i effektbrytere i midten av 60-årene og videre brukt i GIS på 70-tallet. På grunn av dens isolerende egenskaper kunne GIS bli mye mindre enn AIS og blir derfor ofte brukt der plassbesparelse er ønskelig.

SF_6 er en stabil, fargeløs, luktløs, ikke brennbar og ikke giftig dielektrisk gass. Det at en gass er dielektrisk betyr at det ikke leder strøm når det er utsatt for et elektrisk felt, slik gassutladningslamper som Neonlys og Argonlys gjør. Den er også en bedre elektrisk isolator enn luft og tørt nitrogen.

Når SF_6 settes under 400 – 600 kPa absolutt trykk, er den 3-4 ganger bedre til å isolere enn luft. Den har også gode kjøleegenskaper som gjør den 100 ganger bedre enn luft til å slukke lysbuer.



Figur 3.6: Gjennomslagsspenning for ulike isolasjonsmedium som funksjon av avstand mellom spenningsførende deler [12]

Dens dielektriske effekt kan derimot svekkes ved intern forurensing som f.eks. vann og metallpartikler, som lettere leder strøm. Det er et reelt problem som må tas høyde for i testing av komponenter, og i aktiv bruk av utstyr. Vann kan sige inn og metallpartikler kan bli dannet i en brytesituasjon. GIS kommer derfor med hygroskopiske innlegg for å absorbere vann. Når det kommer til metallpartikler har noe utstyr partikkelfangere, som kan fange opp slike forurensinger. Dette senker sjansen for skade på utstyret [13].

Alternativer til SF_6

Det har i senere år blitt mer fokus på å gå vekk fra SF_6 og over til andre isolasjonsgasser. Grunnen er at, mens SF_6 er den beste gassen til isolasjon og lysbueslukking, er den også den mest potente klimagassen i verden, den er 23 500 ganger verre enn CO_2 . Det er naturligvis utviklet alternativer til SF_6 . To av alternativene gruppen fant var " g^3 "^[1], av GEgrid solutions og "*AirPlus*", av ABB.

Alternativene inneholder forskjellige Novec™ gasser (Novec™ 4710 og Novec™ 5110), som er utviklet av 3M. GEgrid solutions hevder deres isolasjonsgass " g^3 ", som inneholder Novec™ 4710, er over 99% bedre enn SF_6 når det kommer til GWP^[2] [14]. ABBs "*Airplus*", som inneholder Novec™ 5110, hevdes å være nærmere 100% [15]. Begge disse gassblandingene kan sies å være nært CO_2 s klimagasspotensial [12] [16].

¹ g^3 - Green gas for grid

²GWP - Global Warming Potential

Siemens sitt alternativ er “*Clean Air*”, som enkelt nok består av ren luft. “*Renluftløsninger er ikke bare miljøvennlige, de er også fremtidssikre for brukere, siden det ikke forventes at det implementeres noen restriksjoner på det*” – Ulf Katschinski, Administrerende direktør for høyspennings bryterteknologi i Siemens Energy. Det skal sies at en renluftløsning er dyrere enn SF_6 å produsere, men med tid blir disse løsningene trolig billigere å produsere [17].

3.3.3 MTS

MTS, *Mixed Technology Switchgear*, er en mellomspennings transformatorstasjon med en blandet løsning for koblingsanlegg, den består av komponenter fra både AIS og GIS. Det kan for eksempel bestå av effektbrytermodul fra AIS og kabelmodul fra GIS. Denne typen koblingsanlegg har som hensikt å få det beste av de to koblingsanleggene nevnt over. Transformatorstasjoner med et MTS-anlegg er vanligvis brukt der både kostnader og arealbruk er en utfordring [18].

3.4 Hovedkomponenter i koblingsanlegg

3.4.1 Effektbryter

En effektbryter er dimensjonert for å utkoble anlegget og slukke lysbuen ved maksimal kortslutningsstrøm [18] [19].

Det er fordi når kontaktorene åpnes og lysbuen formes vil noe av metallet på overflaten av kontaktorene fordampes. Dette skjer på grunn av de høye temperaturene som oppstår i kontaktpunktet mellom kontaktorene og lysbuen. Ved strømmens neste nullgjennomgang, vil lysbuen slukkes og metall dampen vil kondensere på kontaktflatene igjen, og dermed vil ikke en ny lysbue formes [20].

Det finnes tre hovedmekanismer for effektbryter [18] [21]:

- Hydraulisk: Den bruker trykksatt hydraulisk væske for å åpne og lukke effektbryteren.
- Pneumatisk: Trykkluft er energikilden som åpner- og lukker effektbryteren.
- Fjærdrevet: En laddet fjær frigrir effektbryterens åpnings- og lukkesklemmer.

Oljefattig effektbryter

Dette er en type effektbryter som bruker olje som slukkemiddel for å slukke lysbuen. Det var vanlig å bruke disse i mellomspenningsanlegg, men det er fare for brann ved bruk av disse. Dermed er det ønskelig å erstatte dem med andre typer effektbrytere som bruker andre slukkemiddel for lysbuen.

Vakuumbryter

Dette er en type effektbryter som bruker vakuum i lysbuekammeret. Denne typen effektbryter har lengre levetid enn andre typer effektbrytere, det er også veldig liten fare for brann, og den er miljøvennlig.



Figur 3.7: Enlinjesymbol av effektbryter

3.4.2 Skillebryter

Skillebryter kobler inn eller ut deler av anlegget og dermed isolerer anlegget fra tilkoblingspunktet. Den er designet for å koble ut små induktive strømmer, fra f. eks. transformatorer, eller kapasitive strømmer, fra f. eks. kondensatorbatteri [18][19].



Figur 3.8: Enlinjesymbol av skillebryter

3.4.3 Jordkniv

Kjent også som jordslutter eller jordskillebryter, er brukt til å koble inn og ut anleggsdeler, linjer eller kapasitivt utstyr til jord [19].



Figur 3.9: Enlinjesymbol av jordkniv

3.4.4 Overspenningsavleder

Den beskytter koblingsanlegget mot skadelige overspenninger.

3.4.5 Strømtransformator (CT)

Transformerer ned høye strømmer på primærsiden til målbare verdier på sekundærsiden. Sekundærstrømmen er proporsjonal med primærstrømmen. Sekundærstrømmen er standardisert til 1A eller 5A ved nominell fasestrøm.



Figur 3.10: Enlinjesymbol av strømtransformator

På sekundærsiden er det tilkoblet instrumenter med lav impedans. Derfor kan CT betraktes som en transformator i kortslutning [22][23].

3.4.6 Spenningstransformator (VT)

Transformerer ned høyspenninger på primærsiden til målbare verdier på sekundærsiden. Sekundærspenningen er proporsjonal med primærspenningen. Sekundærspenningen er standardisert til 110V eller 220V ved nominell fasespenning.

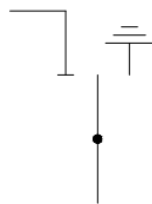
VT konstrueres slik at tapene blir små og på sekundærsiden er det tilkoblet instrumenter med høy impedans. Derfor kan VT betraktes som en transformator i tomgang [10].

3.4.7 Forrigling

Forhindrer uønskede tilstander, evt. farlig tilstander i koblingsanlegget. Disse forhindringene kan være oppnådd gjennom en mekanisk, elektrisk, evt. mekanisk og elektrisk tilstand. I tillegg blir sikkerhetskravet for personell oppfylt og sjanser for ulykker i anlegget redusert.

Tre posisjonbryter

Dette er en gassisolert rotasjonsbryter som har evnen til å være åpen, lukket eller jordet. Den er brukt til å gjøre utstyret sikkert å jobbe på ved å jorde det. Den er typisk for gassisolerte anlegg.



Figur 3.11: Enlinjesymbol av treposisjonsbryter

3.4.8 Kapsling

Koblingsanlegget er konstruert av en jordet metallinnkapsling som forsikrer optimal og sikker funksjon. Den er delt i tre moduler [18]:

- En modul for effektbrytere: vanligvis plassert i front av koblingsanlegget.
- En modul for samleskinnekoblinger: vanligvis plassert i toppen av koblingsanlegget.
- En modul for CT og kabler: vanligvis plassert i bak av koblingsanlegget.

Modulene følger et trykkdesign kriterier. Skapet skal da klare å holde isolasjonsgass inn under normalt tilstand, og i feilsituasjoner som øker internt trykk, dirigere gasser ut igjennom bruddskiver (metalldisker) og ut av skapet i en kontrollert retning [18] [24].

3.5 Mobilt koblingsanlegg

Et mobilt koblingsanlegg er et koblingsanlegg laget for å kunne bli brakt til en lokasjon og bli koblet opp mot kraftlinjene. Det skal levere kraft ut til forbrukere eller videre til andre nettstasjoner. Disse brukes i korte eller lange perioder, avhengig av hva situasjonen er og hva det mobile anlegget er bygd for ^[3].

³Oppdragsgiver Lornts Mikal Sklett, Siemens AS, 2021

4. Planlegging

Dette kapitlet har som formål å vurdere alternativer for samleskinneløsninger og modeller av koblingsanlegg som kan brukes ved ombygging av transformatorstasjonen.

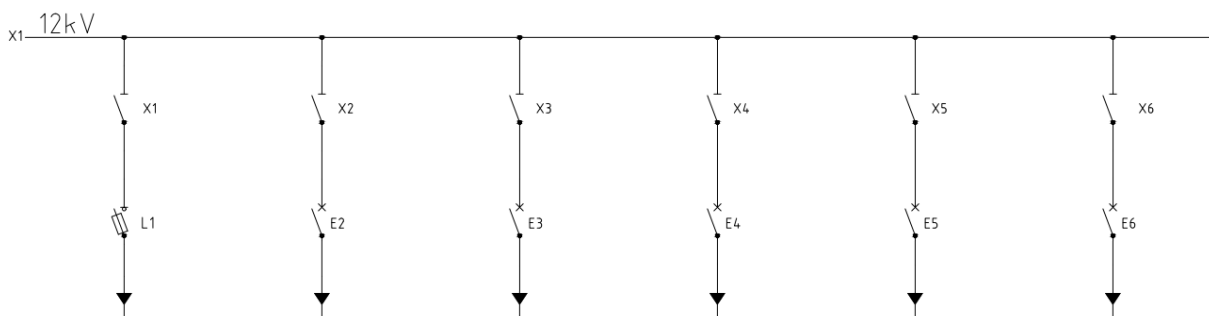
4.1 Samleskinneløsning

For å ta et valg av samleskinne- og bryterløsninger, har Terje Rønningen fra Siemens, i sin gjestepresentasjon fortalt at det må tas hensyn til flere viktige kriterier. Blant disse er forsyning- og personsikkerhet, alternative forsyningsmuligheter ved utfall, vedlikeholdsarbeid, oversiktighet og muligheter for fremtidige utvidelser. Videre nevner han at det også må tas hensyn til samleskinnekonfigurasjonen. Her må det undersøkes antall avganger, investeringskostnader, krav til redundans, system og vedlikeholdsvennlighet, fleksibilitet med henhold til operasjon av anlegget, KILE-kostnader, antall innmatingspunkter fra transformatorer og standardisering [25].

Valg av samleskinneløsning er viktig for at strømmettet i transformatorstasjonen skal kunne flyte uforstyrret. I forhold til valg av kabel er valg av samleskinner enklere fordi de moderne løsningene kommer ferdig fabrikkert. Da slipper man å tenke på faktorer som gruppering og isolasjonsmateriale.

4.1.1 Enkel samleskinneløsning

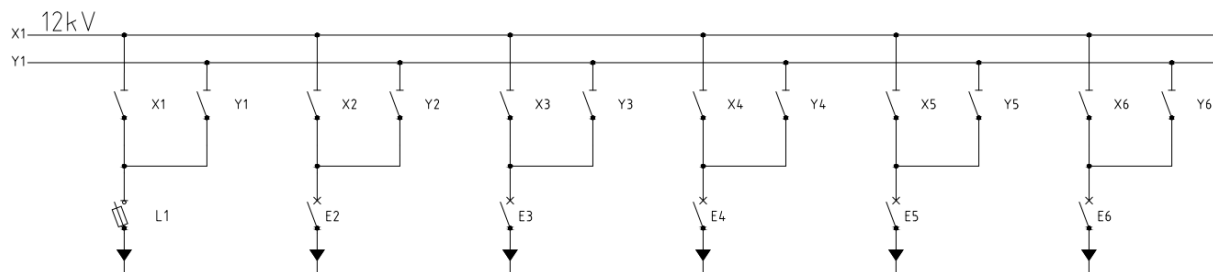
Enkel samleskinneløsning trenger mindre vedlikehold og er lett å operere. Dette er også den billigste løsningen for samleskinner. Derimot kan man se at for en transformatorstasjon med mange avganger, vil konsekvensen av feil på samleskinne resultere i store KILE kostnader pga. liten fleksibilitet. Svakheterne til enkel samleskinneløsningen kan styrkes ved å dele opp skinnen.



Figur 4.1: En del av enlinjeskjema for enkel samleskinneløsning

4.1.2 Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter

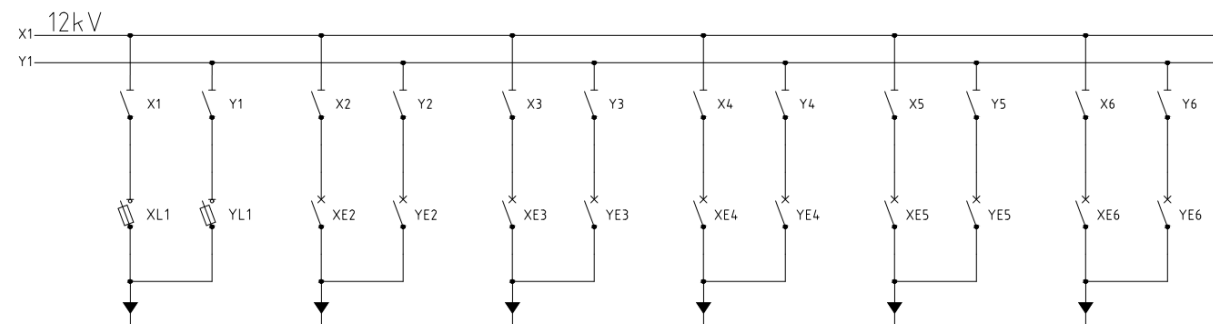
Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter er et pålitelig og fleksibelt alternativ. Denne løsningen er vanlig brukt i mellomspenningsanlegg. I Jupiters tilfelle, inneholder denne løsningen 43 effektbrytere og 90 skillebrytere.



Figur 4.2: En del av enlinjeskjema for dobbel samleskinneløsning med én effektbryter

4.1.3 Dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere

Dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere er den dyreste løsningen for dobbel samleskinne. I likhet med forrige løsningen har denne høy fleksibilitet, og pålitelighet. Det er lagt en ekstra effektbryter per avgang. I Jupiters tilfelle, inneholder denne løsningen 86 effektbrytere og 90 skillebrytere.



Figur 4.3: En del av enlinjeskjema for dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere

4.2 Vurdering av samleskinneløsning

Konsept	Fordeler	Ulemper
Enkel samleskinne	<ol style="list-style-type: none">1. Lavest kostnad2. Mindre vedlikehold3. Lett å operere	<ol style="list-style-type: none">1. Feil på samleskinne gir full utkobling av stasjonen2. Kun én transformator kan være tilkoblet per samleskinne
Dobbel samleskinne med én effektbryter	<ol style="list-style-type: none">1. Omstillingsfleksibelt2. Mer pålitelig med ekstra samleskinne3. Transformatorer kan kobles til forskjellige samleskinner	<ol style="list-style-type: none">1. Ekstra kostnad for ekstra skillebryter og samleskinne
Dobbel samleskinne med to effektbrytere	<ol style="list-style-type: none">1. To effektbrytere per avgang2. Høy omstillingsfleksibilitet3. Transformatorer kan kobles til forskjellige samleskinner	<ol style="list-style-type: none">1. Dyreste løsning

Tabell 4.1: Samleskinneløsning: fordeler og ulemper

4.2.1 Avgjørelse

Enkel samleskinneløsning vil være den billigste løsningen, men på bekostning av pålitelighet. Likevel i en slik stasjon med kritiske forsyninger og mange avganger, vil ikke denne løsningen være gunstig. For å styrke påliteligheten til et akseptabelt nivå, velger BSc-gruppen å se nærmere på en løsning med en ekstra samleskinne. Ut fra informasjonen gitt av oppdragsgiver kan det bare kobles én transformator per samleskinne. Dette gjør at ved å bruke seksjonert enkel samleskinneløsning mister man muligheten til å bruke en tredje transformator.

Dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere vil være enda en oppgradering fra dobbel samleskinneløsning med én effektbryter når det kommer til pålitelighet. En ekstra effektbryter vil gjøre systemet mer redundant dersom det skulle oppstå feil på en av effektbryterne. I denne oppgaven er det estimert at den økte påliteligheten ikke er verdt de ekstra kostnadene ved å velge denne løsningen.

Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter vil være en oppgradering fra enkel samleskinneløsning for å styrke påliteligheten. Denne varianten er en standard løsning i et mellomspenningsanlegg og velges videre som forslag til Jupiter transformatorstasjon.

4.3 Valg av koblingsanlegg

Valg av type mellomspennings koblingsanlegg er viktig for å sikre en pålitelig funksjon og forsyning av en transformatorstasjon. For gruppen sto valget mellom luftisolert- og gassisolert- koblingsanlegg.



Figur 4.4: Mellomspennings gassisolert koblingsanlegg, 8DA og 8DB fra Siemens [26]

4.3.1 Luftisolert koblingsanlegg

En av hovedgrunnene til at man kunne ha tenkt seg å velge AIS er at den er generelt billigere enn GIS. En annen fordel med AIS er at det er relativt lettere å utvide og modifisere anlegget dersom det blir behov for dette i fremtiden. Ulempen med AIS er at den tar mer plass på grunn av dårligere isolasjonsegenskaper. Den pleier å være større enn sin motstykke, GIS. Luftisolert koblingsanlegg er vanligvis brukt for høyspenningsanlegg, men det er også mulig å bruke det i mellomspenningsanlegg [18].

4.3.2 Gassisolert koblingsanlegg

Mellom AIS og GIS er initialkostnadene til GIS større. GIS tar mindre plass på grunn av at den har bedre isolasjonsegenskap enn vanlig luftisolert anlegg. Arealbruken til trafostasjonen er veldig viktig når det gjelder kostnader, særlig i byer. Den er også beskyttet fra omgivelsene med tanke på f.eks. støv, fuktighet og salt i luften. På grunn av dette er vedlikeholdskostnader lavere i forhold til AIS [18].

4.4 Valg av GIS

For ombyggingen av Jupiter transformatorstasjon ble MTS og AIS utelukket tidlig og dermed ikke tatt med i vurderingen for valg av de nye koblingsanleggene. Dette er fordi det er tenkt å redusere arealforbruket i stasjonen etter ombyggingen. I tillegg ble det foreslått av oppdragsgiver å fokusere på GIS løsninger.

BSc-gruppen vurderer fire modeller: 8DAB12, 8DB10, NXPLUS og NXPLUS-C. Disse modellene er produsert av Siemens og er potensielle løsninger for utskiftingen av 12 kV anlegg i Jupiter transformatorstasjonen.

4.4.1 Kriterier

For å sørge for at man velger riktig koblingsanlegg tok gruppen hensyn til data gitt av nettselskapet, vist i Tabell 4.2.

Kriterium	Verdi
Merkespenning	12kV
Merkestrøm trafoavgang	2500A
Merkestrøm øvrige avganger	1250A
Merkestrøm samleskinne	2500A
Kortslutningsstrøm	25kA
Isolasjonsnivå merkefrekvens	28kV
Isolasjonsnivå lynimpuls	75kV

Tabell 4.2: De syv første kriteriene for valg av koblingsanlegg

Gruppen utvidet tabellen med nye kriterier. Disse vises i Vedlegg 9.2. Størrelsen til gulvåpningene er et av de viktigste kriteriene for valg av koblingsanlegg. Nettselskapet ønsker helst å gjenbruke gulvåpningene fra det eksisterende anlegget om mulig. Jupiter trafostasjon er et relativt gammelt bygg, ved å bore nye gulvåpninger i 2. etasjen kommer dette til å svekke styrken i gulvet.

Det er ekstremt viktig å vite hvor mye belastning og vekt bygget tåler. Man skal på ingen som helst måte risikere integriteten til bygget, siden dette vil sette personell og utstyr i fare. Dette blir diskutert videre i Kapittel 7.

4.4.2 Modellvurdering

For å velge koblingsanlegg for Jupiter transformatorstasjon, er det tatt i betraktning hvilke fordeler, ulemper og dimensjoner de fire modellene har. Disse betraktningene er vist i Vedlegg 9.2.



Figur 4.5: Modell 8DAB12 (Blue GIS) [27]

8DAB12 (Blue GIS): Modellen er et godt valg for oppgraderingen fordi den oppfyller det tekniske kriteriet for transformatorstasjonen og har et enkelt koblingsanlegg for dobbelsamleskinneløsning. Hvis 8DAB12 modellen blir valgt, får man en miljøvennlig løsning fordi den bruker “*Clean Air*” som isolasjonsgass. 8DAB12 sine gulvåpninger er nesten seks ganger større enn de eksisterende gulvåpningene. Dette er et problem siden styrken til gulvet svekkes og kan dermed føre til kollaps.



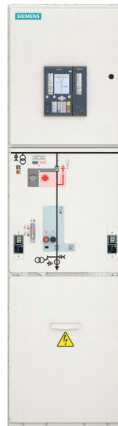
Figur 4.6: Modell 8DB10 [26]

8DB10: Modellen tilbyr mer eller mindre samme fordelene som 8DAB12, men den gir ikke en miljøvennlig løsning fordi den bruker SF_6 som isolasjonsgass. Det hevdes av produsenten at utvidelser av koblingsanlegg med dobbelt samleskinne er mulig uten å avbryte driften grunnet dens modulære design. Den har også store gulvåpninger, dette gir den samme utfordringen som med 8DAB12.



Figur 4.7: Modell NXPLUS [28]

NXPLUS: Dette koblingsanlegget bruker SF_6 som isolasjonsgass. NXPLUS har generelt et mer kompakt design sammenlignet med de to tidligere nevnte koblingsanleggene. Dette betyr at gulvåpningene i dette koblingsanlegget er betydelig mindre sammenlignet med 8DAB12 og 8DB10.



Figur 4.8: Modell NXPLUS-C [29]

NXPLUS-C: NXPLUS-C har essensielt de samme egenskapene som NXPLUS. Det som gjør C-varianten mer attraktiv er at hvert skap er mer kompakt enn NXPLUS. NXPLUS-C har en rygg-mot-rygg montering for dobbelsamleskinneløsning. Med en slik montering er man nødt til å flytte anlegget ut mot midtgangen for å kunne drifte koblingsanlegget. Dette motarbeider at det skal være en plassbesparelse løsning. I tillegg finnes det ikke en variant som tilfredsstillende den dimensjonerende merkestrømmen til samleskinnene (2500A).

4.4.3 Avgjørelse

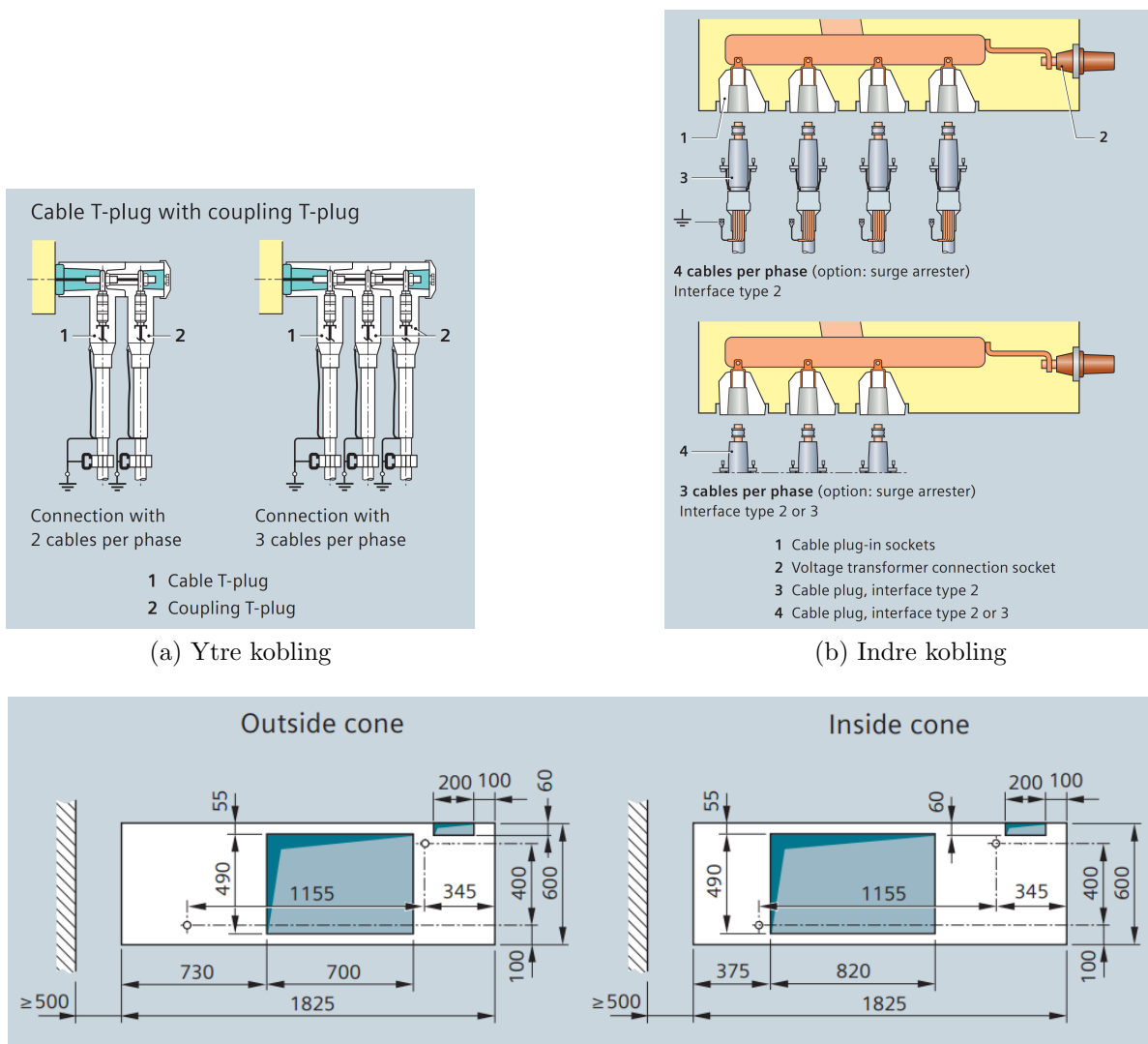
Av de fire gass isolerte anleggene har BSc-gruppen bestemt seg for å gå videre med to, NXPLUS og 8DAB12. Gruppen mener at disse er de beste alternativene. Hovedgrunnene til valgene er med hensyn på plassbesparelse og miljø. Dette blir omtalt i Kapittel 7 - Diskusjon.

4.4.4 Kabeloppkobling mot koblingskap

Det er to alternativer for endeavslutning for NXPLUS og 8DAB12. Disse to alternativene er kalt ytre- og indre kobling, hvor NXPLUS kan bli lagd til å passe begge, mens 8DAB12 kan bare ha indre kobling [28] [27] [30].

Disse tilkoblingene er plassert litt forskjellig inne i koblingsanlegget, noe som gjør at gulvåpningene blir påvirket av hvilken type som blir valgt. Antall kabler per fase påvirker også størrelsen på gulvåpningene under skapene. Det som vises i brosjyrene er maksimal størrelsen til gulvåpningene.

Et eksempel på dette er vist i figur 4.9a under med T-plugger som er en ytre kobling. Her ser man hvordan flere kabler kan bli "stabled" utenpå hverandre på hver fase. Om det er to kabler per fase vil det være totalt seks kabler koblet opp mot skapet, det gjelder også for indre koblinger. Se Figurer 4.9a og 4.9b.

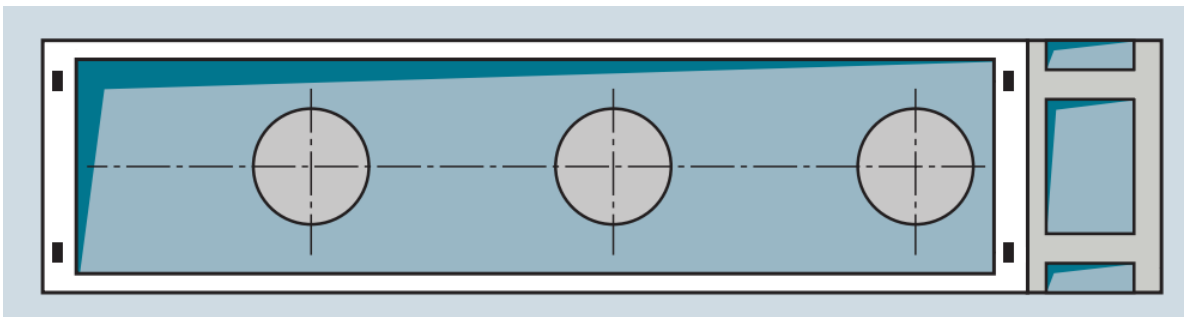


Figur 4.9: Typer koblingsoverganger til bryteranlegg [28]

Den ytre koblingen er billigere og kan ta mindre plass, noe som gjør gulvåpningene mindre. Ledningsevnen er redusert siden seriekobling av konnektorene skaper en flaskehals i første kobling. Dens maksimale ledeevne er satt til 1250 A. Denne ledningsevnen er ofte akseptabel for linjeavganger.

Kablene blir koblet opp på en intern skinne i koblingsskapet, se Figur 4.9b. Den indre koblingen er mekanisk mer stabil og tåler høyere strømmer. Dette gjør at den er gunstig for trafoavganger som skal levere store mengder strøm inn på samleskinnen eller en høylast avgang som trekker mye strøm.

Når det kommer til gulvåpningene for NXPLUS med ytre kobling er skapet konstruert slik at oppkobling i skapet skjer bakerst og stables framover. Dette blir vist lengst til venstre i figur 4.9a). Det trengs da bare å åpne opp gulvet for de kablene som må igjennom. Med indre kobling, kan kableten plasseres på hvilket som helst av festepunktene. Mens for 8DAB12 er åpningene fastsatt på visse punkter. En ekvivalent framvisning kan bli sett i figur 4.10 under, som viser festepunktene til kabel for 8DB10.



Figur 4.10: Gulvåpning 8DB10 [26]

4.5 Enlinjeskjema, 2D- og 3D-modeller

Bestemmelsen landet på å lage tre skjemaer. Et skjema for enkel samleskinneløsning, et for dobbel samleskinneløsning med én effektbryter og et for dobbel samleskinneløsning med to effektbrytere.

Hensikten til enlinjeskjemaet er å skaffe oversikt over Jupiters feltstruktur og for å framvise forslag til feltrekkefølge for nettselskapet. Enlinjeskjemaet viser også komponenter og dens merkeverdier. Komponentene som settes inn i enlinjeskjema har symboler som kan bli funnet i normen NEK IEC 61082-1:2014. Nettselskapet hadde allerede utarbeidet et enlinjeskjema med forslag til hvordan de ønsket feltstrukturen i transformatorstasjonen å være. I utgangspunktet var gruppens intensjon å bruke enlinjeskjemaet som nettselskapet supplerte dem med bare som inspirasjon. Det skulle så bli utarbeidet et eget forslag når det ble oppklart hvordan koblingsanleggene endelig skulle stå.

Når det endte med at alle koblingsskapene kunne stå oppstilt som indikert på nettselskapets enlinjeskjema, ble det lite behov for å endre på det. 8DAB12 følger forslaget til nettselskapet, mens med NXPLUS må antall reserveavganger reduseres med 3 for å få plass til alle skapene på den lange siden. Det er valgt å bare legge ved enlinjeskjemaet til dobbel samleskinneløsning med én effektbryter, se Vedlegg 9.17.

Det har blitt lagd en 2D-modell for å fastsette posisjonen til skapene inn i 3D-modellen av stasjonen. Gruppen plasserte anleggene med en “top-down” synsvinkel. Med dette var det enkelt å justere posisjonene til skapene.

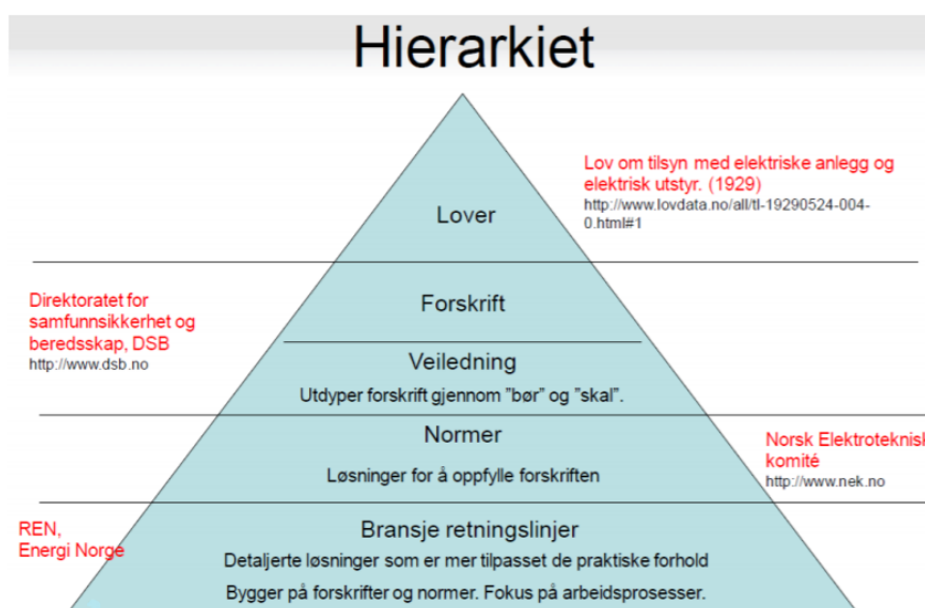
Det har blitt lagd egne 3D-modell av NXPLUS og 8DAB12. Dimensjonene blir tatt ut fra brosjyrene for begge koblingsskapene, samt brosjyren til 8DB10[26] som har like ytre dimensjoner som 8DAB12. Se Vedlegg 9.4 og 9.3. Når 3D-modellene var ferdigstilt kunne de bli importert inn i modellen av Jupiter transformatorstasjon.

4.6 HMS- og regelverk

For å ivareta sikkerheten og funksjonen ved utskifting av komponenter i transformatorstasjonen uten å fremby fare for liv, helse og materiell, er det utarbeidet regelverk. Figur 4.11 viser strukturen i regelverket. De fleste lover og forskrifter er tilgjengelig på lovdata.no. Lover skal tilrettelegge for sikkert arbeid og gir en trygghet for de som gjør jobben. FEF, FSE og internkontrollforskriften inneholder rettigheter og plikter.

Noen av de mest relevante punktene til denne oppgaven er lagt til i Vedlegg 9.21 (FEF 2006), 9.22 (FSE 2006) og 9.23 (NEK 440).

Forskriftskrav og normkrav



Figur 4.11: Oversikt over strukturen i det norske regelverket, DSB, 2015 [31]

4.6.1 Oversikt over lover, forskrifter, normer og retningslinjer

Navn på lover, forskrifter, normer og retningslinjer	Formål
FEF - Forskrift om elektriske forsyningsanlegg	Formålet med forskriften er at elektriske forsyningsanlegg skal prosjekteres, utføres, driftes og vedlikeholdes slik at de ikke frembyr fare for liv, helse og materielle verdier og samtidig ivaretar den funksjonen de er tiltenkt.
FSE - Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg	Forskriften skal ivareta sikkerheten ved arbeid på eller nær ved, samt drift av elektriske anlegg. Det stilles krav om at aktivitetene skal være tilstrekkelig planlagt og at det skal iverksettes nødvendige sikkerhetstiltak for å unngå skade på liv, helse og materielle verdier.
NEK 440- Norsk Elektroteknisk Komité	NEK 440 gir i første del generelle regler for prosjektering og montasje av elektriske stasjonsanlegg med nominell spennings over 1 kV AC og nominelle frekvenser til og med 60 Hz for å sørge for nødvendig sikkerhet og funksjon i forhold til tiltenkt bruk. Andre del av normen anvendes til å spesifisere krav til prosjektering og montasje av jording av de samme elektriske installasjonene.
REN - Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet	REN utvikler retningslinjer og verktøy for å ivareta beste praksis innen prosjektering, montering, drift og vedlikehold av det elektriske nettet.
TEK17 - Byggeteknisk forskrift	Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.

Tabell 4.3: Lover, forskrifter, normer og retningslinjer

4.6.2 Avfallshåndtering

Etter byggt teknisk forskrift TEK17 § 9-6 skal det ved riving av konstruksjoner eller anlegg som genererer avfall på over 10 tonn bygg- og rivningsavfall, utarbeides en avfallsplan [32]. Mal for avfallsplan finnes i Vedlegg 9.15.

4.6.3 Risikovurdering

På bakgrunn av “FSE-2006 § 10 - Planlegging av arbeid”, skal det utføres en risikovurdering som skal sikre personell og materiell mot uforutsette hendelser. Denne skal signeres og gjennomgås av alle som er involvert i arbeidet før selve arbeidet settes i gang.

BSc-gruppen har utarbeidet et forslag til risikovurdering som er beskrevet i Vedlegg 9.16. Malen er laget av NTNU.

4.6.4 KILE-kostnader

KILE-kostnader, kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi, er en ordning med formål for å insentivere nettselskapene til å drifte nettet på en slik måte at forbrukere ikke unødig byrdes ved eventuelle feil. Det må netteier ta hensyn til under enhver utbedring som skjer på nettet. Om en feil skulle oppstå, vil dette føre til en inntektsreduksjon for nettselskapet. De må også annonsere utkoblinger 2-14 dager i forveien til alle som berøres for å unngå KILE-kostnader. Mengden vil bli beregnet i samsvar med forbrukernes tapte inntekter og/eller ulemper under feilperioden [33].

NVE beregner KILE-kostnader for forskjellige kundegrupper:

- Jordbruk
- Husholdning
- Industri
- Handel og tjenester
- Offentlig virksomhet
- Industri med el-drevne prosesser

Denne ordningen er lovpålagt innen *Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariff* under §9-1 *Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke levert energi* [34].

Avbruddskostnader er beregnet ut ifra mange parametere og variabler som for eksempel varighet, tidspunkt og forutsigbarhet. Det gjør beregningene veldig avanserte og faller utenfor denne rapportens grenser.

4.7 Skjøt og endeavslutning

Som nevnt i bakgrunnen går gamle oljefylte kabler inn i stasjonen til de forskjellige avgangene. For å vedlikeholde kabelisolasjonen, må det etterfylles olje fra en kopp og et rør. Nettselskapet ønsker å få oljekablene ut fra bygget fordi en slik kabel lekker og svette olje ^[1]. Utenfor stasjonen, graves kablene opp, kappes og skjøtes over til PEX kabler. Dermed slipper man problemet med oljepåfylling i fremtiden. Montasje for overgangsskjøten beskrives i Vedlegg 9.7, og klargjøringen i Vedlegg 9.8.

Det må utføres ny endeavslutning som vist i Vedlegg 9.9 og skjøt som vist i Vedlegg 9.6 for kabler som skjøtes til PEX. Skjøtearbeidet gjennomføres etter at koblingsanleggene er ferdigmontert, og for å spare tid kan endeavslutningene gjøres under forberedelsesfasen.

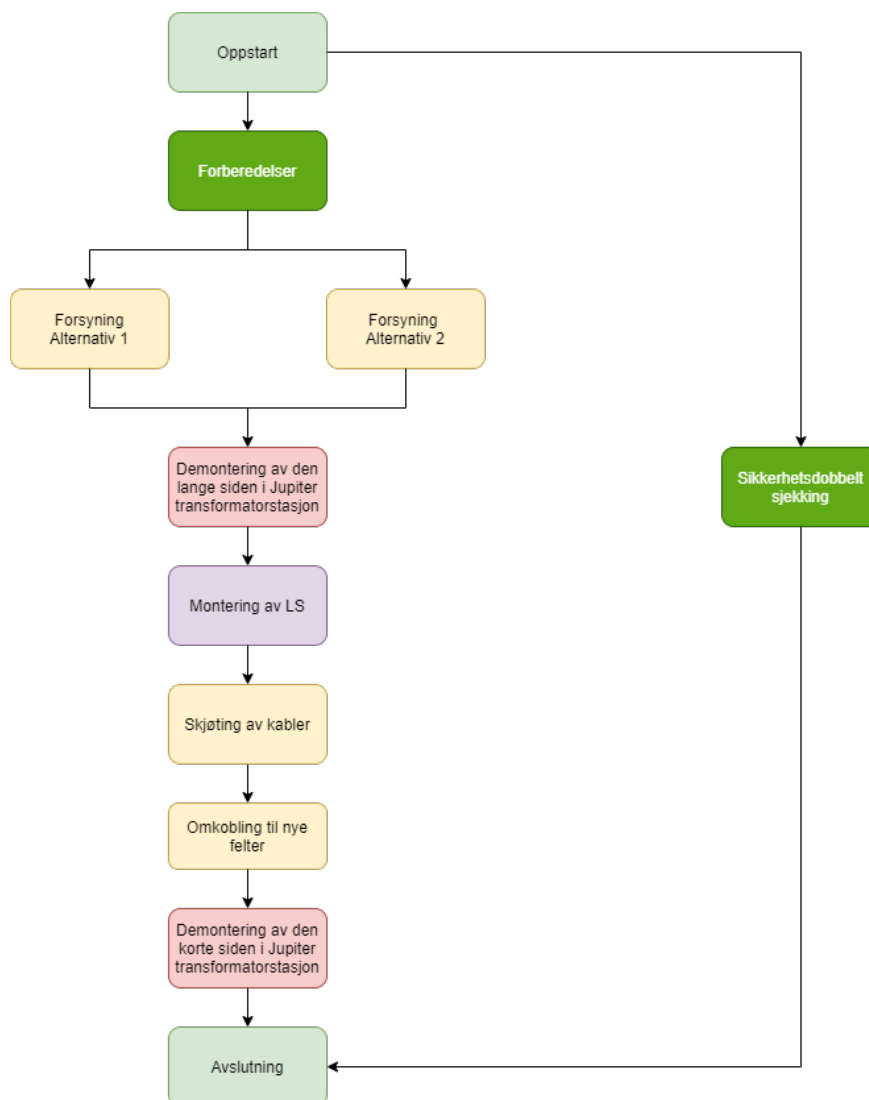
¹Kontaktpersoner i nettselskapet, 2021

5. Ombygging

Under dette kapitlet blir de nødvendige prosessene som går inn i ombyggingsfasen av BSc-oppgaven beskrevet. HMS- og regelverk er også en del av ombyggingsprosessen men dette ble nevnt i underkapittel 4.6. Ombyggingsprosessen er delt opp i fire faser:

- Forberedelser
- Forsyning under ombyggingen
- Demontering
- Montering av det nye anlegget

Den generelle prosessen til ombyggingen er illustrert i figuren nede.



Figur 5.1: Flytdiagrammet til den generelle prosessen for ombyggingen

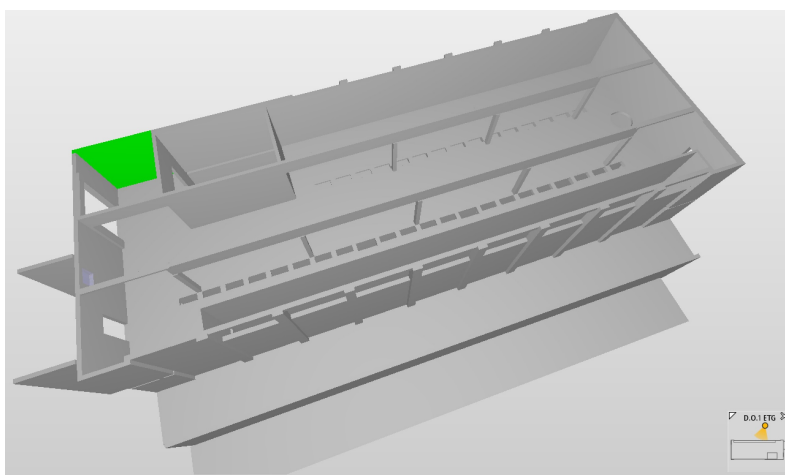
5.1 Forberedelser

Før arbeidsprosessen settes i gang, må det utføres en rekke sikkerhetsprosedyrer og protokoller.

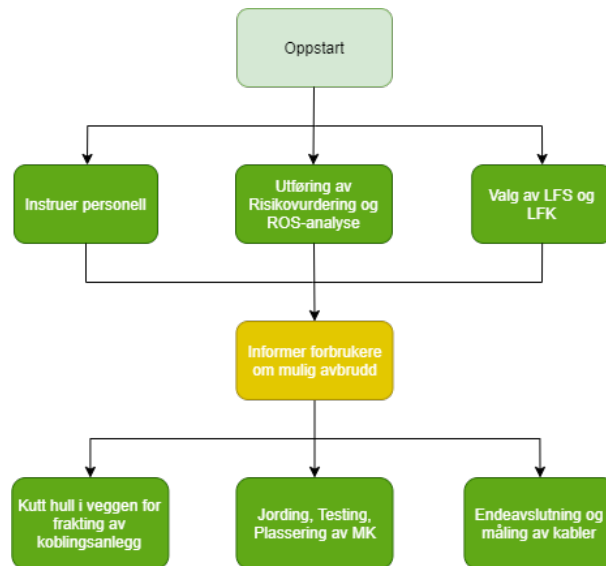
For å unngå uønskede hendelser under arbeidet skal nettselskapet lage en ROS-analyse. Sammen med en risikovurdering, informeres arbeidspersonell om potensielle farer og sikkerhetsrutiner. En av sikkerhetsrutinene er å jorde anlegget som skal jobbes på (*FEF 2006 § 4-11*).

Deretter skal nettselskapet annonsere til forbrukere at det blir gjort noen utkoblinger under ombygningsperiode og forstyrrelser kan forekomme. Ved annonseringen forhindrer man KILE-kostnader ved planlagte utkoblinger.

Til slutt, blir det mobile koblingsanlegget testet og jordnet. Det skal kuttet et hull i veggen, som vist i Figur 5.2, for frakting av utstyr og komponenter. Hullet blir dekket etter at utskiftingsprosessen er ferdig. Kabler som skal skjøtes, måles opp med en lengde fra skjøtepunktet på utsiden av bygget til termineringspunktet i koblingsanlegget og kappes. Deretter monteres endeavslutningen.



Figur 5.2: Hull i veggen på Jupiter transformatorstasjon



Figur 5.3: Flyttdiagram for forberedelsesfasen for ombyggingen

5.2 Forsyning under ombyggingen

Som midlertidig forsyning benyttes et innleid mobilt koblingsanlegg og den korte siden i Jupiter.

Et mobilt koblingsanlegg er presentert i Vedlegg 9.5 og inneholder seks stykker NXPLUS-C koblingsanlegg med enkelsamleskinneløsning. Ut fra nettselskapets enlinjeskjema ser gruppen at de vil bruke strømtransformatorer som er dimensjonert til å tåle en maksimalstrømføringssevne på 400 A på linjeavganger. Transformatoravgangens koblingsanlegg tåler 2500 A. For utføring av prosjektet er det antatt at transformator T1 mater den korte siden av anlegget, mens MK blir matet av enten transformator T2 eller T3.

Vedlegg 9.12, gitt av nettselskapet, viser en tabell av lastverdier og avganger i det eksisterende 12 kV anlegget. Angitt data er fiktive, men tilsvarer realistiske verdier. Disse verdiene ble brukt for å estimere forventet energiforbruk under ombyggingsfasen. Noen av avgangene er helt utkoblet siden de kan forsynes av omliggende nett. Lastverdiene er fordelt slik at de ikke overstiger ytelsen til MK eller KS. Gruppen tok hensyn til lavlast verdier siden ombyggingsperiode er planlagt når kundene har lavt forbruk.



Figur 5.4: Eksempel på mobilt koblingsanlegg, E-House fra Siemens [1]

5.3 Alternativer til ombygningsprosess

Gruppen har kommet fram til to forskjellige alternativer til ombygningsprosessen. En variant består av å dele opp Jupiter transformatorstasjon i 6 seksjoner, mens den andre deler opp stasjonen i to, en lang side og en kort side.

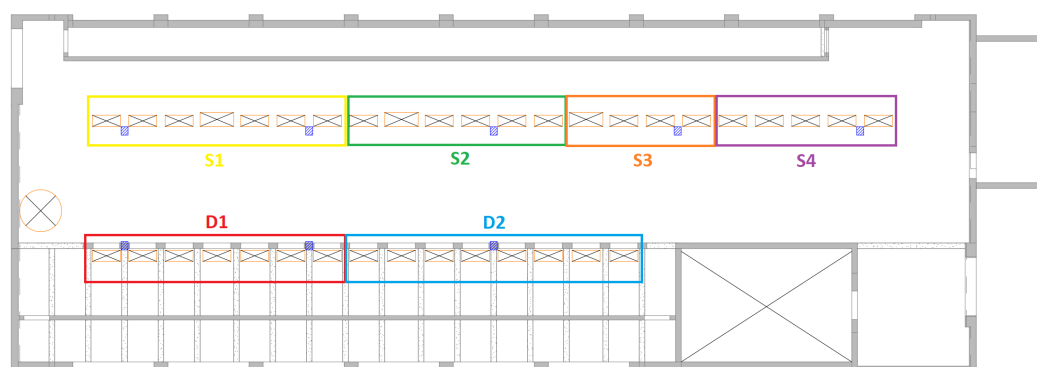
Uavhengig av ombygningsalternativer skal overgangsskjøt mellom massekabler og PEX-kabler gjøres. Avgangene kobles ut og kablene graves opp og trekkes ut av stasjonen. Etter at skjøting er ferdig, tildekkes kablene i grop med beskyttelse i henhold til *RENBLAD 9000* og merkes (*FEF2006 § 2-12*). Kablene trekkes tilbake igjen i stasjonen og tilkobles sitt respektive koblingsanlegg.

5.3.1 Alternativ 1- Soneinndeling

I Alternativ 1 er Jupiter transformatorstasjon delt opp i seksjoner som vist i Figur 5.5. S1, S2, S3 og S4 er på den lange siden og D1 og D2 på den korte siden.

Gruppen har definert seksjonene som:

- S4 inneholder fra og med avgang 1 til avgang 5
- S3 inneholder fra og med avgang 6 til avgang 9
- S2 inneholder fra og med avgang 10 til avgang 15
- S1 inneholder fra og med avgang 16 til avgang 22
- D1 inneholder fra og med avgang 23 til avgang 29
- D2 inneholder fra og med avgang 30 til avgang 37



Figur 5.5: Seksjoner i anlegget

Samleskinnene må kuttes mellom S1 og D1 og mellom S2 og S3. Det skal lages avskjerminger og avsperringer for å skille eksponerte anleggsdeler. Det er foreslått en sikkerhetsavstand på 1m (*RENBLAD 1814*).

Stasjonen blir demontert to seksjoner om gangen, hensikten med dette er for at stasjonen driftes på en mer pålitelig måte under ombygningsperiode. Skjøting av kabler skjer også to seksjoner om gangen etter at de nye koblingsanleggene er ferdig montert. De nylige skjøtete kablene blir koblet opp til ferdigmontert koblingsanlegg.

Gruppen har antatt at avgang 1 starter i S4, ombygningsprosessen begynner derfor med seksjonene S3 og S4. Avgangene med kritisk forsyning i S4 blir omkoblet til S2. Når de er koblet og sikret til S2 kan demonteringen av S3 og S4 begynne. Gulvåpningene må tilpasses de nye koblingsanleggene før koblingsanleggene monteres. Deretter blir avgangene omkoblet til de nye ombygde seksjonene av S3 og S4. Denne prosedyren gjentas igjen med seksjonene S1 og S2.

Seksjon	Antall avganger med kritisk forsyning	Avganger
S4	2	2 3
S3	Ingen	-
S2	1	12
S1	3	18 20 21
D1	3	24 26 28
D2	1	30

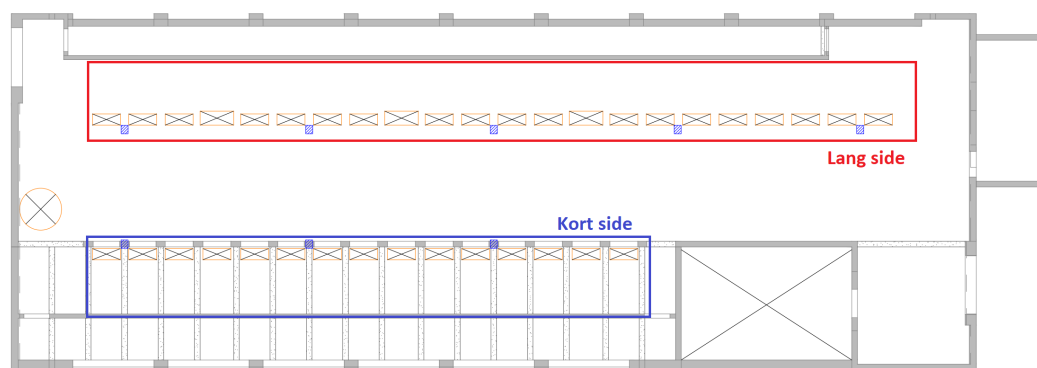
Tabell 5.1: Avganger med kritisk forsyning i hver seksjon

Avgangene i D1 og D2 blir koblet til de nye ombygde S1 og S2. Når alle avgangene er omkoblet til tilsvarende nytt felt, kan D1 og D2 demonteres og fjernes. Seksjonene D1 og D2 blir ikke brukt etter ombyggingen, grunnen til dette er fordi at det har blitt mulig å plassere alle avgangene på én side.

Dette alternativet er antageligvis den mest tidskrevende. Ved å jobbe med to seksjoner om gangen, må man sørge for at de fire fasene til ombyggingen blir utført ferdig før man fortsetter med de neste seksjonene. Alternativ 1 er beskrevet i flytdiagrammet under Kapittel 6 i Figur 6.11 og Vedlegg 9.13.

5.3.2 Alternativ 2- Feltinndeling

I Alternativ 2 er anlegget delt opp i to sider, som vist i Figur 5.6. Samleskinnene må kuttes mellom LS og KS. Det skal lages avskjerminger og avsperringer for å skille eksponerte anleggsdeler. Det er bestemt en sikkerhetsavstand på 1m (*RENBLAD 1814*).



Figur 5.6: Planskisse av Jupiter trafostasjon med LS i rød og KS i blå

MK og KS brukes som midlertidige forsyninger til avgangene under ombygningsperioden. Det må gjøres en skjøt av de oljeisolerte kablene som skal kobles opp mot MK.

Når avgangene er koblet til enten den korte siden eller det mobile koblingsanlegget, skal LS demonteres. Når demonteringen er ferdig, blir gulvåpningene tilpasset og de nye koblingsanleggene montert. Alle avgangene som er koblet til de midlertidige forsyningene blir koblet til den nye ombygde LS. De avgangene som ble koblet over til KS, og som har oljeisolerte kabler, blir skjøtet før de kobles til de nye koblingsanleggene.

Deretter blir hele KS demontert og gulvåpningene i KS skal bli dekket. Som nevnt i underkapittel 5.3.1 har det blitt mulig å plassere alle feltene på LS.

Avganger med kritisk forsyning skal ikke bli sammenslått med andre avganger. Hensikten med dette er for å opprettholde påliteligheten til de avgangene med kritisk forsyning. Avgangene uten kritisk forsyning skal derimot bli sammenslått på en gruppe av maks to avganger. Tabell 5.2 viser avganger uten kritisk forsyning og Tabell 5.3 viser avgangene med kritisk forsyning.

Sammen slåtte avgan- ger	Esti- mert belast- ning [A] (lav- last)	Esti- mert belast- ning [A] (høy- last)	Maks. strøm- førings- evne [A]	Ytelse [MVA] (lav- last)	Ytelse [MVA] (høy- last)	Ytelse [MVA] (strøm- førings- evne)	Belast- nings- grad (lav- last)	Belast- nings- grad (høy- last)
9 32	80	190	400	1,66	3,95	8,31	20,0%	47,5%
22 27	49	154	400	1,02	3,20	8,31	12,25%	38,5%
29 31	55	175	400	1,14	3,64	8,31	13,75%	43,75%
35 36	0	2	400	0,00	0,04	8,31	0,00%	0,5%
Tot.	184	521		3,82	10,83			

Tabell 5.2: Avganger uten kritisk forsyning

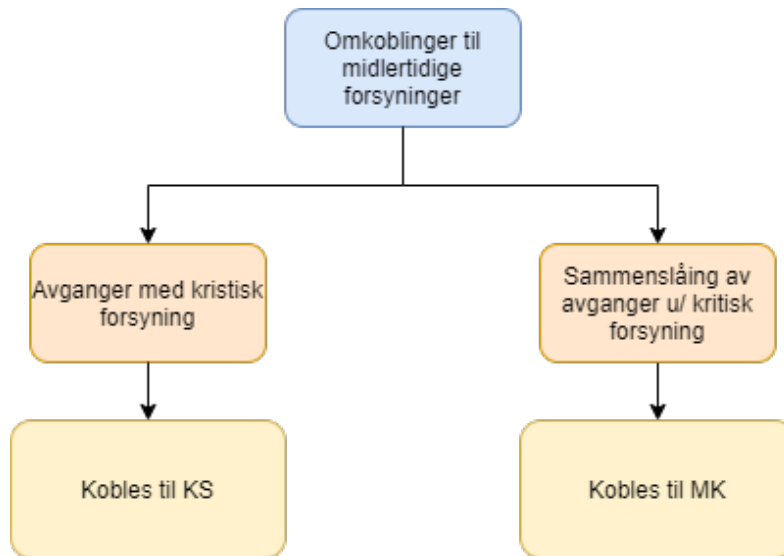
Avgang	Estimert belast- ning [A] (lavlast)	Estimert belast- ning [A] (høylast)	Maks. strøm- førings- evne [A]	Ytelse [MVA] (lavlast)	Ytelse [MVA] (høylast)	Ytelse [MVA] (strøm- førings- evne)
2	40	120	600	0,83	2,49	12,47
3	30	80	400	0,62	1,66	8,31
12	100	270	400	2,08	5,61	8,31
18	75	156	400	1,56	3,24	8,31
20	50	130	400	1,04	2,70	8,31
21	40	120	400	0,83	2,49	8,31
24	40	120	400	0,83	2,49	8,31
26	49	154	400	1,02	3,20	8,31
28	40	140	400	0,83	2,91	8,31
30	40	136	400	0,83	2,83	8,31
Tot.	504	1426		10,48	29,64	

Tabell 5.3: Avganger med kritisk forsyning

Ut fra estimerte verdier, fått fra nettselskapet, kunne BSc-gruppen dele opp avgangene på to måter:

Uniform Feltinndeling

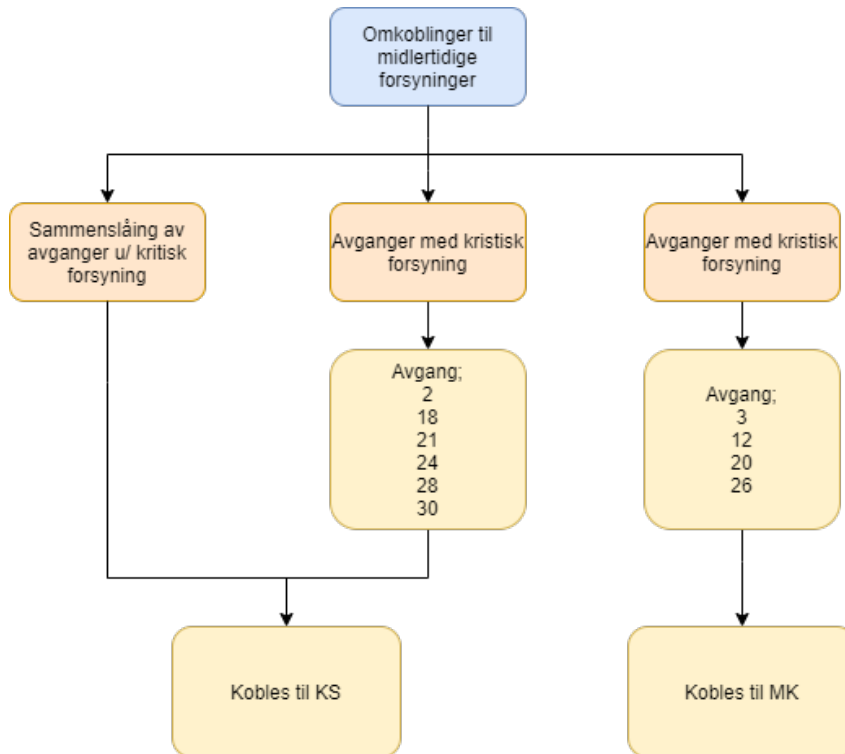
Variant nummer en for Alternativ 2, har alle avganger med kritisk forsyning koblet til KS. Avgangene uten kritisk forsyning er slått sammen og koblet til MK. Denne er illustrert i Figur 5.7.



Figur 5.7: Uniform feltinndeling

Blandet Feltinndeling

Variant nummer 2 har derimot alle avgangene med kritisk forsyning fordelt mellom KS og MK. Avgangene uten kritisk forsyning er også slått sammen, men disse er koblet til KS. Denne er illustrert i Figur 5.8.



Figur 5.8: Blandet feltinndeling

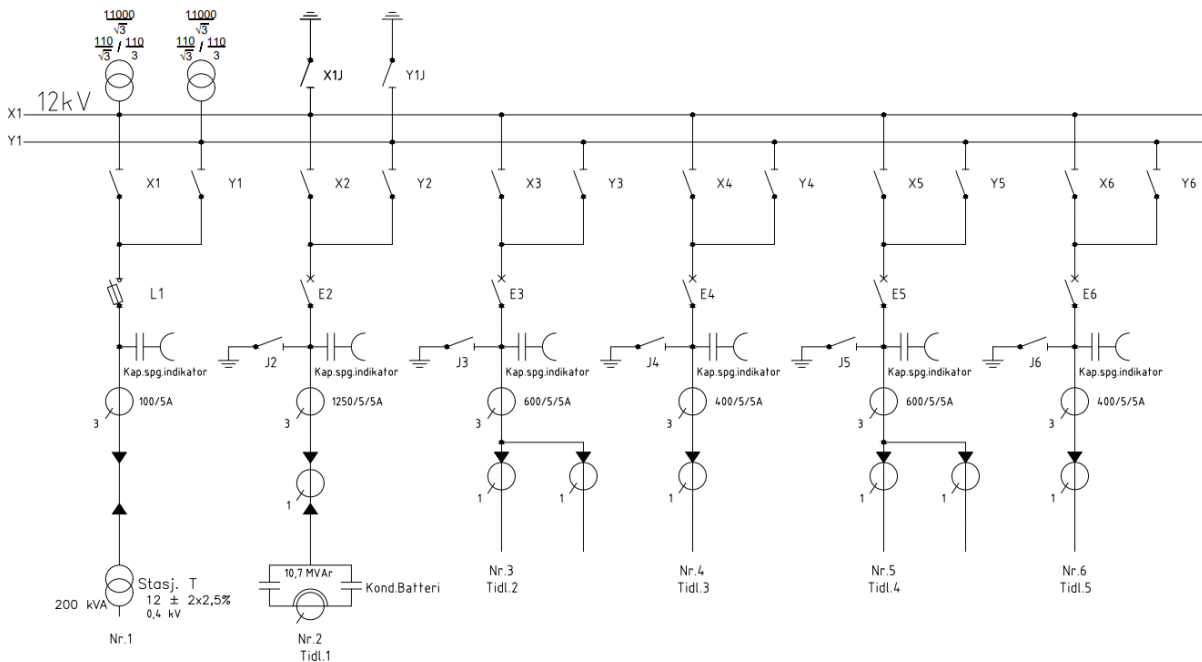
Alternativ 2 er beskrevet i flyttdiagrammet under Kapittel 6 i Figur 6.12 og Vedlegg 9.14.

6. Resultat

Under dette kapitelet blir alle avgjørelsene gruppen har kommet fram til presentert. Forslagene er basert på valg av samleskinneløsning, koblingsanlegg og ombyggingsprosedyre. Med disse har det blitt mulig å lage kombinasjoner som kan brukes til forslag til ombyggingen i Jupiter transformatorstasjon.

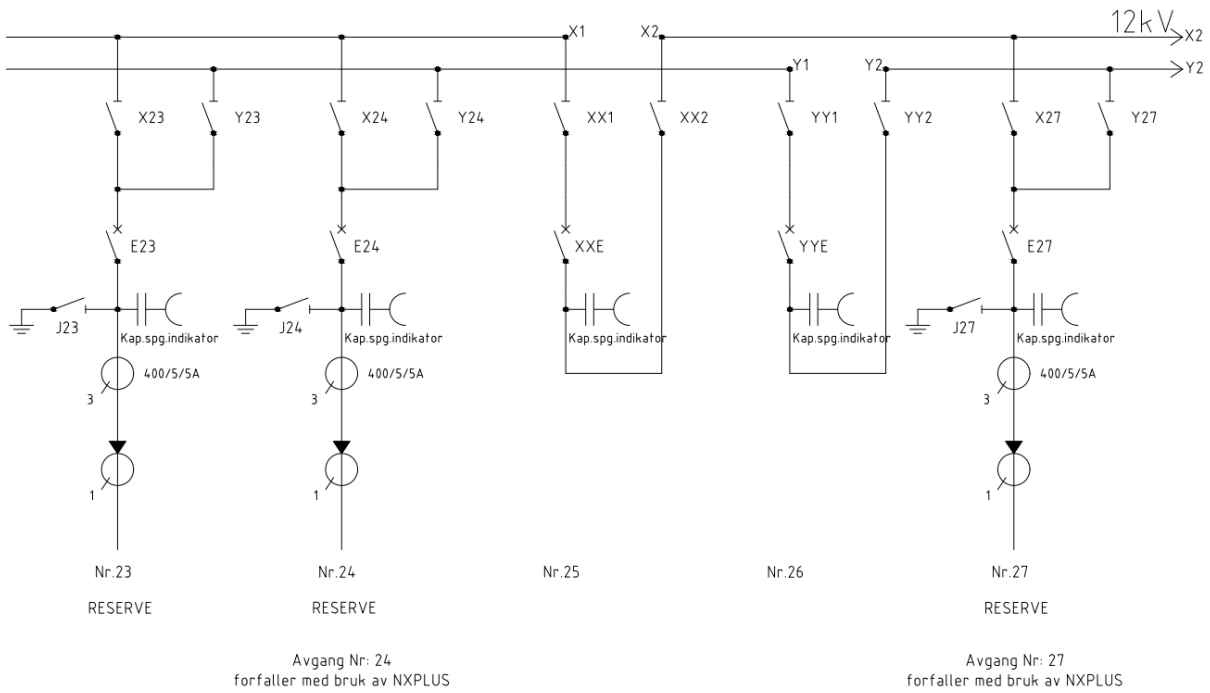
6.1 Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter

BSc-gruppen har vurdert tre samleskinneløsninger. Etter en vurdering hvor investeringskostnad, fleksibilitet og pålitelighet er tatt til hensyn, valgte gruppen å bruke en dobbel samleskinneløsning med én effektbryter.



Figur 6.1: Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter

Dobbel samleskinneløsning med én effektbryter er valgt fordi den gir en god balanse mellom pålitelighet og kostnad. Det er lagt inn samleskinnebrytere for å kunne seksjonere anlegget. Dette øker påliteligheten til anlegget ved å redusere antall utkoblede avganger om en samleskinne må kobles ut.



Figur 6.2: Seksjonering av anlegget ved bruk av samleskinnebryter

6.2 Koblingsanlegg

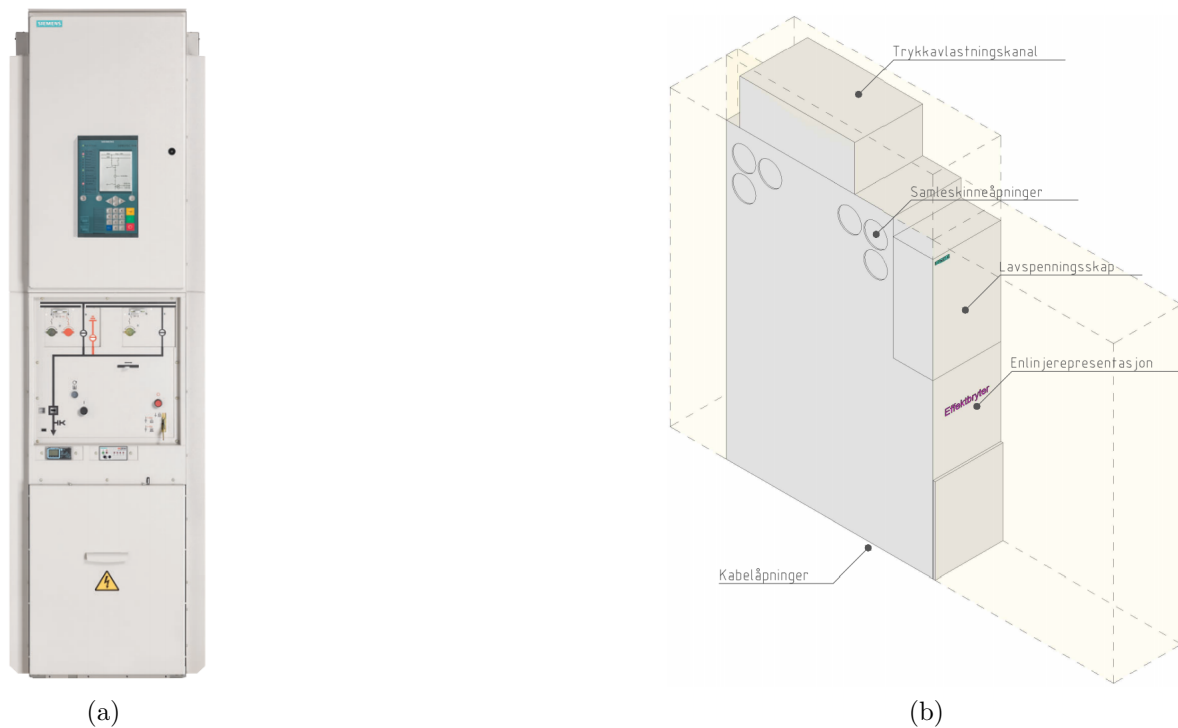
Av de fire modellene presentert, ble to av dem valgt på grunnlag av kriteriene vist i Vedlegg 9.2. De to koblingsanleggene er NXPLUS og 8DAB12 vist i Figurer 6.3a og 6.7a.

Begge to har et kompakt design. Med 8DAB12 (Blue GIS) prøver gruppen å maksimere gjenbruk av eksisterende gulvåpninger. NXPLUS har mindre dimensjoner og mindre gulvåpninger. Det må lages nye gulvåpninger for å montere begge disse modellene.

Kriterier	NXPLUS	8DAB12
Isolasjonsgass	SF_6	“Clean Air”
Størrelse til koblingsanlegg-trafoavganger [mm]	1200 × 1825 × 2615	600 × 2665 × 2350
Størrelse til koblingsanlegglinjeavganger [mm]	600 × 1825 × 2615	600 × 2665 × 2350
Størrelse til koblingsanleggekoblingsbryter [mm]	1200 × 1825 × 2615	600 × 2665 × 2350
Størrelse til koblingsanleggseksjoneringsbryter [mm]	1050 × 1825 × 2615	600 × 2665 × 2350
Størrelse til gulvåpningerlinjeavganger [mm]	490 × 700	510 × 2185
Størrelse til gulvåpningertrafoavganger [mm]	490 × 820	510 × 2185
Gjenbruk av gulvåpninger	Veldig lite	Delvis
Type endeavslutning	Indre/Ytre kobling	Indre kobling

Tabell 6.1: Sammenligning av koblingsanlegg

6.2.1 NXPLUS

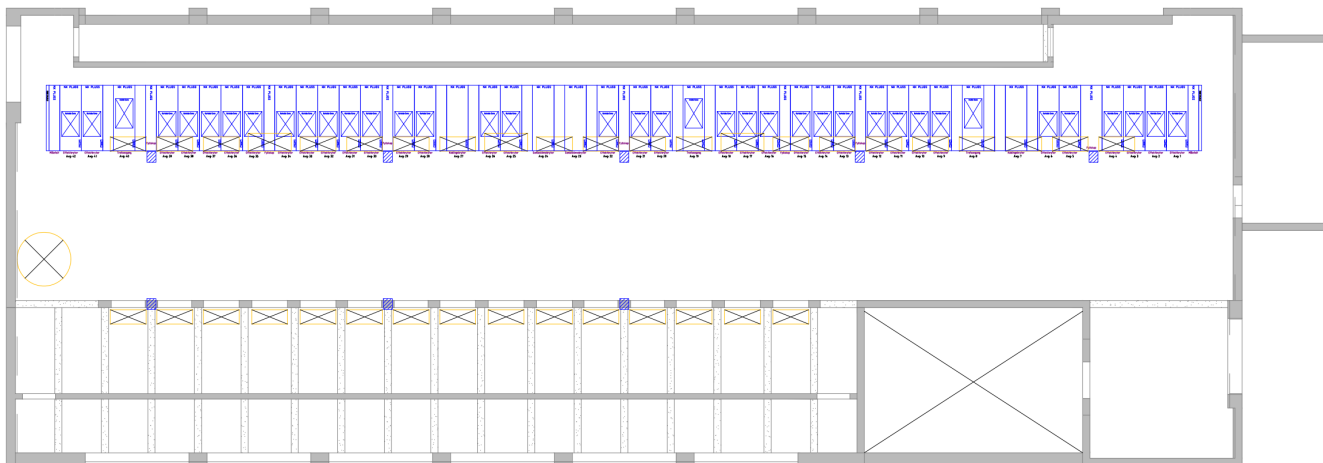


Figur 6.3: Modell NXPLUS

Den første modellen, NXPLUS, er et koblingsanlegg som bruker SF_6 som isolasjonsgass, denne trenger også en trykkavlastningskanal. Det er nødvendig å bruke to forskjellige typer oppkoblinger for kablene som kommer inn til koblingsanleggene. Disse to oppkoblingene blir beskrevet i underkapittel 4.4.4. Trafoavgangene har indre kobling og alle de andre avgangene har ytre kobling. Dette er på grunn av at trafoavgangene skulle dimensjoneres til 2500 A. Ytre kobling tåler opp til 1250 A, mens indre kobling tåler opp til 2500 A.

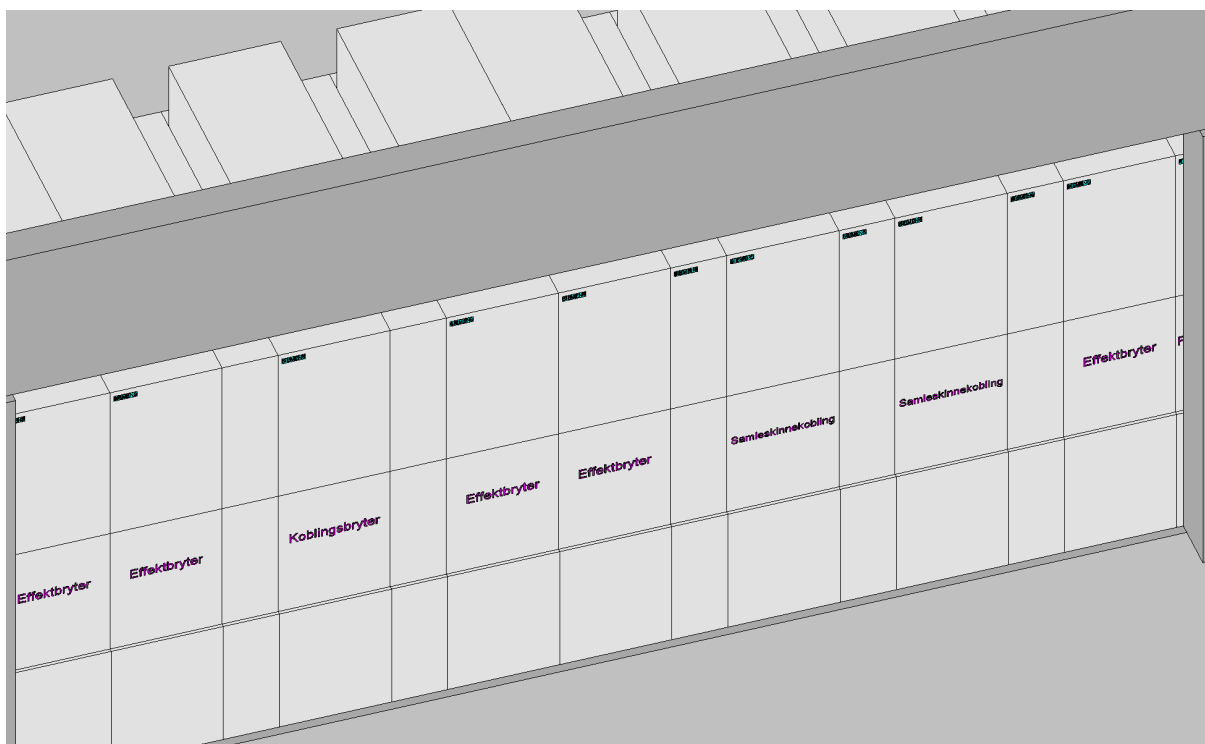
Dimensjonene for koblingsanlegget til trafoavganger er forskjellige, dette gjelder også blant annet til fylleskap, måleskap og seksjoneringsbryter. Med NXPLUS får man lite gjenbruk av eksisterende gulvåpningene.

2D- modell



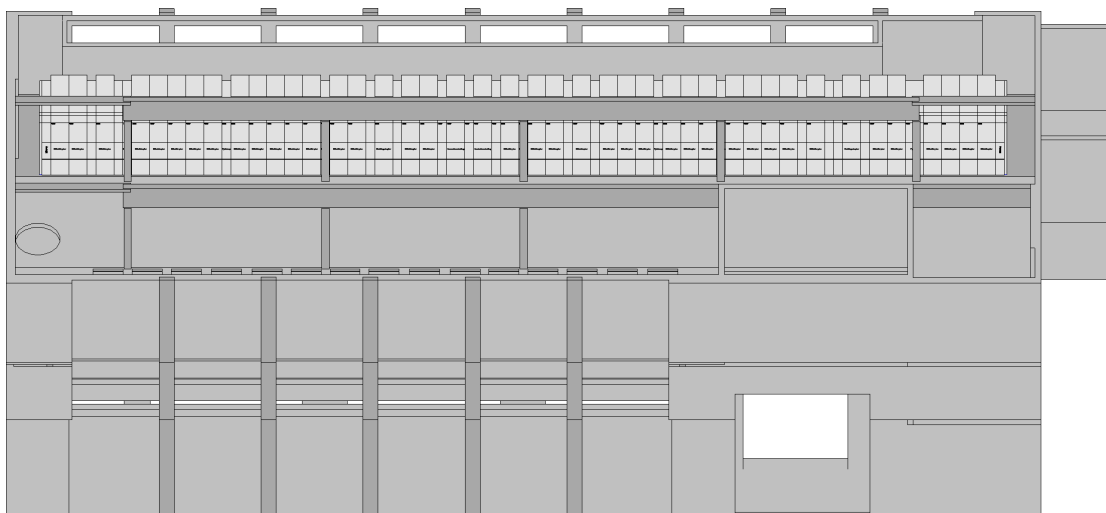
Figur 6.4: Oppsett av NXPLUS i Jupiter transformatorstasjon

3D-modellene av NXPLUS og planen til dens plassering er laget av BSc-gruppen, mens 2D romtegning og 3D-modellen av Jupiter transformatorstasjon er supplert av oppdragsgiver. På grunn av tykkelsen til 2500 A versjonene til samleskinnekoblingene og koblingsbryterne, ble 3 reserveavganger fjernet for å få plass til alle feltene på LS. Etter oppdragsgivers forespørsel, har alle fyllskapene som er plassert bak søylene, bortsett fra fyllskapet bak søylen helt til høyre, blitt gitt en bredde på 300 mm. Se Vedlegg 9.18.

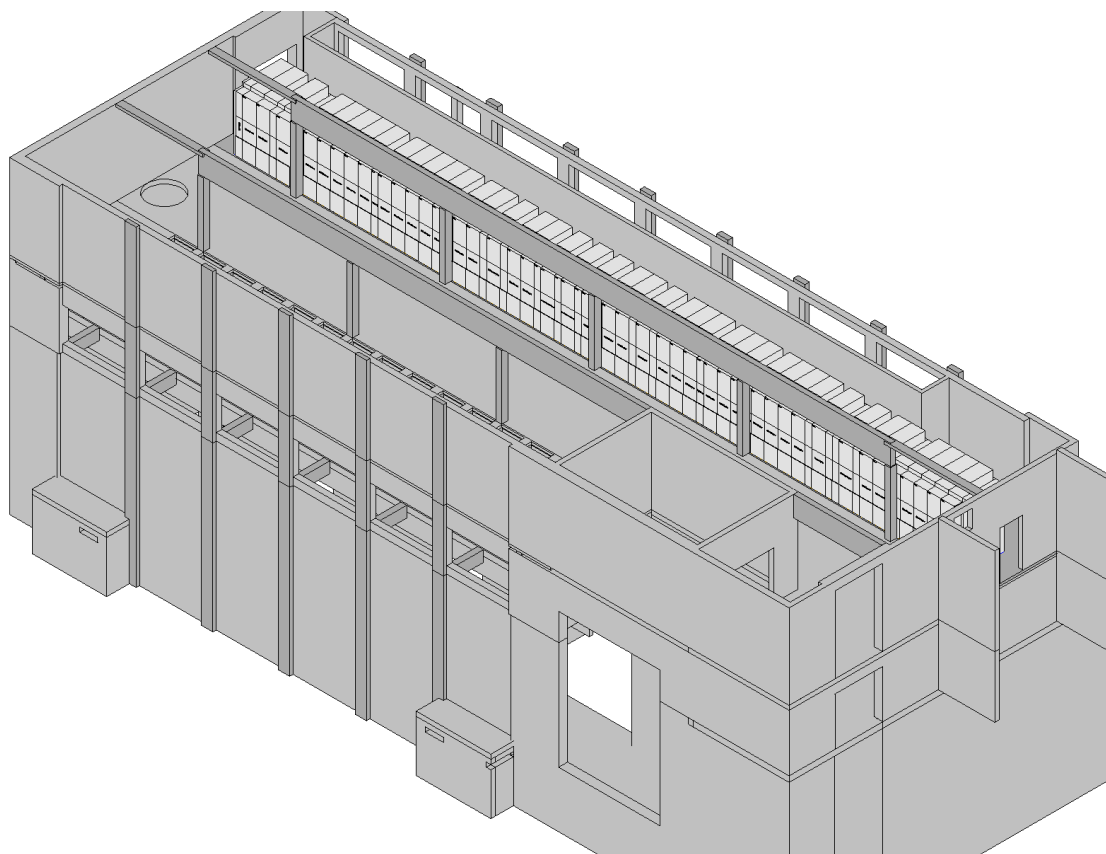


Figur 6.5: Effektbrytere, koblingsbryter og samleskinnekoblinger

3D- modell



(a) NXPLUS sett fra front



(b) Overblikk av NXPLUS sett fra høyre framside

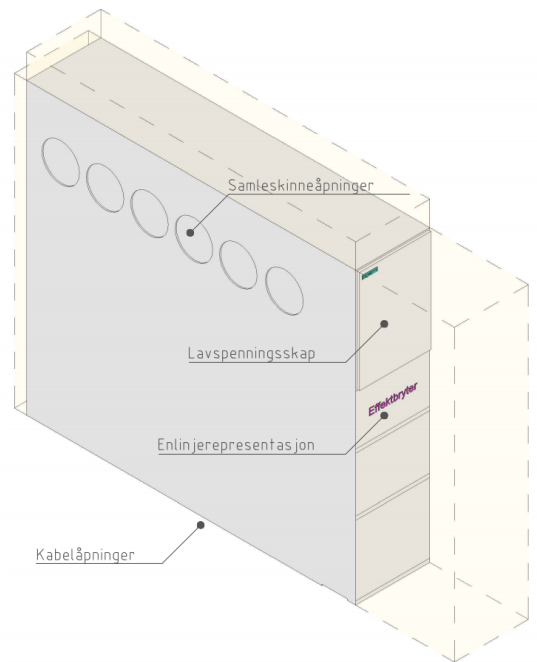
Figur 6.6: 3D-modell med montert NXPLUS

NXPLUS 3D-modellene er lagd ifølge dimensjonene oppgitt i koblingsanleggets datablad som kan bli sett i Vedlegg 9.4. Det inneholder lavspenningsskap på øvre front, samleskinneåpninger på høyre og venstre side, kabelåpning for både signal ledninger og kraft kabler i bunn. Festepunkt til skapet på bunn og enlinjerepresentasjon av type skap på front. Montert på toppen av koblingsanlegget er trykkavlastningskanal.

6.2.2 8DAB12 (Blue GIS)



(a)

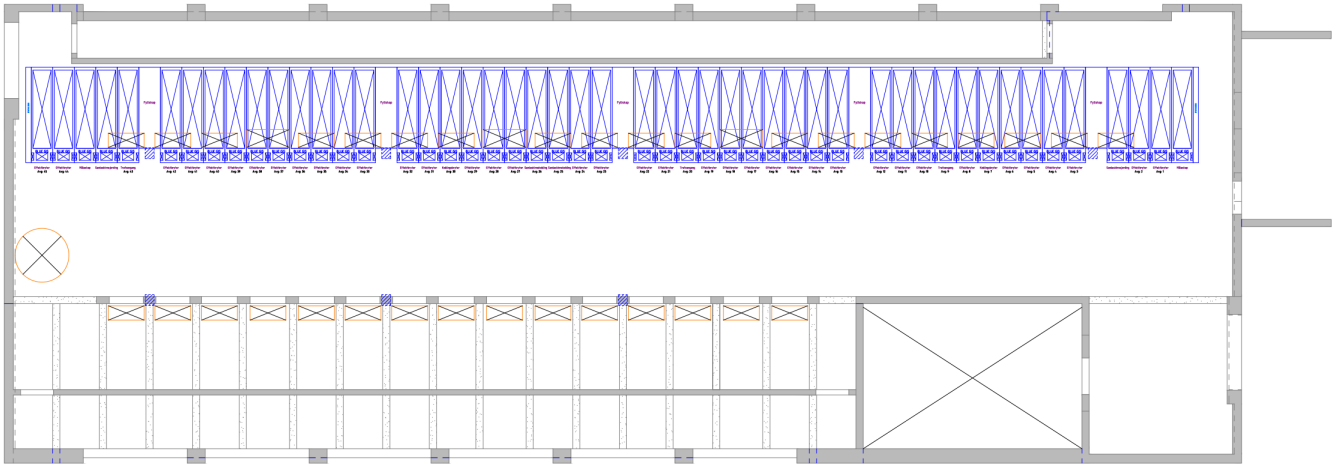


(b)

Figur 6.7: Modell 8DAB12 (Blue GIS)

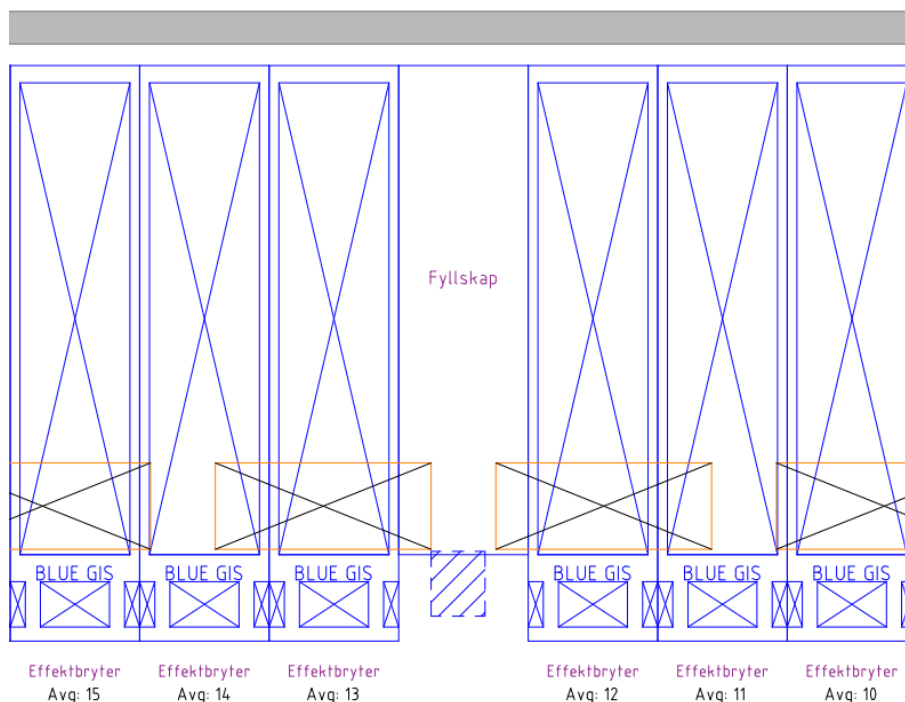
Den andre koblingsanleggsmodellen, 8DAB12, bruker ren luft som isolasjonsgass, som gjør den mer miljøvennlig. 8DAB12 har indre kobling på alle skaptypene. Dimensjonene for koblingsanlegg til trafoavganger og til linjeavganger er den samme. Med 8DAB12 får man muligheten til å gjenbruke de eksisterende gulvåpningene til en viss grad.

2D-modell



Figur 6.8: Oppsett av 8DAB12 (Blue GIS) i Jupiter transformatorstasjon

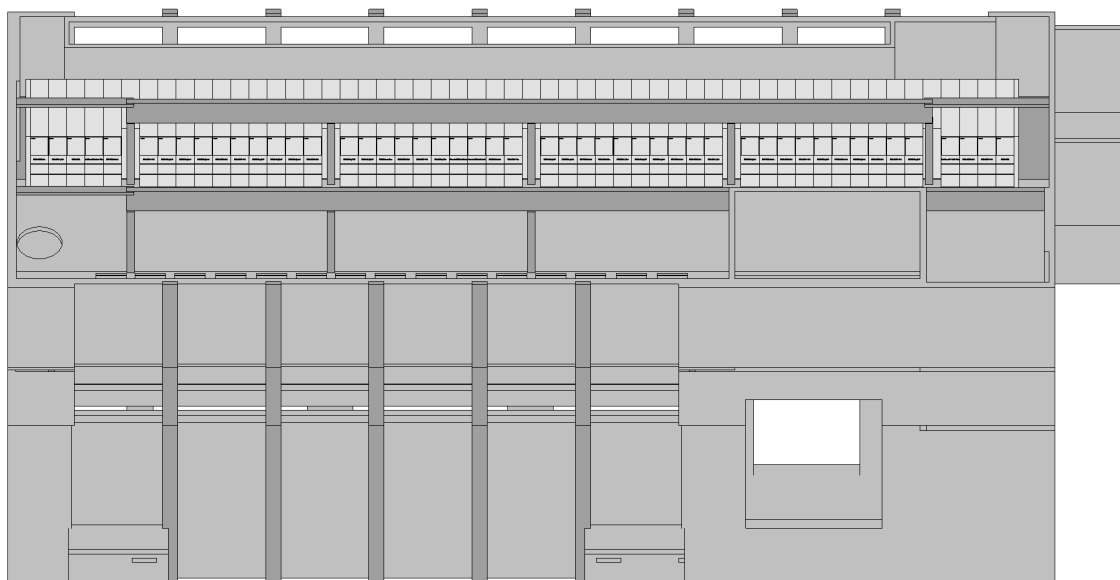
3D-modellene av 8DAB12 og planen til plassering er laget av BSc-gruppen. 2D romtegning og 3D-modellen av Jupiter transformatorstasjon er supplert av oppdragsgiver. Gruppen har funnet ut at 8DAB12 passer inn på den lange siden av stasjonsrommet uten at det må fjernes reserveavganger. 8DAB12 kan bli plassert på en sånn måte at store deler av gulvåpningene kan gjenbrukes. Se Vedlegg 9.19.



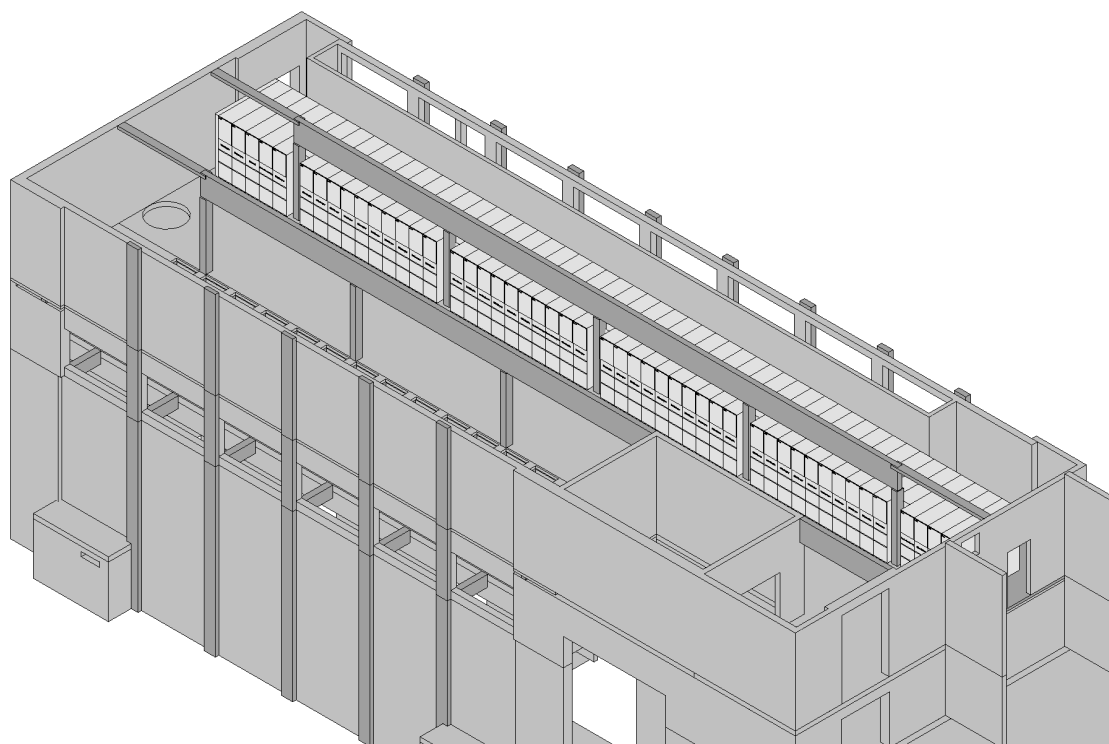
Figur 6.9: Søyler står inn i fyllskapet

Grunnet 8DAB12s dybde, må fyllskapene leveres uten lavspenningsskapet på front av anlegget. Søylene foran og en vegg som er lokalisert rett under lavspenningsdelen av skapet er antatt å være flyttbare til en viss grad. Det er ikke mulig å plassere 8DAB12 lengre bak pga. klareringssoner på 100 mm som er satt av produsent.

3D- modell



(a) 8DAB12 sett fra front



(b) Overblikk av 8DAB12 sett fra høyre fram side

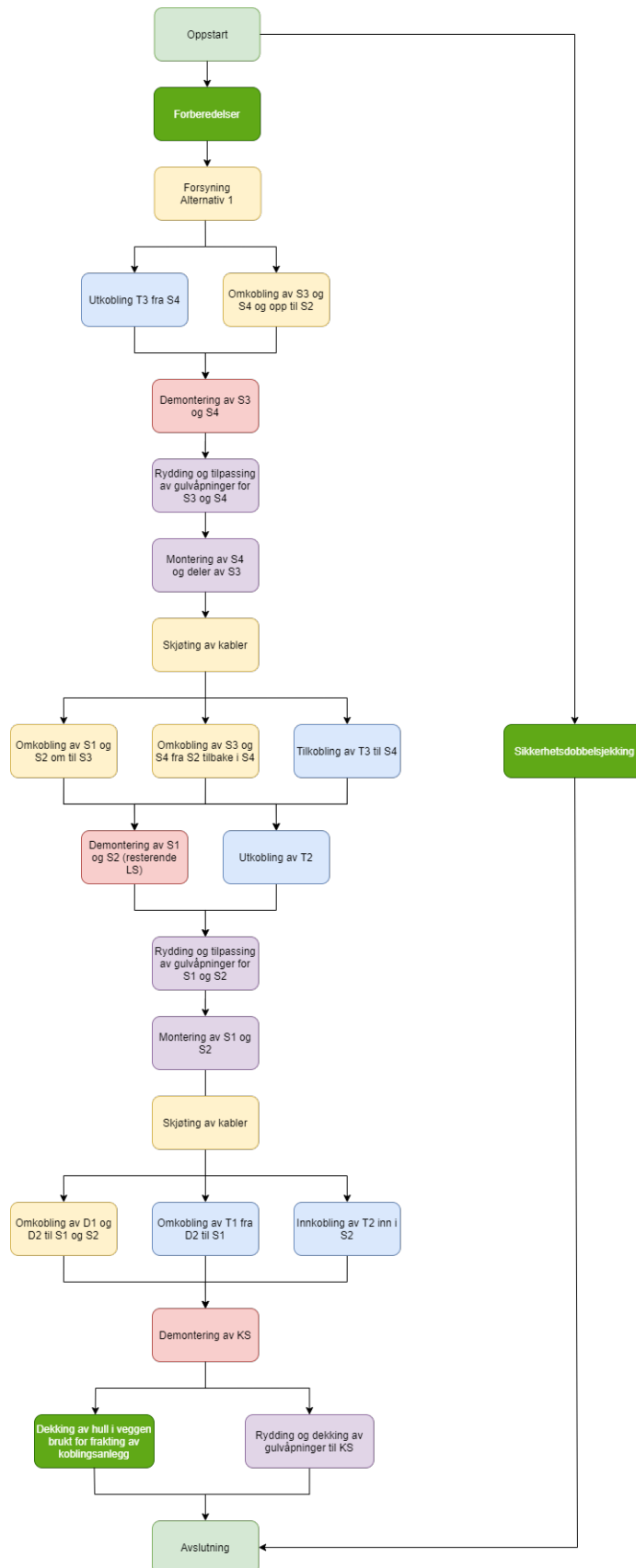
Figur 6.10: 3D-modell med montert 8DAB12 (Blue GIS)

8DAB12 3D-modellene ble lagd ifølge dimensjonene oppgitt i koblingsanleggets datablad som kan bli sett i Vedlegg 9.3 samt databladet for 8DB10, som er identisk når det kommer til ytre dimensjoner ifølge oppdragsgiver. Modellen inneholder lavspenningsskap på øvre front, samleskinneåpninger på høyre og venstre side, kabelåpning for både signal ledninger, kraft kabler og festepunkt på bunn. På de leverte skapene vil frontene også vise enlinjerepresentasjon av hva som finnes på innsiden av koblingsanlegget.

6.3 Ombyggingsprosess

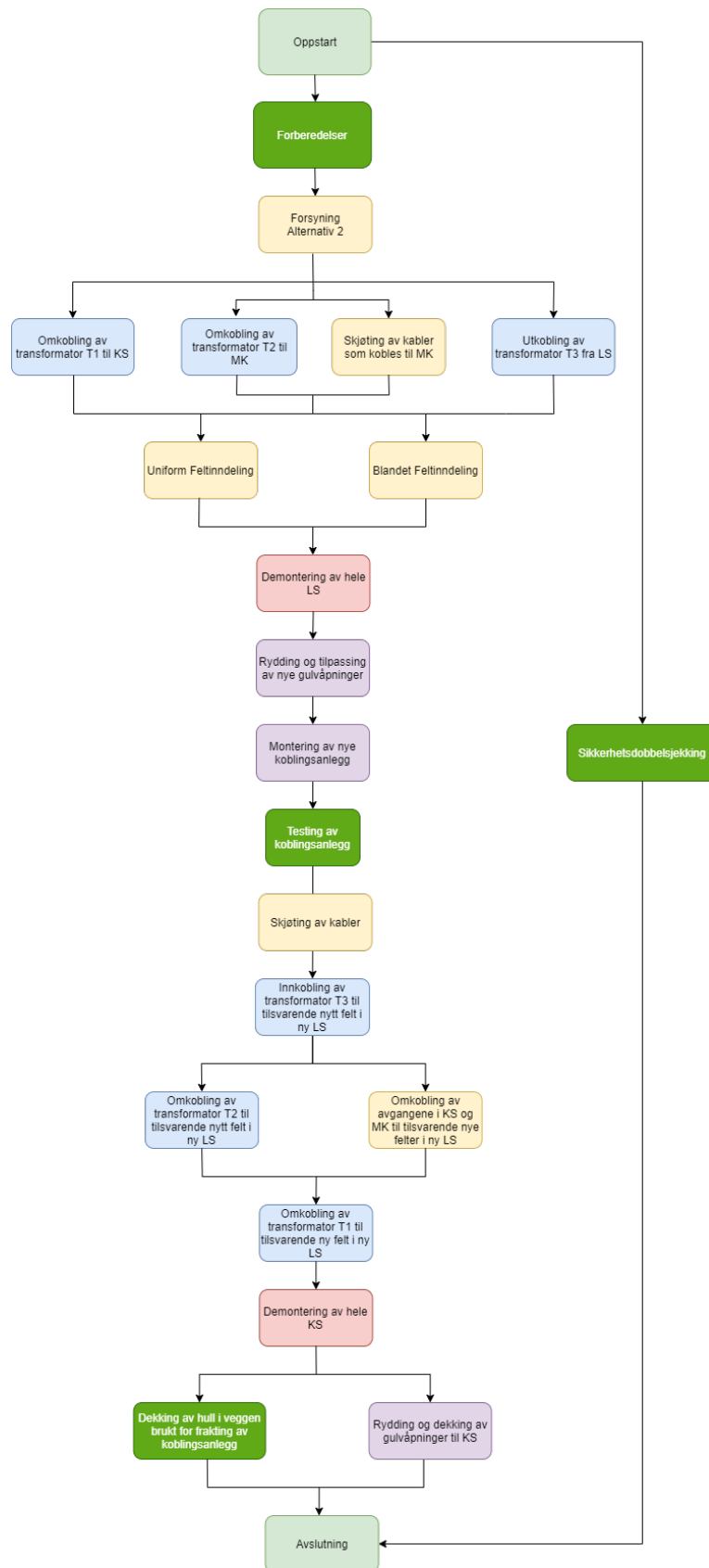
For å utføre ombyggingsprosessen av dette prosjektet, har BSc-gruppen kommet fram til 2 alternativer. Alternativ 1 – Soneinndeling vist i Figur 6.11 og Alternativ 2 – Feltinndeling vist i Figur 6.12. Den sistnevnte har 2 varianter, som tar hensyn til hvor avgangene med kritisk forsyning er tilkoblet under ombygging.

6.3.1 Soneinndeling



Figur 6.11: Ombygningsprosess - Alternativ 1

6.3.2 Feltinndeling



Figur 6.12: Ombygningsprosess - Alternativ 2

6.4 Mulige kombinasjoner

Det finnes to alternativer for ombyggingsprosessen til Jupiter transformatorstasjon og to koblingsanleggsmodeller som skal skifte ut de gamle koblingsanleggene. På grunn av dette får nettselskapet evnen til å velge mellom alternativene og modellene og bestemme en kombinasjon etter behov. Kombinasjonene er:

- Soneinndeling: NXPLUS
- Soneinndeling: 8DAB12
- Feltinndeling: NXPLUS
- Feltinndeling: 8DAB12

Alle disse kombinasjonene bruker dobbel samleskinneløsning med én effektbryter.

7. Diskusjon

7.1 Samleskinneløsning

BSc-gruppen antar at det ikke er mulig å gjøre vedlikeholdsarbeid på samleskinnene i NX-PLUS og 8DAB12 uten å måtte koble ut begge samleskinnene tilknyttet koblingsanlegget. Dette er fordi samleskinnene er integrert i hvert felt i koblingsanleggene. Det samme gjelder også for utvidelser. Lastene til Jupiter er dermed avhengig av å kunne forsynes fra andre stasjoner for slikt arbeid. Derfor ble ikke disse kriteriene tatt i betraktning for valget.

På grunn av at bare én transformator kan kobles opp per samleskinne, kan ikke en enkel samleskinneløsning benyttes. Dette er fordi stasjonen inneholder mange avganger. Én transformator har da ikke høy nok kapasitet til å drifte alle avgangene. Dessuten vil det ved feil eller utkoblinger av samleskinnen føre til store KILE-kostnader for nettselskapet siden alle avgangene vil falle ut. For å benytte enkel samleskinneløsning, må samleskinne deleles opp i flere seksjoner hvor alle de tre transformatorene kan kobles opp. Fordelene med enkel samleskinne er at det gir en rimeligere og mer plassbesparende løsning.

I rapporten er ikke trippel samleskinneløsning vurdert. Siden hele stasjonen i teorien kan driftes på to skinner, er det ikke noe grunn til å montere opp 3 stykker. Det vil også være dyrt, plasskrevende og komplisert.

Valget av samleskinneløsning er mye preget av nettselskapets forslag. Dobbel samleskinne med én effektbryter er en god løsning fordi den gir god fleksibilitet, pålitelighet og har lavere investeringskostnader i forhold til løsningen med to effektbrytere.

7.2 Kabelarbeid

Ombyggingen av Jupiter omhandler mye kabelarbeid. I stasjonen kommer kablene inn fra alle retninger. Gruppen ble ikke supplert et kart med oversikt av lagt kabel. Dette gjør det vanskelig å forutse muligheter for kabelgjenbruk og for å unngå unødvendige skjøter. En fordel hadde vært om BSc-gruppen hadde hatt tilgang til et oversiktskart.

Under utskiftingen antar BSc-gruppen at alle avgangene med kritisk forsyning kan driftes fra midlertidige forsyninger og at de ikke-kritiske avgangene kan være utkoblet i lengre tid. Siden dette er en antagelse, er det presentert løsninger hvor den korte siden og/eller et mobilt koblingsanlegg blir benyttet for å opprettholde driften. Det er ønskelig at de kritiske avgangene opprettholder normaldrift så mye som mulig. For å kunne gjøre koblingene så effektivt som mulig, er det viktig at kabelarbeidet og omkoblingen er planlagt på forhånd som forklart i Vedlegg 9.8.

BSc-gruppen har planlagt en metode for å utføre kabelarbeidet. Om det er antatt at det er mulig å forsyne lastene på avgangene fra andre stasjoner, har ikke tidspunkt og varighet av skjøting og endeavslutning noe å si. Kabeltermineringene er annerledes for de forskjellige koblingsanleggene. Dette må tas hensyn til når det skal monteres endeavslutninger.

7.3 Koblingsanlegg

7.3.1 Sammenligning mellom NXPLUS og 8DAB12 (Blue GIS)

NXPLUS;

En kompakt løsning hvor styrken i gulvet og dimensjoner av gulvåpningene er hovedkriterier til valg av koblingsanlegget. Ulemper med NXPLUS-modell er at den trenger ekstra høyde for å installere en trykkavlastningskanal og tre reserve avganger må fjernes på grunn av varierende dimensjoner til de forskjellige feltypene til skapet. NXPLUS skal ikke i noen signifikant grad gjenbruke de eksisterende gulvåpningene, men dimensjonene til gulvåpningene er betydelig mindre i forhold til 8DAB12. Gruppen antar da at det ikke påvirker gulvets styrke til samme grad.

8DAB12 (Blue GIS);

En miljøvennlig løsning hvor SF_6 er erstattet med “*Clean Air*” som isolasjonsgass. Denne løsningen er for å introdusere et alternativ til SF_6 . Eksisterende gulvåpninger blir også gjenbrukt, men dybden til de nye gulvåpningene blir større enn ønsket. Ved bruk av 8DAB12, må gulvet antagelig forsterkes, til en større grad enn ved bruk av NXPLUS, og stolper må flyttes for å montere koblingsanleggene på plass. BSc-gruppen anbefaler at nettselskapet bør forsterke gulvet, ikke bare fordi anlegget er viktig, men også for sikkerheten av personell.

Andre vurderte koblingsanlegg;

Et alternativ for 8DAB12 er 8DB10 siden de har de samme dimensjonene. Det nevnes tidligere i underkapittel 4.4.2 at 8DB10 kan driftes ved utvidelser. På grunn av 8DAB12s lignende design antar gruppen at dette også stemmer for denne modellen. Gruppen endte opp med å velge 8DAB12 på grunn av miljømessige hensyn.

NXPLUS-C modellen kunne også vært en god løsning på grunn av sitt design. Dessverre passer ikke NXPLUS-C bra for ombyggingen til Jupiter transformatorstasjon. Dette er fordi NXPLUS-C har en merkestrøm opp til 1250 A. I tillegg har denne en rygg-mot-rygg-montering og dette gjør at den tar mer plass enn det er til rådighet.

Enlinjeskjema, 2D- og 3D-modellene;

Enlinjeskjemaet ble skapt i AutoCAD Electrical 2021. Gruppens lave ferdighetsnivå når det kom til dette relativt ukjente programmet og påfølgende selvopplæring, gjorde at tegning av enlinjeskjemaet tok lengre tid enn planlagt. Det kunne bli brukt andre tegneverktøy, men gruppen hadde ikke tilgang til alternative programvarer. AutoCAD Electrical er derimot et godt program om det er nødt til å bli gjort mange repetitive endringer fordi mange endringer kan bli gjort på en gang. I tillegg får man flere redigeringsalternativer

Gruppen valgte å lage 2D- og 3D-modeller av koblingsanleggene og sette de inn i modellen til Jupiter transformatorstasjon. Dette ble gjort av to grunner:

- Primærgrunnen: Gruppen mente at det var greit å ha en visuell representasjon av det som blir omsnakket i rapporten.
- Sekundærgrunnen: Oppdragsgiver etterspurte 3D-modeller

Gruppen fikk tilgang til en detaljert 3D-modell av et generisk NXPLUS- og 8DB10 skap. Gruppen valgte å lage egne modeller pga. problemer med modelleringsprogrammet som ble brukt. De generiske modellene ble brukt som inspirasjon under modelleringen, men gruppen gikk mest ut ifra dimensjonene funnet i brosjyrene for begge koblingsskapene, samt brosjyren til 8DB10. Se Vedlegg 9.4 og 9.3.

7.4 Ombyggingsprosessen

7.4.1 Sammenligning mellom de to alternativene for ombygging

Ombyggingsprosessen for Jupiter transformatorstasjon består av fire faser som nevnt i Kapittel 4.7. Det som skiller de to alternativene fra hverandre er hvordan disse fire fasene er utført. Det første alternativet som blir presentert i underkapittel 5.3.1 fokuserer på å dele de to sidene av stasjonen i seksjoner og så utføre de fire fasene 2 seksjoner om gangen. I det andre alternativet, presentert i underkapittel 5.3.2, blir de fire ombyggingsfasene utført én side om gangen.

Alternativ 1 - Soneinndeling;

Ved å velge Alternativ 1, vil nettselskapet få muligheten til å velge et alternativ som setter påliteligheten som største prioritet. Grunnen til at gruppen påstår at påliteligheten er størst i Alternativ 1, er fordi det er maks 2 seksjoner som er koblet ut under ombyggingsprosessen. Denne antagelsen er tatt fordi alle avgangene er forsynt mesteparten av tiden og alle de tre transformatorene er i drift. I Alternativ 2 må man koble ut transformatoren T3 fra den lange siden under ombygging og omkoble T2 til MK.

Det er vanskelig å si om deling av seksjoner i grupper av to er den mest effektive måten å utføre denne prosessen. BSc-gruppen antok at ved å dele dem slik, kunne man minimere antall avganger som blir flyttet til midlertidig forsyning. Seksjonering av anlegget kunne ha blitt gjort på en annen måte slik at man får færre eller flere antall avganger per seksjon. Dette gir muligheten til å sammenligne Alternativ 1 med andre mulige scenarioer.

Alternativ 2 - Feltinndeling;

Ved valg av Alternativ 2, gir BSc-gruppen et forslag som viser mer hensyn til logistikkdelen av ombyggingen. Gruppen mener dette fordi ved å benytte dette alternativet fokuserer man på å demontere én side om gangen. Gruppen påstår at det er lettere og mer tidseffektivt å demontere en hel side av anlegget kontra deler av det, som i Alternativ 1. Dette spiller også en stor rolle med tanke på sikkerhet av personell. Sannsynligheten for at ulykker skjer under ombyggingen er betydelig mindre når det er snakk om å demontere en spenningsløs samleskinne, i motsetning til å demontere deler av anlegget som er i delvis drift. Fra et økonomisk perspektiv kan man også argumentere at ved å bruke mindre tid til ombyggingen vil det kunne bli billigere å utføre prosjektet. Ombyggingsprosessen er planlagt til å bli utført i lavlast perioden, ved å bruke MK i tillegg til KS, kan man ha en "backup" i tilfelle det forekommer forsinkelser og at byggeperioden sklir inn i høylast perioden. Dette er noe gruppen synes er viktig, særlig for avgangene med kritisk forsyning.

Det er presentert to måter å fordele de avgangene med kritisk forsyning fordi gruppen mener det ikke finnes noe fasit på hvordan det er best å forsyne disse under ombyggingsperioden. Med uniform feltinndelingen, se Figur 5.7, får man en bedre oversikt over avgangene og det er antageligvis lettere å omkoble avgangene mellom de to sidene i stasjonen. I videre arbeid blir det diskutert en mulighet til å sette et ekstra koblingsanlegg i KS. Med blandet feltinndeling, se Figur 5.8, er avgangene koblet til enten KS eller MK. Dette gir muligheten til å redusere antall kritiske avganger som faller ut i det tilfelle en feil oppstår. Gruppen presenterer to varianter for å vurdere mulige scenarier som kan tilfredsstillere nettselskapets plan.

7.5 Videre Arbeid

Om nettselskapet velger å bruke Alternativ 2, kan det bli montert et ekstra koblingsanlegg med en effektbryter. Koblingsskapet skal parallellkobles med T2 eller T3. Den parallellkoblede transformatoren kan forsyne KS i det tilfelle trafohavari i T1 skulle skje. Dermed oppnår man redundans på KS, noe som er ønskelig for å opprettholde påliteligheten i stasjonen.

Under demonteringsprosessen, særlig for Alternativ 1, må det også lages en detaljert og realistisk plan over hvordan seksjoneringen skal utføres. Med den informasjonen som er tilgjengelig, kan gruppen bare gi en generell beskrivelse av prosedyren. Videre arbeid ville vært å undersøke mer om hvordan dette blir utført på en stasjon som skal være i delvis drift.

Som nevnt i kapittel 5 er verdiene for lav- og høylast som ble oppgitt av nettselskapet fiktive. De tilsvarer realistiske verdier ifølge kontaktperson. Videre arbeid eller studier vil være å undersøke faktiske verdier til transformatorstasjonen slik at det er mulig å utarbeide en forbedret versjon av omkoblingene. Om BSc-gruppen hadde hatt tilgang til tidligere målinger av lastverdier, dette vil ha gjort det mulig å gruppere/dele inn avgangene på en mer realistisk måte.

En annen situasjon som kan ansees som videre arbeid, ville vært å utforske mer om byggedelen av prosjektet. Det må bli gjort en undersøkelse som viser hvor mye bygget tåler og om det må bli gjort strukturelle endringer for å implementere endringene gruppen har foreslått i rapporten. For å utføre dette må gruppen som er ansvarlig for prosjektet, samarbeide med byggingeniører. Ved å gjøre dette, sørger man for at arbeidet blir gjort med et mer byggeteknisk perspektiv. Man kan da komme med forslag som byggeteknisk avdeling kan jobbe rundt for å finne løsninger som fungerer.

I rapporten er det fokusert på plassering av koblingsanleggene på den lange siden av stasjonen. Gruppen mener dette kanskje ikke er den beste løsningen når det kommer til fremtidige utvidelser av stasjonen. Det er mulig å sette inn en samleskinne på kortsiden som er separat fra LS. Dette gjør at stasjonen har 2 uavhengige anlegg. Gruppen mener det kanskje er større fordeler å fylle KS først, for så å sette samleskinnebryterne på enden av KS og koble over til LS hvor resten av koblingsskapene blir plassert. Dette gjør at fremtidige utvidelser kan skje relativt enkelt uten store endringer på det installerte anlegget.

8. Konklusjon

BSc-gruppen har laget forslag til hvordan utskiftingen av de aldrende komponentene i Jupiter transformatorstasjon skal gjøres. Målet er å gjøre utskiftingen på en sikker, kompakt og effektiv måte.

Det er vurdert tre typer samleskinneløsninger. Ut fra disse valgte BSc-gruppen en dobbel samleskinneløsning med én effektbryter. Grunnlaget for valget er at det gir en god balanse mellom pålitelighet og kostnad, og også fordi det er et forslag fra nettselskapet. BSc-gruppen lagde et enlinjeskjema av samleskinneløsningen som inneholder linjeavganger, komponenter og transformatorer i Jupiter transformatorstasjon.

Det er gitt to forskjellige modeller for valg av koblingsanlegg, NXPLUS og 8DAB12 (Blue GIS). De ble valgt siden de er begge smale, 8DAB12 er dypere enn NXPLUS. Med disse to koblingsanleggene kan nettselskapet velge mellom SF_6 -anlegget, NXPLUS, eller “*Clean Air*”-anlegget, 8DAB12, som er mer miljøvennlig. Med disse to modellene ble det mulig å plassere alle koblingsanleggene på én enkel rekke og dermed redusere arealbruken i etasjen. For NXPLUS ble 3 reserveavganger fjernet for å oppnå dette.

Gruppens forslag til ombygging av Jupiter sikter på å gi nettselskapet to forskjellige ombygningsprosedyrer. Under disse prosedyrene vil de interne oljeisolerte kablene skjøtes med PEX-kabler på utsiden av stasjonen. Dette gjør at fremtidige skjøtinger inne i stasjonen blir lettere å gjennomføre, de trenger også mindre vedlikehold. Med de to forslagene er det henholdsvis lagt vekt på sikker forsyning under utskiftingen og at utskiftingen i seg selv er effektiv. Det ble oppnådd ved å undersøke mulige midlertidige forsyninger med hovedfokus på kritiske avganger. Gruppen kom fram til at det kunne bli brukt omkobling til eksisterende anlegg eller mobilt koblingsanlegg. Det første alternativet tilbyr en mer forsynings sikker ombygningsperiode, mens alternativ to er mer tidseffektiv.

For at arbeidet skal gjøres på en sikker måte, har gruppen utarbeidet et forslag til en risikovurdering basert på en mal gitt av NTNU, som var tilpasset til prosjektet.

Visualisering av prosjektet er viktig. Derfor ble det tegnet en 3D-representasjon av hvordan gruppen planlegger at transformatorstasjonen skal se ut etter ombyggingen. Tegnningene ble utført i en 2D planskisse. Videre ble tegningen satt inn i en 3D-modell av Jupiter transformatorstasjon og brukt som mal til videre innsetting av modellene for koblingsanlegg. Med dette var en fullstendig 3D-modell av stasjonens nye oppsett realisert.

Dette betyr at med de alternativene gruppen legger fram, er det fire totale kombinasjoner nettselskapet kan velge imellom. Enhver av disse valgene kan gjennomføres på en sikker og effektiv måte med gruppens ombygningsprosedyrer. Dette vil i sin helhet resultere i et mer kompakt koblingsanlegg som kan operere i god tid framover.

Bibliografi

- [1] Siemens. *Power Engineering Guide*, 8.0 edition. Tilgjengelig fra: <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/topics/power-engineering-guide.html>.
- [2] Knut A. Rosvold. Store norske leksikon, 2019. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/samleskinner>. Hentet: 08-03-21.
- [3] Aage Nilsen. *Kabelanlegg*. Elforlaget, 2011. Kabelanlegg.
- [4] REN. *HS Kabelnett - Teori for kabel, skjøter og endeavslutninger*. N/A, 2021. REN-BLAD 9024.
- [5] Aage Nilsen. *Kabelanlegg*. Elforlaget, 1998. Finnes i pdf-format i NTNUs Universbibliotek, Oria.
- [6] Frode Høyte. Store norske leksikon, 2019. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kondensatorbatteri>. Hentet: 09-03-21.
- [7] Crushtymks. Crushtymks. Tilgjengelig fra: <https://crushtymks.com/no/energy-and-power/663-substation\protect\@normalcr\relax-dc-auxiliary-supply-8211-battery-and-charger-applications.html>. Hentet: 09-03-21.
- [8] Crushtymks. Crushtymks. Tilgjengelig fra: <https://crushtymks.com/no/energy-and-power/426-substation-ac-auxiliary-supply-for-inessential-loads.html>. Hentet: 09-03-21.
- [9] Knut A. Rosvold. Store norske leksikon, 2020. Tilgjengelig fra: https://snl.no/kontrollanlegg_-_kraftforsyning. Hentet: 09-03-21.
- [10] Steinar Svarte; Jan H. Sebergesen. *Energiproduksjon og energidistribusjon 2*. Gyldendal Norsk Forlag AS 2002, 10 edition, 2018.
- [11] Bane Nor Teknisk Regelverk. Bane nor teknisk regelverk, 2015. Tilgjengelig fra: <https://trv.banenor.no/wiki/Definisjon:Koblingsanlegg>. Hentet: 06-03-21.
- [12] Anne Marthe ter Woerds Christensen Kristine Bjørnsen. Bruk av sf_6 i kraftsektoren og alternative isolasjons- og brytningsmedier til sf_6 , 2019. Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2019/eksternrapport2019_70.pdf. Hentet: 11-03-21.
- [13] Edvard Csanyi. Electrical engineering portal, 2010. Tilgjengelig fra: <https://electrical-engineering-portal.com/gas-insulated-substations-gis>. Hentet: 09-03-21.
- [14] g^3 technology the alternative to sf_6 for high voltage applications, 2021. Tilgjengelig fra: <https://www.gegridsolutions.com/products/brochures/g3-gas-technology-brochure-en.pdf>. Hentet: 11-03-21.

- [15] Abb's ecogis move into a greener world with us, 2021. Tilgjengelig fra: <https://new.abb.com/medium-voltage/switchgear/gas-insulated-switchgear/eco-efficient-gas-insulated-switchgear>. Hentet: 11-03-21.
- [16] Insulating gas for the electric power industry, 2017. Tilgjengelig fra: https://www.3m.com/3M/en_US/novec-us/applications/insulating-gas/. Hentet: 11-03-21.
- [17] Hubertus Breuer. Siemens energy, 2020. Tilgjengelig fra: <https://www.siemens-energy.com/global/en/news/magazine/2020/alternatives-for-sf6.htm>. Hentet: 09-03-21.
- [18] John Finn Terry Krieg. *Substations*. Springer International Publishing, 2019.
- [19] Edvard Csabyi. Electrical engineering portal, 2019. Tilgjengelig fra: <https://electrical-engineering-portal.com/gis-gas-insulated-switchgear-components>. Hentet: 06-03-21.
- [20] Electrical4u. Electrical4u, 2020. Tilgjengelig fra: <https://www.electrical4u.com/vacuum-circuit-breaker-or-vcb-and-vacuum-interrupter/>. Hentet: 09-03-21.
- [21] Megger. Megger. Tilgjengelig fra: <https://megger.com/applications/circuit-breakers/operating-mechanism>. Hentet: 03-04-21.
- [22] Steinar Svarte; Jan H. Sebergesen. *Energiproduksjon og energidistribusjon 1*. Gylden-dal Norsk Forlag AS 2002, 10 edition, 2018.
- [23] Grainger Editorial Staff. Grainger, 2017. Tilgjengelig fra: <https://www.grainger.com/know-how/equipment-information/kh-what-is-a-current-transformer>. Hentet: 08-03-21.
- [24] Electrical4u. Electrical4u, 2020. Tilgjengelig fra: <https://www.electrical4u.com/metal-enclosed-switchgear/>. Hentet: 08-03-21.
- [25] Terje Rønningen. Siemens Energy. Valg av samleskinneløsninger, 2020. Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet- NTNU. Apparat- og kontrollanlegg: Uke 45. Blackborad: gjesteforelesning. Hentet: 09-03-21.
- [26] Siemens. Fixed-mounted circuit-breaker switchgear type 8da and 8db up to 40.5 kv, gas insulated, 2017. Tilgjengelig fra: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:0552f9f7c5b93a39986bb9b4a5b441c8a36a5539/catalogue-8da-and-8db-en.pdf>. Hentet: 22-03-21.
- [27] Siemens. 8dab 12 – blue gis, 2019. Tilgjengelig fra: <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/medium-voltage/systems/8dab12.html#Download>. Hentet: 22-03-21.
- [28] Siemens. Fixed-mounted circuit-breaker switchgear type nxplus up to 40 5 kv, gas insulated, 2019. Tilgjengelig fra: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:7d65b570-a0b1-489d-b3fb-d741dda65314/ha-35-51-en.pdf>. Hentet: 22-03-21.

- [29] Siemens. Fixed-mounted circuit-breaker switchgear type nxplus c up to 36 kv, gas-insulated, 2020. Tilgjengelig fra: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:97558e98-d760-4d9b-8149-17d982f3af56/ha35-41-en-screen.pdf>. Hentet: 22-03-21.
- [30] TE CONNECTIVITY. Plug-in solutions for medium & high voltage applications, 2012. Tilgjengelig fra: https://www.tti.com/content/dam/ttiinc/manufacturers/te-connectivity/PDF/wp_te_pluginsolutions.pdf. Hentet: 15-04-21.
- [31] Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Forskriftskrav og normkrav, 2015. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/Global/PDF/Elektro-NEK/Lavspenning/Elsikkerhetskonferansen%202015/1415-1445%20-%20IV%20-%20Den%20nye%20NEK%20440%20mv%20-%20Espen%20Masvik.pdf>.
- [32] Direktoratet for byggkvalitet. Avfallsplan, 2009. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/9/9-6/>. Hentet: 14-03-21.
- [33] NVE-RME. Kile – kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi, 2019. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/okonomisk-regulering-av-nettselskap/om-den-okonomiske-reguleringen/kile-kvalitetsjusterte-inntektsrammer-ved-ikke-levert-energi/#:~:text=KILE%20elementet%20representerer%20kundernes%20kostnader,redusert%20n%C3%A5r%20det%20oppst%C3%A5r%20avbrudd>. Hentet: 19-04-21.
- [34] LOVDATA. Lovdata - forskrift om kontroll av nettvirksomhet, 1999. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-03-11-302/KAPITTEL_4-3%C2%A79-1. Hentet: 14-03-21.

9. Vedlegg

Vedlegg 9.1: A3 - Poster til BSc-oppgaven

Vedlegg 9.2: Kriterier for valg av koblingsanlegg

Vedlegg 9.3: Brosjyre 8DAB12 (Blue GIS)

Vedlegg 9.4: Brosjyre NXPLUS

Vedlegg 9.5: Mobilt koblingsanlegg

Vedlegg 9.6: Overgangsskjøt PEX - PEX

Vedlegg 9.7: Overgangsskjøt Papirisolert - PEX

Vedlegg 9.8: Montering av kabel

Vedlegg 9.9: Endeavslutning - Monteringsanvisning

Vedlegg 9.10: Endeavslutning og skjøt av høyspentkabel

Vedlegg 9.11: Sluttkontroll

Vedlegg 9.12: Oversikt av eksisterende 12 kV koblingsanlegg

Vedlegg 9.13: Alternativ 1 - Soneinndeling

Vedlegg 9.14: Alternativ 2 - Feltinndeling

Vedlegg 9.15: Avfallsplan

Vedlegg 9.16: Risikovurdering

Vedlegg 9.17: Enlinjeskjema

Vedlegg 9.18: 2D-modell NXPLUS

Vedlegg 9.19: 2D-modell 8DAB12 (Blue GIS)

Vedlegg 9.20: Oppbygning av kabler produsert i Norge

Vedlegg 9.21: FEF 2006

Vedlegg 9.22: FSE 2006

Vedlegg 9.23: NEK 440

9.1 Poster til BSc-oppgaven

A3- Poster til BSc-oppgaven

BAKGRUNN

Efter 60 år i drift skal transformatorstasjonen “Jupiter” ombygges. Jupiter er et luftisolert 12kV mellomspenningsanlegg som består av 37 feiler med dobbel samleskinneløsning. Samleskinnene følger en hesteko form. I den gamle stasjonen skal alle komponentene byttes ut bortsett fra transformatorer, hjelpekræftanlegg og kondensatorbatteri. Nettselskapet ønsker å holde noen av stasjonens avganger i drift under utskiftingen.

HOVEDMÅL

Lage et forslag til ombygningsprosessen til transformatorstasjonen og utskifting av luftisolert koblingsanlegg til gassisolert koblingsanlegg for å redusere arealbruken. Det er ønskelig å gjenbruke de eksisterende kabelåpningene i gulvet. Målet er å tilfredsstille oppdragsgivers krav og nettselskapets behov.

METODE

Informasjonsinnsamlingsfase: I denne fasen finner BSC-gruppen relevant litteratur som legger et grunnlag for planleggingen av ombyggingen. Den handler også om å samle teknisk informasjon rundt Jupiter transformatorstasjonen som blir brukt i planleggings- og ombyggingfasen.

Planleggingsfase: I planleggingsfasen er de forskjellige løsningene til samleskinner og koblingsanleggsmodeller som kan brukes for ombyggingen vurdert. I denne fasen blir det tatt hensyn til relevante forskrifter for utskiftingen.

Ombyggingssfase: I denne fasen gjør BSC-gruppen rede for alternativer for forsyning under ombyggingssperioden, hvordan det gamle anlegget blir demontert og hvor de nye koblingsanleggene og samleskinnene blir plassert etter utskifting.

Takk til Ola Furuhaug, Lornis Sklett og andre kontakt personer som hjalp oss under rapportskrivning.

Trondheim, 2021

RESULTATER


NXPLUS

NXPLUS, er et koblingsanlegg som bruker SF₆ som isolasjonsgass, denne trenger også en trykkavstigningskanal. Med NXPLUS får man ikke muligheten til å gjenbruke eksisterende gulvåpningene og det må fjernes 3 reserveavganger.



8DAB12 (Blue GIS)

8DAB12 (Blue GIS) bruker ren luft som isolasjonsgass. Dette er et mer miljøvennlig koblingsanlegg. Med 8DAB12 får man muligheten til å gjenbruke de eksisterende gulvåpningene, men har et større fotavtrykk.

Kriterier	NXPLUS	8DAB12 (Blue GIS)
Isolasjonsmiddel	SF ₆	Clean Air
Dimensjon til koblingsanlegg*	600 × 1825 × 2615	600 × 2665 × 2350
Størrelse til gulvåpninger— linjeavganger	490 × 700	510 × 2185
Størrelse til gulvåpninger— trafoavganger	490 × 820	510 × 2185
Gjenbruk av gulvåpning	Veidlig lite	Delvis
Type endeavslutning	Indre/Ytre kobling	Indre kobling

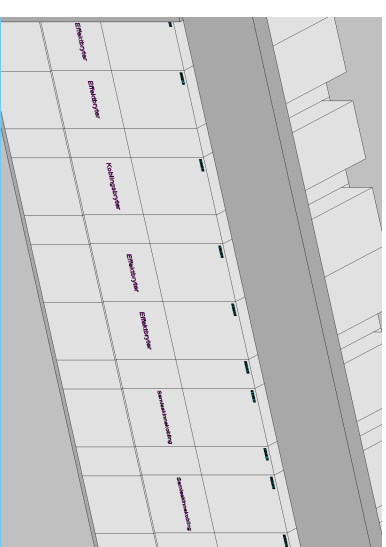
*NXPLUS: Linjeavganger, 8DAB12: alle avganger

Gruppen har kommet fram til to alternativer for utskifting av mellomspenningsanlegget.

- ◇ Soneinndeling: hvor transformatorstasjonen blir delt opp i seks seksjoner og dermed blir ombygd to seksjoner om gangen.
- ◇ Feltneddeling: hvor transformatorstasjonen er delt i to og ombygges en side om gangen.

3D-modell:

Det har blitt lagd egne 3D-modeller av NXPLUS og 8DAB12-skap montert i Jupiter transformatorstasjonen. Dimensjonene er funnet i brosjyrene for begge koblingsskapene.



NXPLUS 3D-modeller i Jupiter transformatorstasjon

KONKLUSJON

NXPLUS og 8DAB12 ble valgt siden de er begge smale, 8DAB12 er dypere enn NXPLUS. Med disse to koblingsanleggene kan nettselskapet velge mellom SF₆-anlegg, NXPLUS, eller Clean Air-anlegg. 8DAB12, som er mer miljøvennlig. Gruppens forslag til ombygging av Jupiter transformatorstasjon sikter på å gi nettselskapet to forskjellige ombygningsprosedyrer. Med de to forslagene er det henholdsvis lagt vekt på sikker forsyning under utskiftingen og at utskiftingen i seg selv er effektiv. Det ble oppnådd ved å undersøke mulige midlertidige forsyninger for kritiske avganger. Gruppen kom fram til at det kunne bli brukt omkobling til eksisterende anlegg eller mobil koblingsanlegg. Det første alternativet tilbyr en mer forsyningsikker ombygningsperiode, det andre er mer tidseffektiv.

Dette betyr at med alternativene gruppen legger fram, er det fire totale kombinasjoner nettselskapet kan velge imellom. Enhver av disse valgene kan gjennomføres på en sikker og effektiv måte. Dette vil i sin helhet resultere i et mer kompakt koblingsanlegg som kan opereres pålitelig i god tid framover.

9.2 Kriterier for valg av koblingsanlegg

Kriterier for valg av koblingsanlegg

Modell	Merkespenning [kV]	Merkestrøm		Kortslutningssyfelise			
		Merkestrøm trafoavgang [A] (Rated normal current of the busbar)	Merkestrøm øvrige avganger [A] (Rated normal current of the feeders)				
8DBA12 (Blue GIS)	12	Maks. 2750	Maks. 2750	Rated short-time 3s withstand current [kA]	Rated short circuit breaking current [kA]	Rated peak withs tand current [kA]	Rated short circuit making current [kA]
8DB10	12	Maks. 5000	2750 (Without forced ventilation)	40	40	100/104	100/104
			3150 (With forced ventilation)				
NXPLUS	12	2500	2500	31,5	31,5	80/82	80/82
NXPLUS C	12	1250	1250	31,5	31,5	80/82	80/82

Modell	Isolasjonsnivå merkefrekvens [kV]		Isolasjonsnivå lynimpuls [kV]		Dimensjoner [mm]						Floor opening [mm]	Finnes det i dobbelramleskin neløsning	Miljøpåvirkning og gass brukt	Service life
	(Phase to earth, open contact gap)	(Across the isolating distance)	(Phase to earth, open contact gap)	(Across the isolating distance)	Høyde (Standard)	Høyde (High LV compartment)	Høyde (trykkavlastningskanal)	Bredde	Dybde	[Bredde x Dybde]				
8DBA12 (Blue GIS)	28	32	75	85	2350	850	N/A	600	2665	510x2185	JA	JA	Lavt. Clean Air Gas er brukt	Minst 35 år, opptil 40/50 år
8DB10	28		75		2350	2700	N/A	600	2665	510x2185	JA	JA	Høyt. SF ₆ brukes	Minst 35 år, opptil 40/50 år
NXPLUS	28		75		2600	2615	397	600	1825	490 x 820	JA	JA	Høyt. SF ₆ brukes	Minst 35 år, opptil 40/50 år
NXPLUS C	28		75		2250		250	600	1225	560 x 700	JA	JA	Høyt. SF ₆ brukes	Minst 35 år, opptil 40/50 år

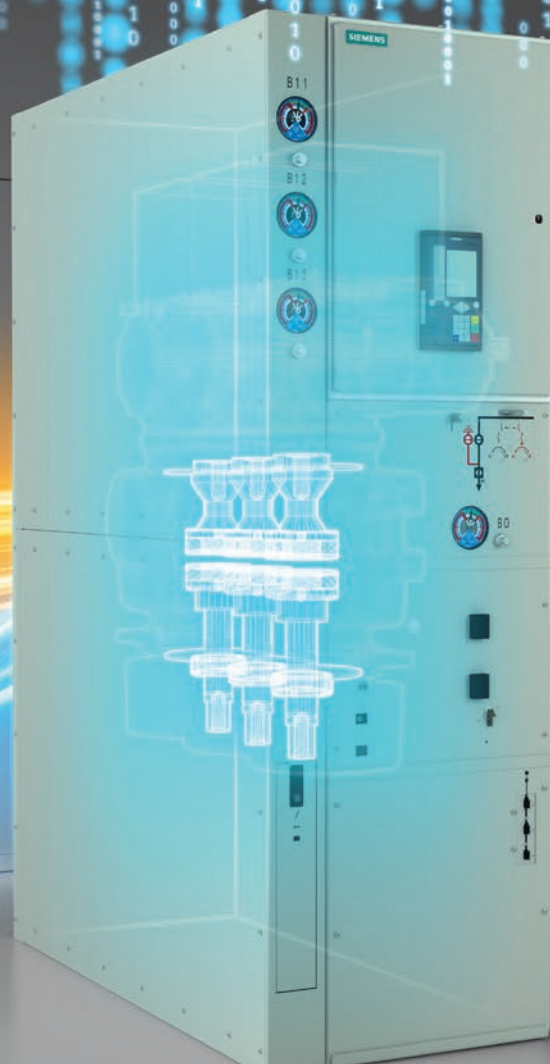
Modell	Fordeler	Ulemper
8DBA12 (Blue GIS)	<p>Gasser fra omgivelsene er brukt</p> <p>Bygd med hensyn til personalvern</p> <p>Vedlikeholdsfri</p> <p>Veldig lite påvirket av miljøet</p> <p>Kompakt og kapslet design</p> <p>Et enkelt koblingsanlegg for dobbelsamleskinneløsning</p>	<p>Litt dyrt</p> <p>Gulvåpninger er større enn det som ønskes</p> <p>Stor påvirkning på byggs struktur</p>
8DB10	<p>Veldig lite påvirket av miljøet</p> <p>Kompakt og kapslet design</p> <p>Maintenance free design</p> <p>Stor pålitelighet ved utvidelser</p> <p>Bygd med hensyn til personalvern</p> <p>Et enkelt koblingsanlegg for dobbelsamleskinneløsning</p>	<p>Litt dyrt</p> <p>Stor påvirkning på miljøet pga. bruk av SF6</p> <p>Stor påvirkning på byggs struktur</p> <p>Gulvåpninger er større enn det som ønskes</p>
NXPLUS	<p>Veldig lite påvirket av miljøet</p> <p>Kompakt og kapslet design</p> <p>Ikke så dyrt</p> <p>Vedlikeholdsfri</p> <p>Bygd med hensyn til personalvern</p> <p>Gulvåpninger er akseptable</p>	<p>Stor påvirkning på miljøet pga. bruk av SF6</p> <p>Breddere koblingskap for 2500 A</p> <p>Det må installeres en trykkavlastningskanal</p> <p>Færre reserveavgang</p>
NXPLUS C	<p>Veldig lite påvirket av miljøet</p> <p>Kompakt design</p> <p>Ikke så dyrt</p> <p>Vedlikeholdsfri</p> <p>Bygd med hensyn til personalvern</p> <p>Gulvåpninger er akseptable</p>	<p>Stor påvirkning på miljøet pga. bruk av SF6</p> <p>Maks. merkestrøm er 1250 A</p> <p>Rygg-mot-rygg montering</p> <p>Det må installeres en trykkavlastningskanal</p>

9.3 Brosjyre 8DAB12 (Blue GIS)

**Brukte sider i brosjyren til 8DAB12-
Blue GIS.**

SIEMENS

Ingenuity for life



8DAB 12 – blue GIS

Gas-Insulated
Medium-Voltage Switchgear

[siemens.com/8dab12](https://www.siemens.com/8dab12)

Features



Gas-insulated switchgear (GIS) type 8DA/B has been an integral part of the medium-voltage portfolio at Siemens for more than three decades. More than 125,000 panels of this switchgear type have already been installed worldwide. The 8DA/B portfolio has now been extended by 8DAB 12 – a switchgear using Clean Air – an insulating gas exclusively consisting of natural elements of the ambient air.

8DAB 12 is available as single and double busbar with ratings up to 2750 A and 40 kA with the panel types circuit-breaker panel, bus coupler and bus sectionalizer, disconnecter panel, metering panel, and cable connection panel, also featuring many different options for integrated and top-mounted components. This provides numerous and variable possibilities of application. Another special feature is the single-pole enclosure, which ensures an extraordinarily high service continuity.

Gas-insulated switchgear type 8DAB 12 are particularly appropriate for use in transformer substations and switching substations, and, for example, in power supply companies, in the cement industry, automotive industry, steel and aluminum industry, textile, paper and food industry, in the chemical and pharmaceutical industry, in the petroleum industry, in airports and ports, in rolling mills, in the mining industry, and many more.

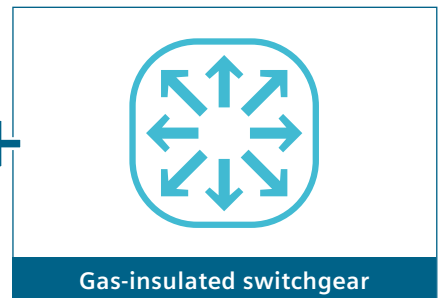
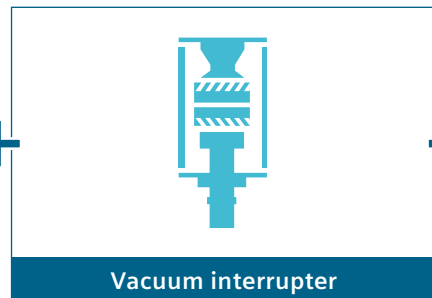
Thanks to its enclosed high-voltage part, the switchgear is especially suitable for applications under aggressive ambient conditions, such as saline

air, air humidity, dust, and condensation. Furthermore, the 8DAB 12 offers full protection against ingress of, for example, pollution and small animals. It is independent of the site altitude.

The use of digital secondary systems and combined protection and control devices ensures clear integration in process control systems, flexible and highly simplified adaptation to new system conditions, and thus to cost-efficient operation. With this thoroughly studied switchgear concept, the service life to be expected is at least 35 years under normal operating conditions.

blue GIS

The new 8DAB 12 belongs to the “blue GIS” portfolio of Siemens AG. Every GIS of this portfolio is equipped with Clean Air and the proven Siemens vacuum technology. It meets the expectations of the Siemens customers further on, for example, with respect to switchgear availability, maintenance-free design, personal safety, environmental independence and cost-efficiency. Clean Air consists of the natural elements of the ambient air and is therefore free of F-gases, with a global warming potential <1, highly stable, non-toxic, non-flammable, and suitable for every application temperature.



Technical data

Common electrical data, filling pressure and temperature	Rated insulation level	Rated voltage U_r	kV	7,2	12	
		Rated short-duration power-frequency withstand voltage U_d :				
		– phase-to-earth, open contact gap	kV	20 ¹⁾	28 ¹⁾	
		– across the isolating distance	kV	23 ¹⁾	32 ¹⁾	
		Rated lightning impulse withstand voltage U_p :				
		– phase-to-earth, open contact gap	kV	60	75	
		– across the isolating distance	kV	70	85	
		Rated frequency f_r		Hz	50/60	50/60
		Rated normal current I_r	of the busbar ³⁾	A	1250	1250
				A	2000	2000
			A	2500	2500	
			A	2750	2750	
	Rated functional level p_{re}	(relative) of the busbar		140 kPa at 20 °C		
	Ambient air temperature			(-25) – 5 °C to +55 °C		
	Internal arc classification IAC			IAC A FL 40 kA 1 s IAC A FLR 40 kA 1 s		
	Partition class			PM		
	Loss of service continuity			LSC 2		
Data of the switchgear panels: Circuit-breaker, bus sectionalizer, bus coupler, cable connection, disconnecter	Rated normal current I_r ³⁾		A	1250	1250	
			A	1600	1600	
			A	2000	2000	
			A	2500	2500	
			A	2750 ²⁾	2750 ²⁾	
	Rated short-time withstand current I_k	$t_k = 3$ s	up to kA	40	40	
	Rated peak withstand current I_p		up to kA	100/104	100/104	
	Rated short-circuit making current I_{ma}		up to kA	100/104	100/104	
Rated short-circuit breaking current I_{sc}		up to kA	40	40		
Electrical endurance of vacuum circuit-breakers	at rated normal current		10,000 operating cycles			
	at rated short-circuit breaking current		50 breaking operations			
Rated functional level p_{re}	(relative) for feeders		140 kPa at 20 °C			

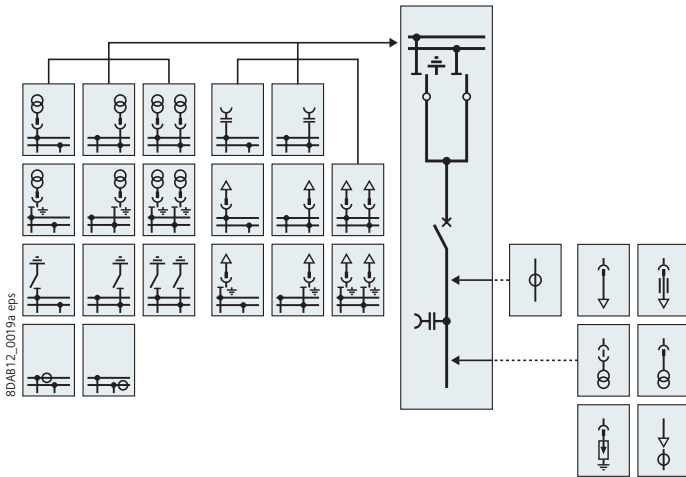
1) Higher values according to national standards on request

2) 2750 A with forced ventilation


3) Maximum permissible normal current dependent on ambient air temperature


Double busbar


Circuit-breaker panel





8DA812_0019a eps

 Three-position disconnector

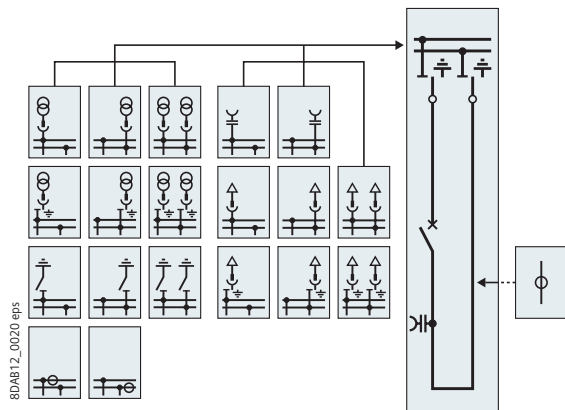
 Vacuum circuit-breaker

 Capacitive voltage detecting system


 Busbar earthing switch


 Plug-in type voltage transformer plugged in directly or with cable connection


Bus coupler



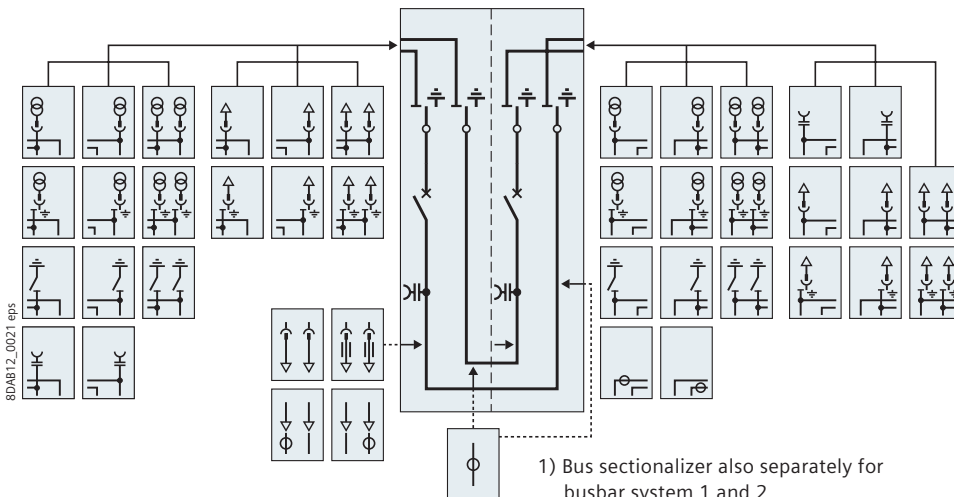
8DA812_0020 eps

 Current transformer


 Surge arrester

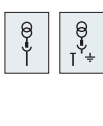
 Panel connection with inside-cone plug or bar connection

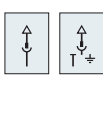
Bus sectionalizer¹⁾



8DA812_0021 eps

 Zero-sequence current transformer

 Voltage transformer with or without three-position disconnector

 Busbar connection with or without three-position disconnector

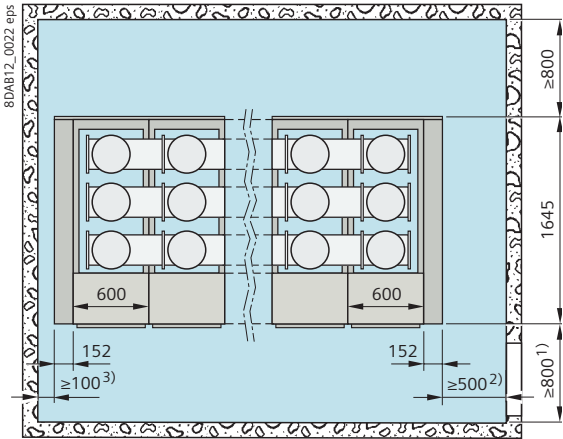
1) Bus sectionalizer also separately for busbar system 1 and 2

Further versions available: bus sectionalizer, metering panel, cable connection panel, and dummy panel.

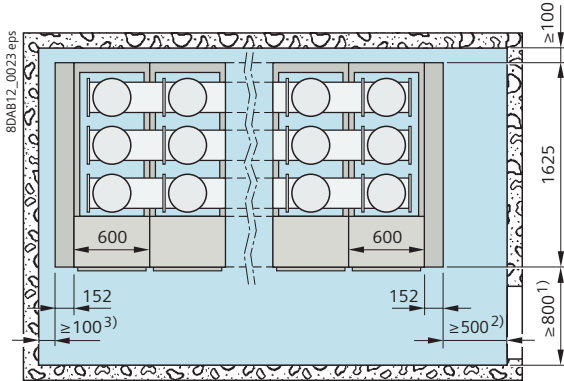
Room planning

Single busbar

Free-standing arrangement

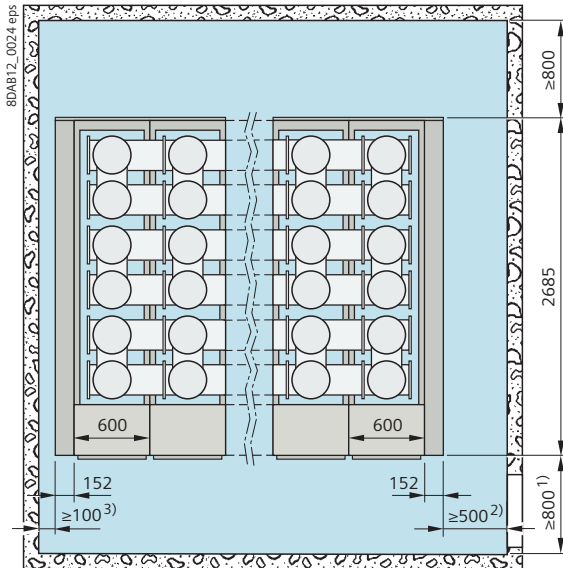


Wall-standing arrangement

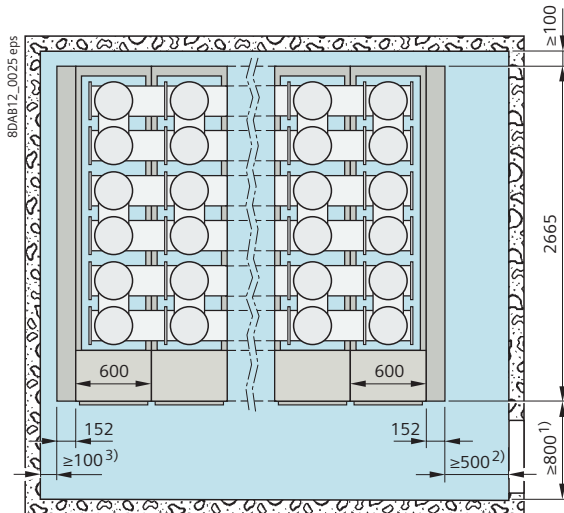


Double busbar

Free-standing arrangement

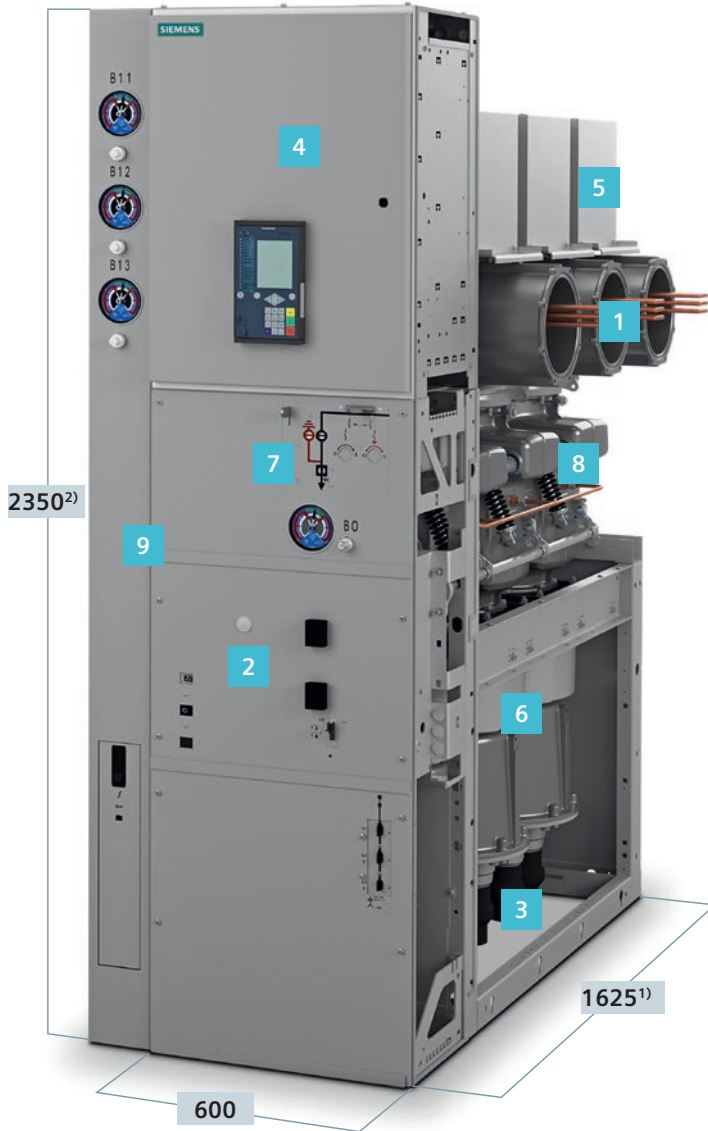


Wall-standing arrangement



- 1) Depending on national requirements
- 2) Lateral wall distance ≥ 500 mm optionally required on the left or on the right
- 3) Minimum lateral wall distance ≥ 100 mm optionally required on the left or on the right

Product range



- 1) Double busbar: 2665 mm
- 2) Low-voltage compartment: 850 mm

1. Busbar

Own continuous gas compartment (single-pole) for single and double busbar.

2. Circuit-breaker

Conforming to IEC 62271-100 with the classes M2, E2, and C2; maintenance-free under normal operating conditions according to IEC 62271-1.

3. Panel connection

Inside-cone plug-in system size S2, S3 and S4, and solid-insulated bar connection can be implemented.

4. Low-voltage compartment

Customer-specific options in different heights, 850 mm and 1200 mm.

5. Voltage transformer

Single-pole insulated and metal-enclosed voltage transformer possible at the busbar with/without disconnecting facility, and at the outgoing feeder.

6. Current transformer

Ring-core current transformer possible at the busbar, at the cable connection housing, and on the cable.

7. Three-position disconnecter

According to IEC 62271-102 with classes M1 and E2 and the switch positions CLOSED, OPEN, EARTHED, or READY-TO-EARTH. Possible with and without motor operating mechanism.

8. Internal enclosure

Hermetically single-pole enclosed modular housing made of corrosion-proof aluminum alloy – protected against environmental influences.

9. External enclosure

Safe-to-touch: All high-voltage parts incl. cable connections, busbars, and voltage transformers are metal-enclosed. Accessibility to the busbar, switching-device, and cable compartments, as well as to the low-voltage compartment is tool-based.

Published by
Siemens AG
Smart Infrastructure
Distribution Systems
Mozartstraße 31c
91052 Erlangen
Germany

[siemens.com/8dab12](https://www.siemens.com/8dab12)

Article No. SIDS-B10019-00-7600

PU 184/005752 1119 0.0

© Siemens 2019

For the U.S. published by

Siemens Industry Inc.
100 Technology Drive
Alpharetta, GA 30005
United States

Subject to changes and errors. The information given in this document only contains general descriptions and/or performance features which may not always specifically reflect those described, or which may undergo modification in the course of further development of the products. The requested performance features are binding only when they are expressly agreed upon in the concluded contract.

Homepage
8DAB 12



9.4 Brosjyre NXPLUS

**Brukte sider i brosjyren til
NXPLUS.**

SIEMENS



Catalog
HA 35.51 ·
Edition 2019

Fixed-Mounted Circuit-Breaker Switchgear Type NXPLUS up to 40.5 kV, Gas-Insulated Medium-Voltage Switchgear

[siemens.com/medium-voltage-switchgear](https://www.siemens.com/medium-voltage-switchgear)

Application

Typical uses

R_HA35-090 eps



R_HA35-092 eps



Typical uses:
Examples
Public power supply system,
steel works,
offshore wind park,
cement industry,
industrial plant

R_HA35.51-76_83.tif



R_HA35-156.tif



R_HA35-51-2758.tif



R_HA35-51-2754.tif

Fixed-Mounted Circuit-Breaker Switchgear Type NXPLUS up to 40.5 kV, Gas-Insulated

Medium-Voltage Switchgear

Catalog HA 35.51 · 2019

Invalid: Catalog HA 35.51 · 2015

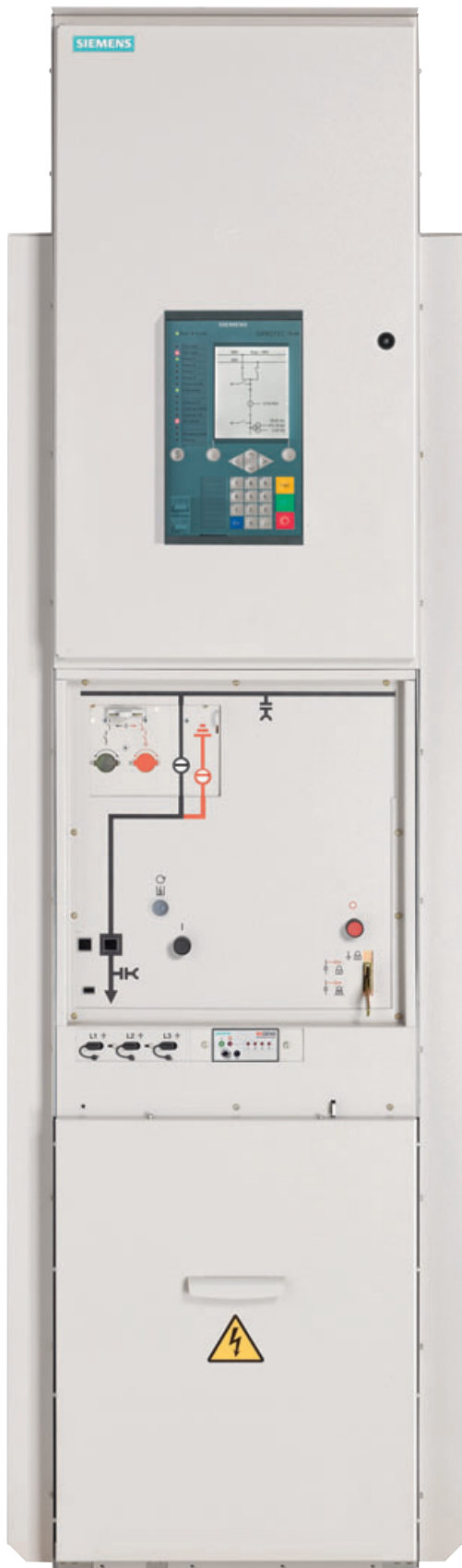
www.siemens.com/medium-voltage-switchgear

www.siemens.com/NXPLUS

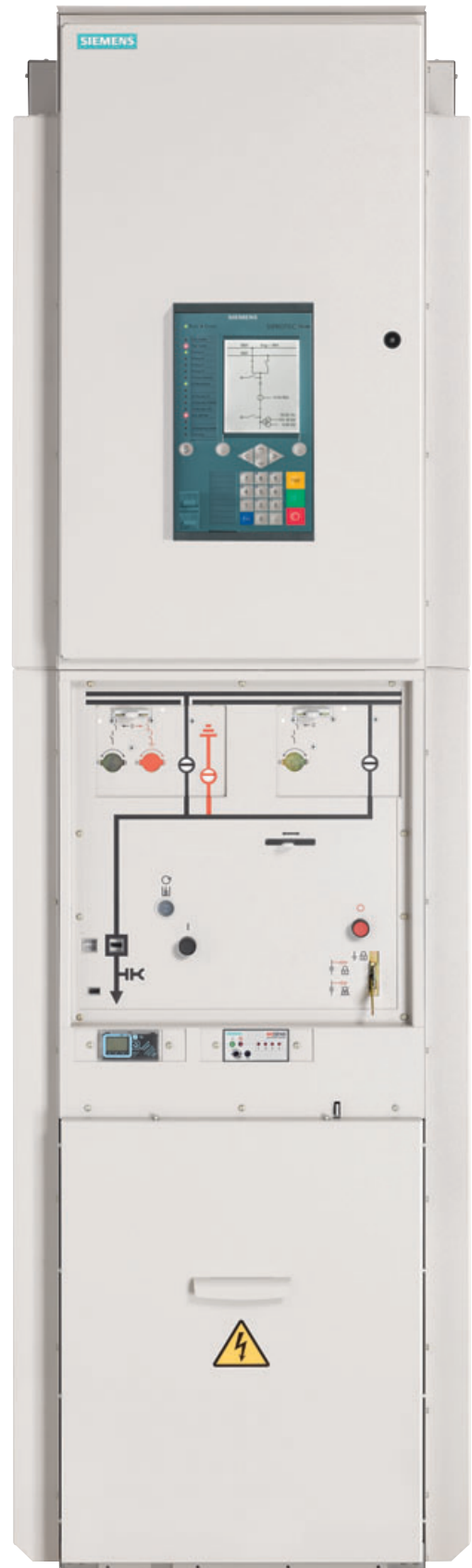
Application	Page
Typical uses	2
Types, typical uses, ratings	4 and 5
Requirements	
Features, safety, technology	6 and 7
Technical Data	
Electrical data	8 and 9
Room planning	10
Shipping data, classification	11
Dimensions	
Front views, sections, floor openings, fixing points	12 to 21
Product Range	
Single-busbar panels	22 and 23
Double-busbar panels	24 to 27
Design	
Single-busbar panel design	28
Double-busbar panel design	29
Components	
Vacuum circuit-breaker	30 and 31
Three-position disconnecter	32 and 33
Busbar, module coupling	34
Current transformers	35
Voltage transformers	36 to 38
Horizontal pressure relief duct	39 and 40
Panel connection with outside cone	41 to 43
Installation possibilities with outside cone	44 and 45
Panel connection with inside cone	46 and 47
Installation possibilities with inside cone	48 and 49
Indicating and measuring equipment	50 to 54
Protection, control, measuring and monitoring equipment	55 to 58
Standards	
Standards, specifications, guidelines	59 to 61

The products and systems described in this catalog are manufactured and sold according to a certified management system (acc. to ISO 9001, ISO 14001 and BS OHSAS 18001).

Application Types



R-HA35.51-176.tif



R-HA35.51-83.tif

Panel for
single busbar

Panel for
double busbar

Fixed-mounted circuit-breaker switchgear NXPLUS is a factory-assembled, type-tested, metal-enclosed, SF₆-insulated switchgear with metallic partitions ²⁾ for single-busbar and double-busbar applications for indoor installation.

It is used in transformer and switching substations, e. g., in:

- Power supply companies
- Power stations
- Cement industry
- Automobile industry
- Iron and steel works
- Rolling mills
- Textile, paper and food industries
- Chemical industry
- Petroleum industry
- Pipeline installations
- Electrochemical plants
- Petrochemical plants
- Diesel power plants
- Emergency power supply installations
- Traction power supply systems
- Offshore installations
- Renewable power generation plants.

Electrical data (maximum values) and dimensions

Single-busbar panels

	max. kV	12	24	36	40.5
Rated voltage	max. kV	12	24	36	40.5
Rated frequency	Hz	50/60	→		
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	kV	28	50	70	85
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	75	125	170	185
Rated short-circuit breaking current	max. kA	31.5	→		
Rated short-time withstand current, 3 s	max. kA	31.5	→		
Rated short-circuit making current	max. kA	80/82	→		
Rated peak withstand current	max. kA	80/82	→		
Rated normal current of the busbar	max. A	2000 ¹⁾	2000 ¹⁾	2000 ¹⁾	2000
Rated normal current of the feeders	max. A	2000 ¹⁾	2000 ¹⁾	2000 ¹⁾	2000
Width	mm	600	→		
Depth	mm	1585	→		
Height					
– Standard	mm	2450	→		
– With higher low-voltage compartment	mm	2615	→		

Double-busbar panels

	max. kV	12	24	36
Rated voltage	max. kV	12	24	36
Rated frequency	Hz	50/60	→	
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	kV	28	50	70
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	75	125	170
Rated short-circuit breaking current	max. kA	31.5	→	
Rated short-time withstand current, 3 s	max. kA	31.5	→	
Rated short-circuit making current	max. kA	80/82	→	
Rated peak withstand current	max. kA	80/82	→	
Rated normal current of the busbar	max. A	2500	2500	2500
Rated normal current of the feeders	max. A	2500	2500	2500
Width				
– Up to 2000 A	mm	600	→	
– > 2000 A	mm	1200	→	
Depth	mm	1825	→	
Height				
– Standard	mm	2600	→	
– With higher low-voltage compartment	mm	2615	→	

1) 2500 A on request

2) Corresponds to "metal-clad" according to former standard IEC 60298

Requirements

Features

Environmental independence

Hermetically tight, welded switchgear vessels made of stainless steel as well as single-pole solid insulation make the parts of the primary circuit under high voltage of NXPLUS switchgear

- Insensitive to certain aggressive ambient conditions, such as:
 - Air humidity
 - Dust
 - Condensation
- Tight to ingress of foreign objects, such as:
 - Dust
 - Pollution
 - Small animals
 - Humidity
- Independent of the site altitude.

Compact design

Thanks to the use of SF₆ insulation, compact dimensions are possible up to 40.5 kV.

Thus:

- Existing switchgear rooms and substation rooms can be used effectively
- New constructions cost little
- Costly city-area space is saved.

Maintenance-free design

Switchgear vessels designed as sealed pressure systems, maintenance-free switching devices and enclosed cable plugs ensure:

- Maximum supply reliability
- Personnel safety
- Sealed-for-life design according to IEC 62271-200 (sealed pressure system)
- Installation, operation, extension and replacement without SF₆ gas work
- Reduced operating costs
- Cost-efficient investment
- No maintenance cycles.

Innovation

The use of digital secondary systems and combined protection and control devices ensures:

- Clear integration in process control systems
- Flexible and highly simplified adaptation to new system conditions and thus to cost-efficient operation.

Service life

Under normal operating conditions, the expected service life of gas-insulated switchgear NXPLUS is at least 35 years, probably 40 to 50 years, taking the tightness of the hermetically welded switchgear vessel into account. The service life is limited by the maximum number of operating cycles of the switchgear devices installed:

- For circuit-breakers, according to the endurance class defined in IEC 62271-100
- For three-position disconnectors and earthing switches, according to the endurance class defined in IEC 62271-102.

Safety

Personal safety

- Safe-to-touch and hermetically sealed primary enclosure
- Cable terminations, busbars and voltage transformers are surrounded by earthed layers
- All high-voltage parts including the cable terminations, busbars and voltage transformers are metal-enclosed
- Capacitive voltage detecting system to verify safe isolation from supply
- Operating mechanisms and auxiliary switches safely accessible outside the primary enclosure (switchgear vessel)
- Due to the system design, operation is only possible with closed switchgear enclosure
- Standard degree of protection IP 65 for all high-voltage parts of the primary circuit, IP 3XD for the switchgear enclosure according to IEC 60529 and VDE 0470-1
- High resistance to internal arcs by logical mechanical interlocks and tested switchgear enclosure
- Panels tested for resistance to internal faults up to 31.5 kA
- Logical mechanical interlocks prevent maloperation
- Make-proof earthing by means of the vacuum circuit-breaker.

Security of operation

- Hermetically sealed primary enclosure independent of environmental effects (pollution, humidity and small animals)
- Maintenance-free in an indoor environment (IEC 62271-1 and VDE 0671-1)
- Operating mechanisms of switching devices accessible outside the primary enclosure (modules)
- Metal-coated or metal-enclosed, plug-in inductive voltage transformers mounted outside the SF₆ switchgear vessel
- Current transformers as ring-core current transformers mounted outside the SF₆ switchgear vessel
- Complete switchgear interlocking system with logical mechanical interlocks
- Welded switchgear vessels, sealed for life
- Minimum fire load
- Type and routine-tested
- Standardized and manufactured using numerically controlled machines
- Quality assurance in accordance with DIN EN ISO 9001
- More than 500,000 switchgear panels of Siemens in operation worldwide for many years
- Option: Resistance against earthquakes (single busbar only).

Reliability

- Type and routine-tested
- Standardized and manufactured using numerically controlled machines
- Quality assurance in accordance with DIN EN ISO 9001
- More than 500,000 switchgear panels of Siemens in operation worldwide for many years.

General

- 3-pole enclosure of the primary part via modules made of stainless steel
- Insulating gas SF₆
- Three-position switch as busbar disconnecter and feeder earthing switch
- Make-proof earthing by means of the vacuum circuit-breaker
- Panel spacing of incoming and outgoing feeder panels: 600 mm (1200 mm as of 2300 A feeder current)
- Hermetically tight, welded switchgear vessel made of stainless steel
- 1-pole solid-insulated, screened module coupling in bolted technology
- Cable connection with inside-cone or outside-cone plug-in system, or for connection of solid-insulated bars
- Wall-standing or free-standing arrangement
- Cable connection access from front or rear
- Low-voltage door hinges on the left or on the right
- Installation and extension of existing switchgear at both ends without gas work and without modification of existing panels
- Panel-internal control cables in metallic wiring ducts.

Interlocks

- According to IEC 62271-200 and VDE 0671-200
- Logical mechanical interlocks prevent maloperation
- Three-position disconnecter can only be operated with circuit-breaker in OPEN position
- Circuit-breaker can only be operated with three-position switch in end position and operating lever removed
- Three-position disconnecter interlocked against the circuit-breaker in circuit-breaker panels and in bus sectionalizers with one panel spacing
- "Feeder earthed" locking device
- Locking device for three-position switch
The following interlocks can be fulfilled by placing the padlock accordingly:
 - Padlock on the left:
Three-position switch "DISCONNECTING" function cannot be operated,
three-position switch "READY-TO-EARTH" function can be operated
 - Padlock in the center:
Control gate blocked, no switching operations possible
 - Padlock on the right:
Three-position switch "DISCONNECTING" function can be operated,
three-position switch "READY-TO-EARTH" function cannot be operated
- Option: Cable compartment cover interlocked against the three-position switch (circuit-breaker panel, disconnecter panel)
- Option: Electromagnetic interlocks
- Option: Actuating openings of the circuit-breaker can be padlocked
- Option: "Feeder" locking device.

Modular design

- Replacement of the circuit-breaker module without gas work
- Low-voltage compartment removable, plug-in bus wires.

Instrument transformers

- Can be removed without altering the position of the busbar and circuit-breaker modules (outside the gas compartments)
- Current transformers not subjected to dielectric stress
- Easy replacement of ring-core current transformers
- Metal-coated or metal-enclosed, plug-in and disconnectable voltage transformers.

Vacuum circuit-breaker

- Maintenance-free under normal ambient conditions according to IEC 62271-1 and VDE 0671-1
- No relubrication or readjustment
- Up to 10,000 operating cycles
- Vacuum-tight for life.

Secondary systems

- Customary protection, measuring and control equipment
- Option: Numerical multifunction protection relay with integrated protection, control, communication, operating and monitoring functions
- Can be integrated in process control systems.

Standards

(see page 59)

Technical Data

Electrical data, filling pressure, temperature for single-busbar switchgear

Common electrical data, filling pressure and temperature	Rated insulation level	Rated voltage U_r	kV	12	24	36	40.5
		Rated short-duration power-frequency withstand voltage U_d :					
		– phase-to-phase, phase-to-earth, open contact gap	kV	28	50	70	85
		– across the isolating distance	kV	32	60	80	90
		Rated lightning impulse withstand voltage U_p :					
		– phase-to-phase, phase-to-earth, open contact gap	kV	75	125	170	185
		– across the isolating distance	kV	85	145	195	218
	Rated frequency f_r		Hz	50/60			
	Rated normal current I_r ²⁾	for the busbar	up to A	2000 ¹⁾	2000 ¹⁾	2000 ¹⁾	2000
	Rated filling level p_{re} ³⁾			150 kPa (absolute)	at 20 °C		
	Minimum functional level p_{me} ³⁾			130 kPa (absolute)	at 20 °C		
	Ambient air temperature			– 5 °C to	+55 °C		

Data of the switchgear panels

Circuit-breaker panel Outside cone 1250 A	Rated normal current I_r ²⁾	A	1250	1250	1250	–	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5	–
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	–/–
	Rated short-circuit making current I_{ma} 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	–/–
	Rated short-circuit breaking current I_{sc}		up to kA	31.5	31.5	31.5	–
	Electrical endurance of vacuum circuit-breakers	at rated normal current		10,000 operating cycles			
	at rated short-circuit breaking current		50 breaking operations				
Circuit-breaker panel and bus sectionalizer Inside cone 1250 A 1600 A 2000 A	Rated normal current I_r ²⁾	A	1250 1600 2000	1250 1600 2000	1250 1600 2000	1250 1600 2000	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5	31.5
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit making current I_{ma} 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit breaking current I_{sc}		up to kA	31.5	31.5	31.5	31.5
	Electrical endurance of vacuum circuit-breakers	at rated normal current		10,000 operating cycles			
	at rated short-circuit breaking current		50 breaking operations				
Circuit-breaker panel Separate inside cone 1250 A 1600 A 2000 A	Rated normal current I_r ²⁾	A	1250 1600 2000	1250 1600 2000	1250 1600 2000	1250 1600 2000	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5	31.5
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit making current I_{ma} 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit breaking current I_{sc}		up to kA	31.5	31.5	31.5	31.5
	Electrical endurance of vacuum circuit-breakers	at rated normal current		10,000 operating cycles			
	at rated short-circuit breaking current		50 breaking operations				
Disconnecter panel Outside cone 1250 A	Rated normal current I_r ²⁾	A	1250	1250	1250	–	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5	–
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	–/–
Disconnecter panel Inside cone 1250 A 1600 A 2000 A	Rated normal current I_r ²⁾	A	1250 1600 2000	1250 1600 2000	1250 1600 2000	1250 1600 2000	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5	31.5
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82	80/82

1) 2500 A on request

2) The rated normal currents apply to ambient air temperatures of max. 40 °C.
The 24-hour mean value is max. 35 °C (according to IEC 62271-1 / VDE 0671-1)

3) Pressure values for gas-insulated switchgear vessels

Common electrical data, filling pressure and temperature	Rated insulation level	Rated voltage U_r	kV	12	24	36
	Rated short-duration power-frequency withstand voltage U_d : – phase-to-phase, phase-to-earth, open contact gap – across the isolating distance	for switchgear with $t_k = 3$ s	kV	28	50	70
			kV	32	60	80
	Rated lightning impulse withstand voltage U_p : – phase-to-phase, phase-to-earth, open contact gap – across the isolating distance	for switchgear with $t_k = 3$ s	kV	75	125	170
			kV	85	145	195
	Rated frequency f_r		Hz	50/60	→	→
	Rated normal current I_r ¹⁾	for the busbar	up to A	2500	2500	2500
Rated filling level p_{re} ²⁾			150 kPa (absolute) at 20 °C	→	→	
Minimum functional level p_{me} ²⁾			130 kPa (absolute) at 20 °C	→	→	
Ambient air temperature			– 5 °C to +55 °C	→	→	

Data of the switchgear panels

Circuit-breaker panel Outside cone 1250 A	Rated normal current I_r ¹⁾	A	1250	1250	1250	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5
			up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit making current I_{ma} 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit breaking current I_{sc}		up to kA	31.5	31.5	31.5
Electrical endurance of vacuum circuit-breakers	at rated normal current		10,000 operating cycles	→	→	
	at rated short-circuit breaking current		50 breaking operations	→	→	
Circuit-breaker panel, bus coupler, bus sectionalizer Inside cone 1250 A 1600 A 2000 A 2300 A 2500 A	Rated normal current I_r ²⁾	A	1250	1250	1250	
		A	1600	1600	1600	
		A	2000	2000	2000	
		A	2300	2300	2300	
		A	2500	2500	2500	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5
			up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit making current I_{ma} 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit breaking current I_{sc}		up to kA	31.5	31.5	31.5
Electrical endurance of vacuum circuit-breakers	at rated normal current		10,000 operating cycles	→	→	
	at rated short-circuit breaking current		50 breaking operations	→	→	
Circuit-breaker panel Separate inside cone 1250 A 1600 A 2000 A 2300 A 2500 A	Rated normal current I_r ²⁾	A	1250	1250	1250	
		A	1600	1600	1600	
		A	2000	2000	2000	
		A	2300	2300	2300	
		A	2500	2500	2500	
	Rated short-time withstand current I_k	for switchgear with $t_k = 3$ s	up to kA	31.5	31.5	31.5
			up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated peak withstand current I_p 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit making current I_{ma} 50/60 Hz		up to kA	80/82	80/82	80/82
	Rated short-circuit breaking current I_{sc}		up to kA	31.5	31.5	31.5
Electrical endurance of vacuum circuit-breakers	at rated normal current		10,000 operating cycles	→	→	
	at rated short-circuit breaking current		50 breaking operations	→	→	

1) The rated normal currents apply to ambient air temperatures of max. 40 °C.
The 24-hour mean value is max. 35 °C (according to IEC 62271-1/VDE 0671-1)

2) Pressure values for gas-insulated switchgear vessels

Technical Data

Room planning

Switchgear installation

- For single-busbar or double-busbar applications:
 - Wall-standing arrangement or
 - Free-standing arrangement
 - Face-to-face arrangement accordingly.

Room dimensions

See opposite dimension drawings.

Room height

- SBB ≥ 2950 mm
- DBB ≥ 3100 mm.

Door dimensions

The following dimensions are recommended as a minimum for the door dimensions:

- SBB
 - Door height: ≥ 2500 mm
 - Door width: ≥ 1200 mm
- DBB
 - Door height: ≥ 2750 mm
 - Door width: ≥ 1200 mm.

Switchgear fixing

- Floor openings and fixing points of the switchgear (see pages 12 to 21)
- Foundations:
 - Steel girder construction
 - Steel-reinforced concrete with foundation rails, welded or bolted on.

Panel dimensions

See pages 12 to 21.

Panel width B1 (spacing)

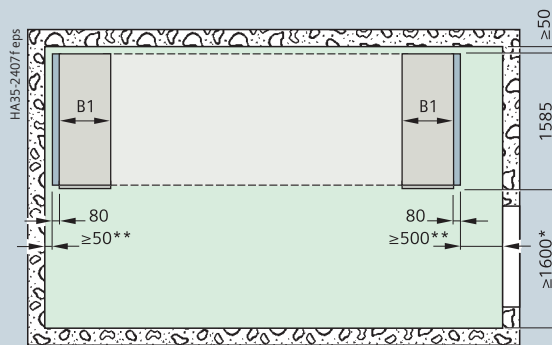
Circuit-breaker panel	600 mm
Disconnecter panel	600 mm
Bus sectionalizer panel	900 mm

Panel width B2 (spacing)

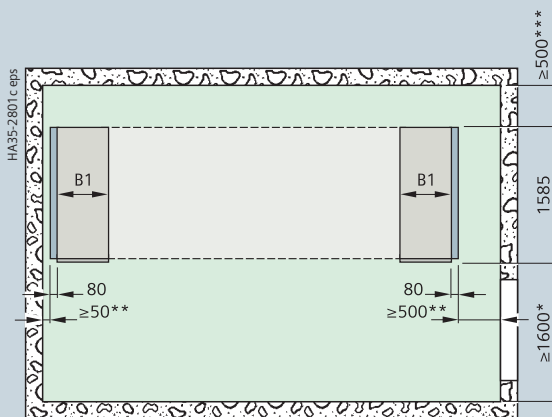
Circuit-breaker panel ¹⁾	600 mm
Bus coupler panel ¹⁾	600 mm
Bus sectionalizer panel, system 1 or system 2 ²⁾	600 mm
Metering panel	300 mm or 600 mm

1) 1200 mm at 2300/2500 A
2) 900 mm or 1200 mm at 2300/2500 A

Room planning for single-busbar switchgear

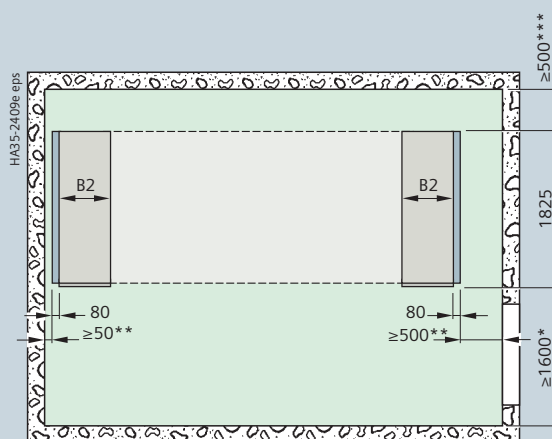


Wall-standing arrangement (top view)



Free-standing arrangement (top view)

Room planning for double-busbar switchgear

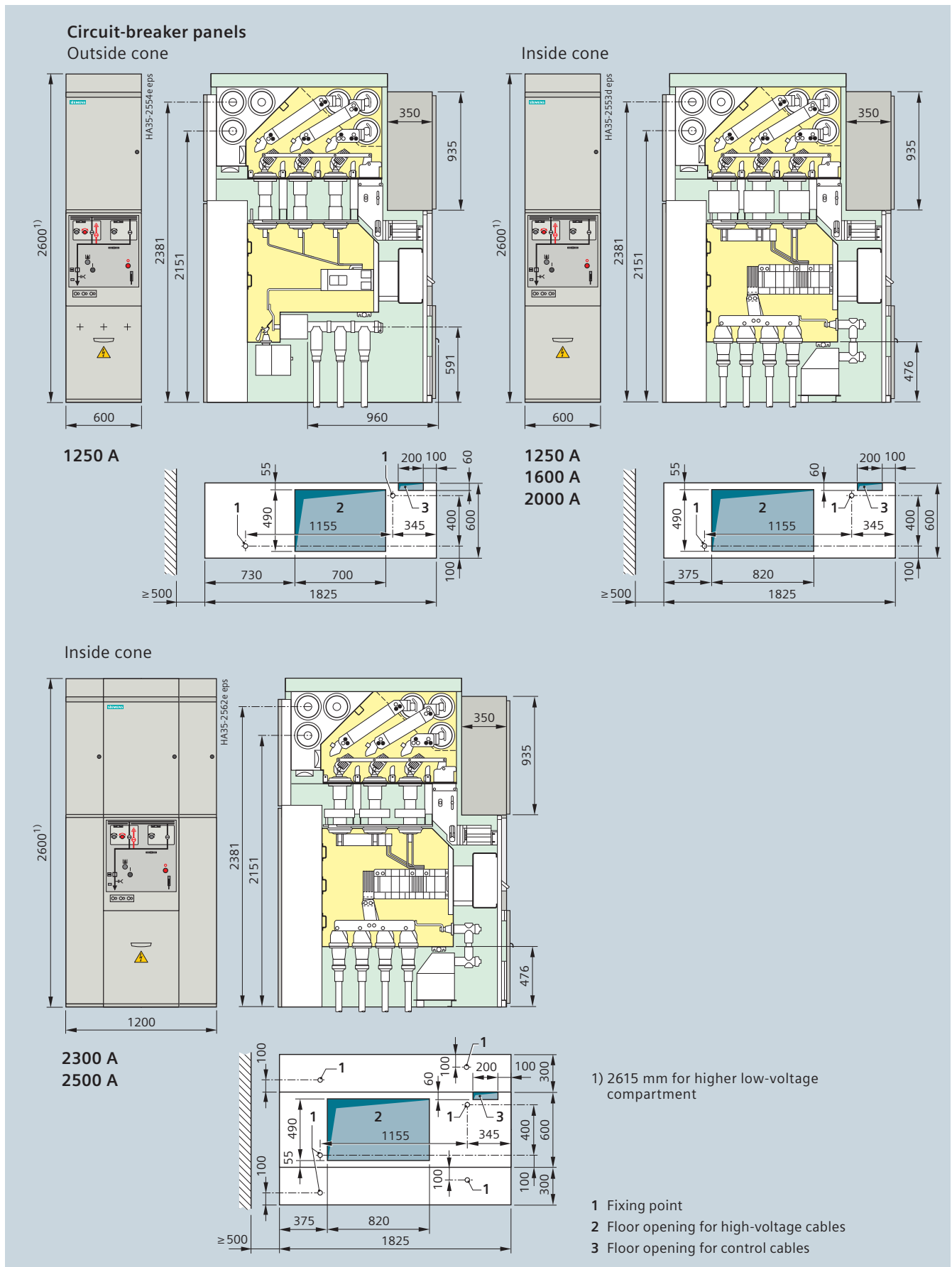


Wall-standing arrangement/free-standing arrangement (top view)

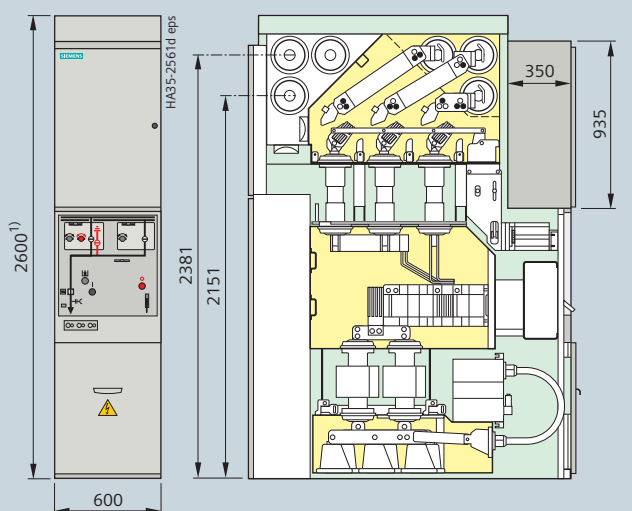
- * Aisle width
- ** Free space next to the last panel installed, either on the left or on the right of the switchgear row, recommendation ≥ 500 mm
- *** ≥ 500 mm aisle for installation and maintenance (acc. to IEC 61936-1)
 ≥ 800 mm aisle for control (IEC 62271-200)

Dimensions

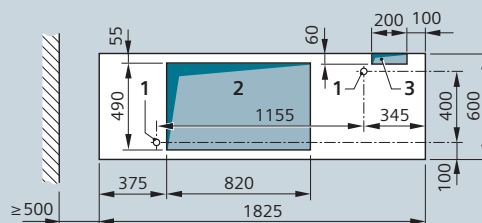
Front views, sections, floor openings, fixing points for double-busbar switchgear



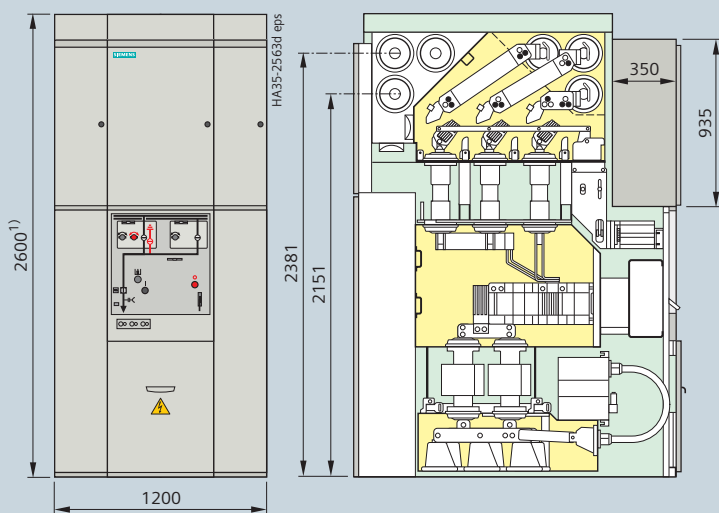
Circuit-breaker panels Separate inside cone



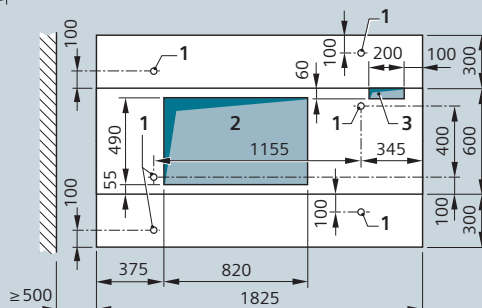
1250 A
1600 A
2000 A



Separate inside cone



2300 A
2500 A



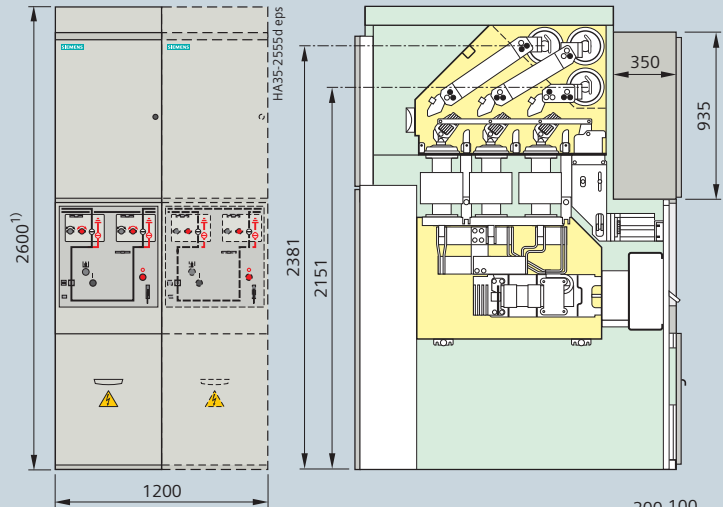
1) 2615 mm for higher low-voltage compartment

- 1 Fixing point
- 2 Floor opening for high-voltage cables
- 3 Floor opening for control cables

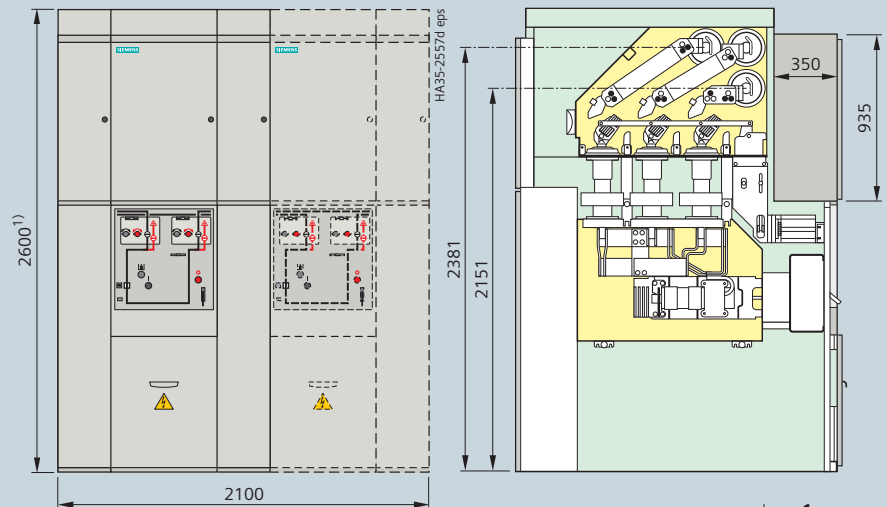
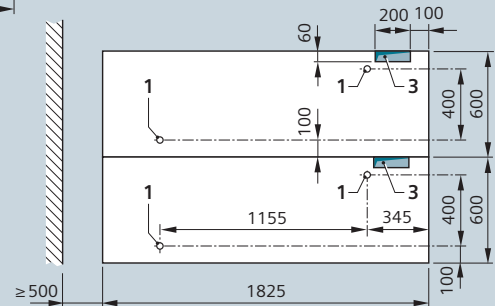
Dimensions

Front views, sections, floor openings, fixing points for double-busbar switchgear

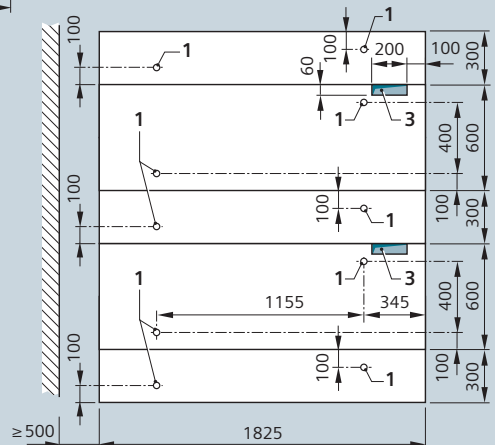
Bus sectionalizers Busbar system 1



1250 A
1600 A
2000 A



2300 A
2500 A



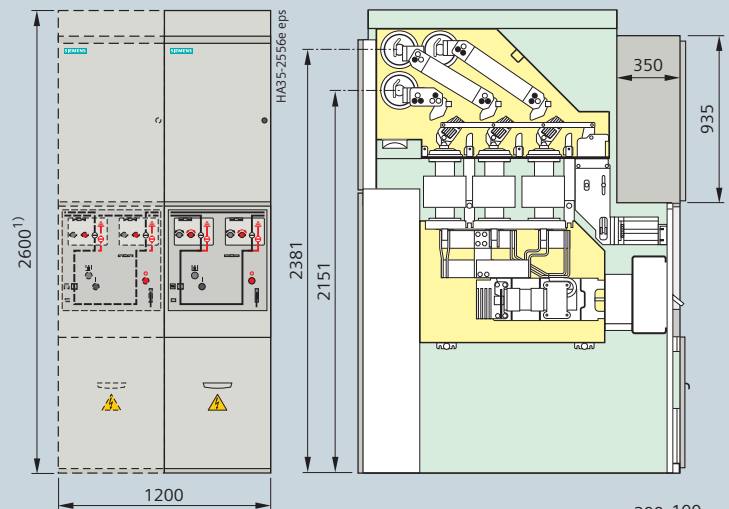
1) 2615 mm for higher low-voltage compartment

- 1 Fixing point
- 3 Floor opening for control cables

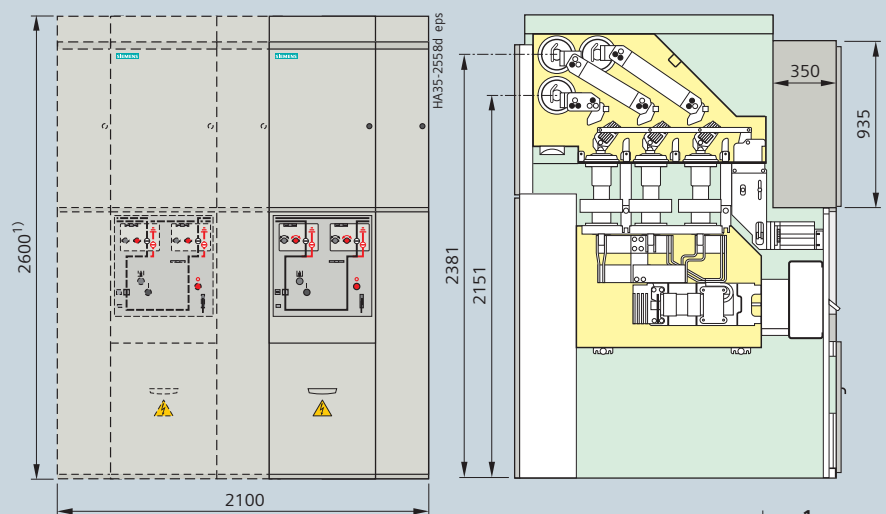
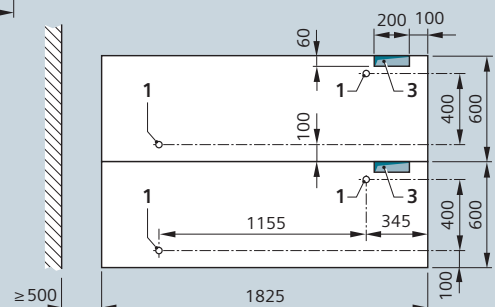
Dimensions

Front views, sections, floor openings, fixing points for double-busbar switchgear

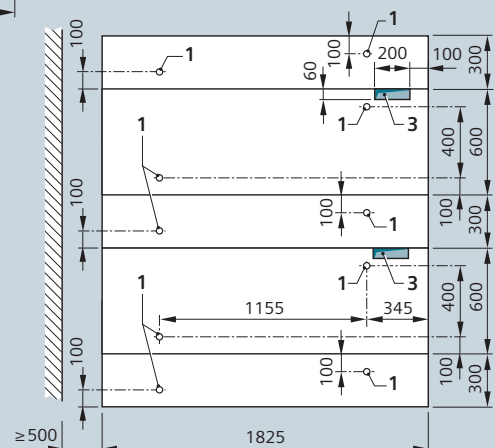
Bus sectionalizers Busbar system 2



1250 A
1600 A
2000 A



2300 A
2500 A



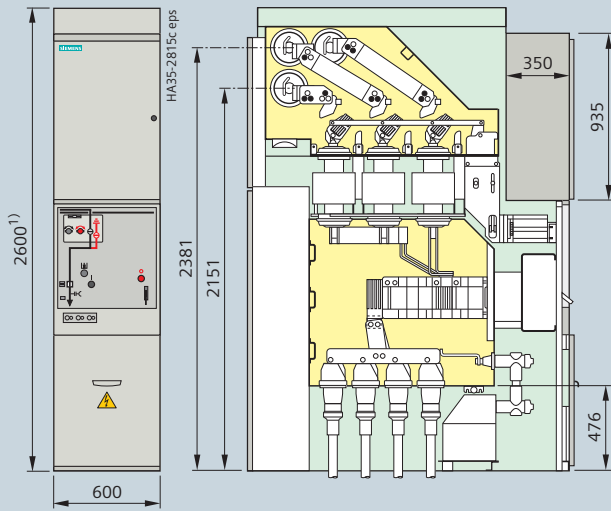
1) 2615 mm for higher low-voltage compartment

- 1 Fixing point
- 3 Floor opening for control cables

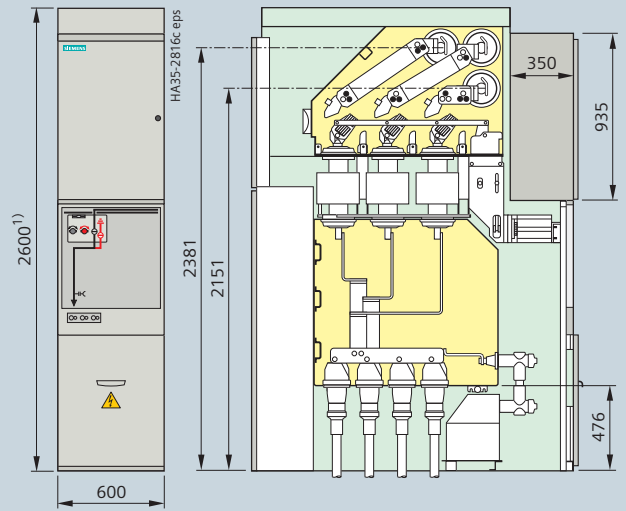
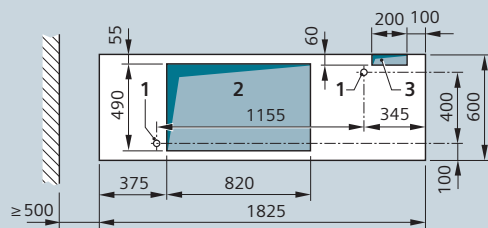
Dimensions

Front views, sections, floor openings, fixing points for double-busbar switchgear

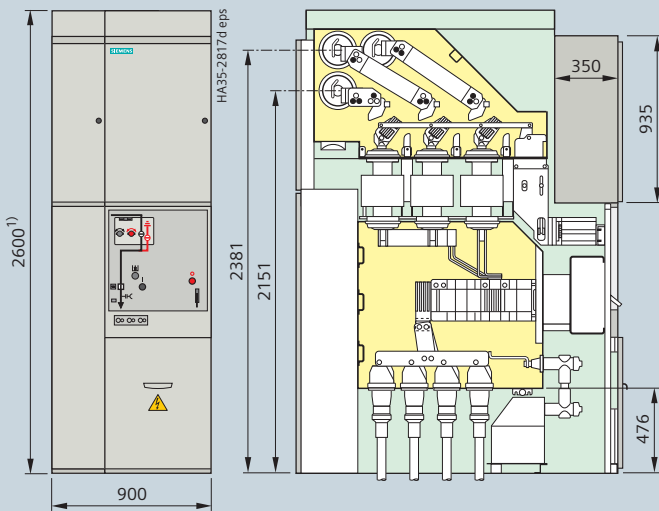
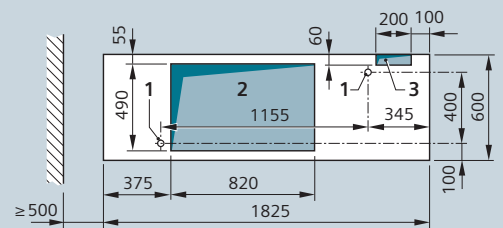
Bus sectionalizer consisting of circuit-breaker panel + disconnector panel



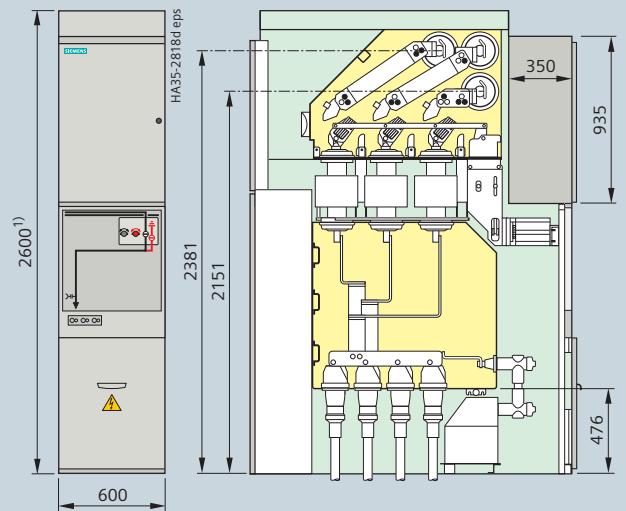
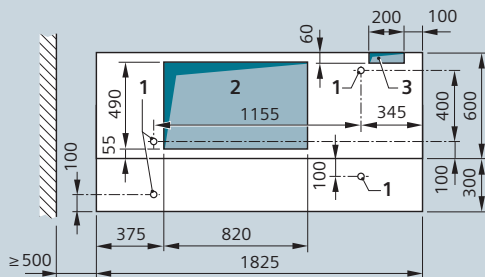
1250 A
1600 A
2000 A



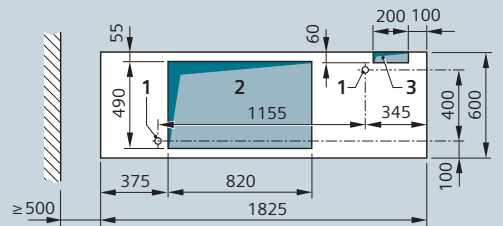
1250 A
1600 A
2000 A



2300 A
2500 A



2300 A
2500 A



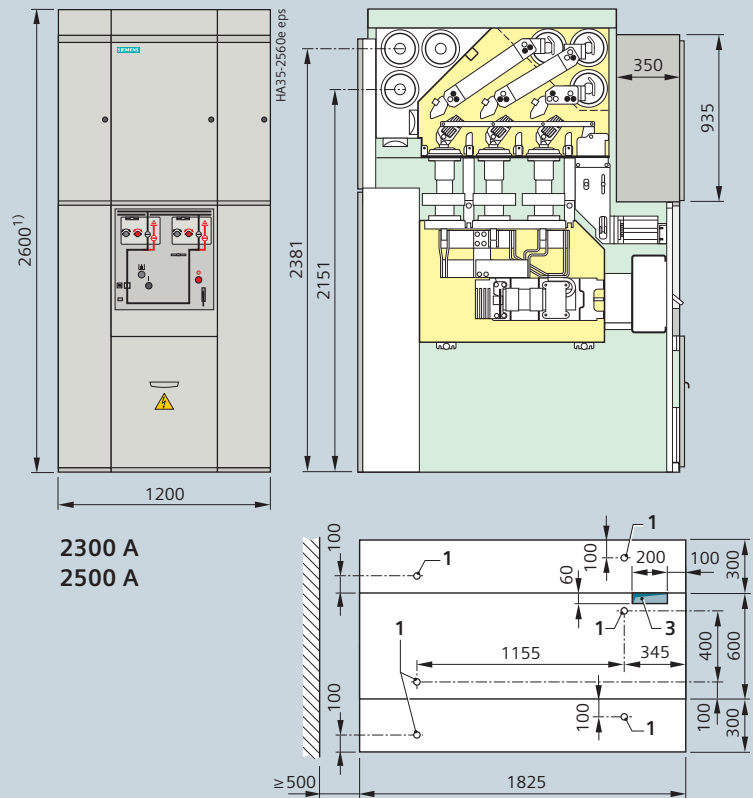
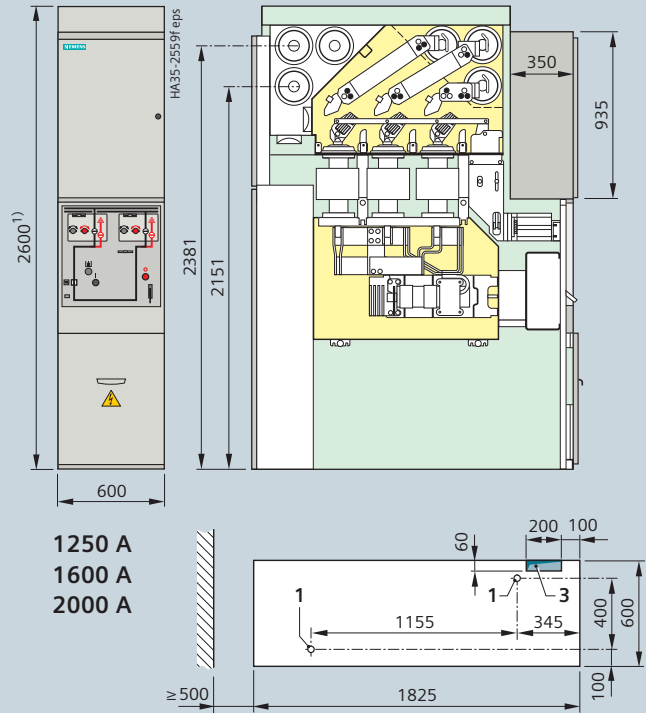
- 1 Fixing point
- 2 Floor openings for high-voltage cables
- 3 Floor opening for control cables

1) 2615 mm for higher low-voltage compartment

Dimensions

Front views, sections, floor openings, fixing points for double-busbar switchgear

Bus couplers



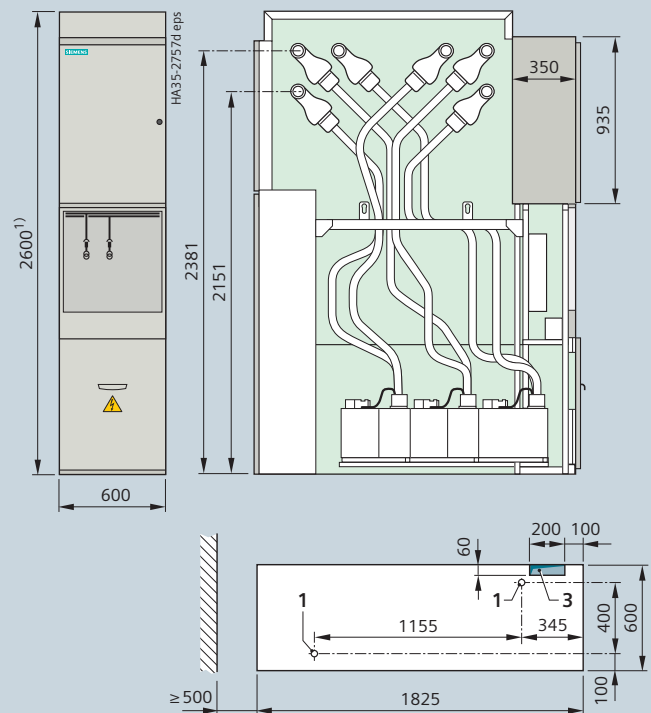
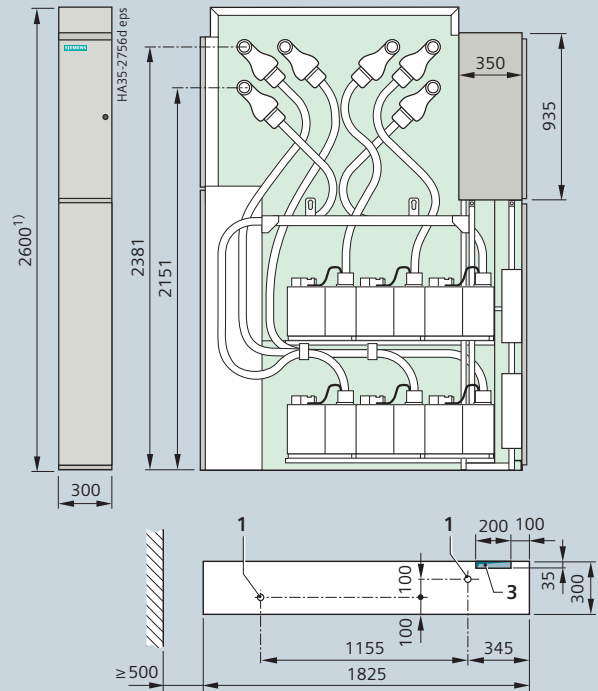
1) 2615 mm for higher low-voltage compartment

- 1 Fixing point
- 3 Floor opening for control cables

Dimensions

Front views, sections, floor openings, fixing points for double-busbar switchgear

Metering panels



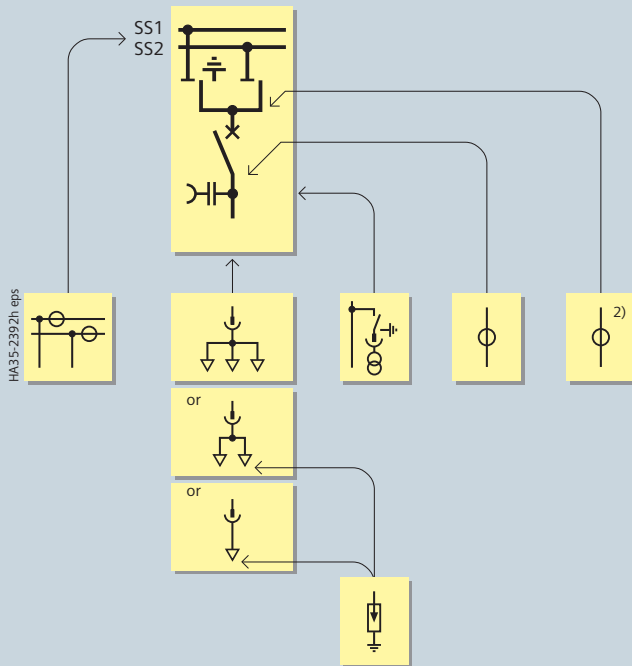
1) 2615 mm for higher low-voltage compartment

- 1 Fixing point
- 3 Floor opening for control cables

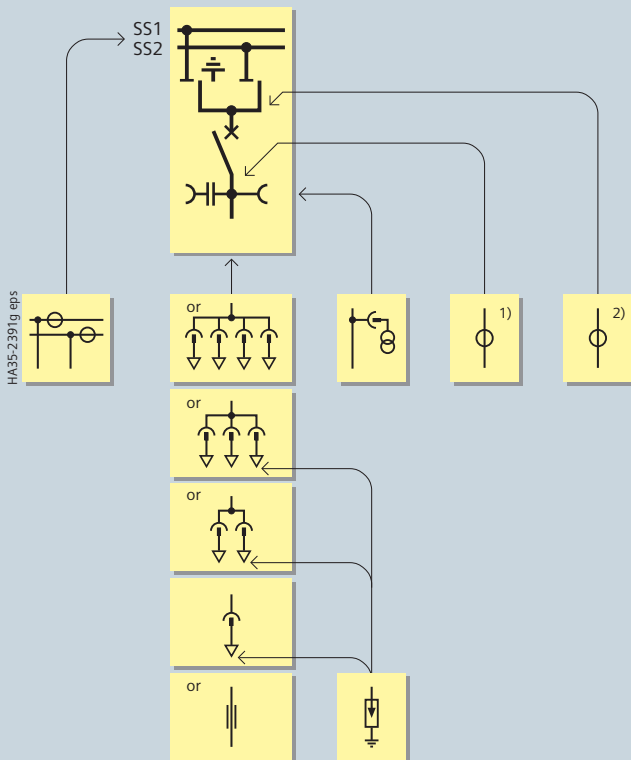
Product Range

Double-busbar panels

Circuit-breaker panel (cable connection as outside cone)



Circuit-breaker panel (cable connection as inside cone)



1) Requires cable connection with vessel for separate inside cone

2) Ring-core current transformer, oval design, suitable for use as of 1000 A

Abbreviations:

SS1 = Busbar 1

SS2 = Busbar 2



Busbar current transformer



Solid-insulated bar



Voltage transformer, plug-in type



Voltage transformer, disconnectable



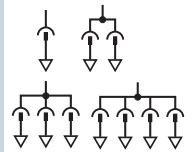
Current transformer



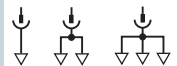
Capacitive voltage detecting system



Surge arrester, plug-in type



Plug-in cable, 1-to 4-fold, inside-cone interface type 2 or 3 (not included in the scope of supply)

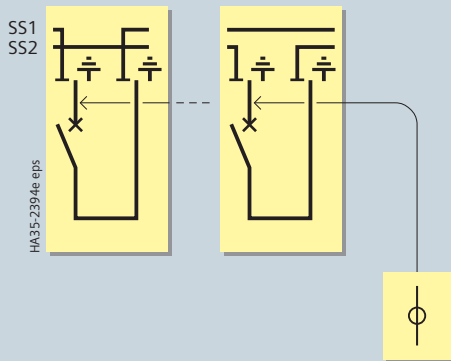


Cable connection with outside-cone plug (not included in the scope of supply)

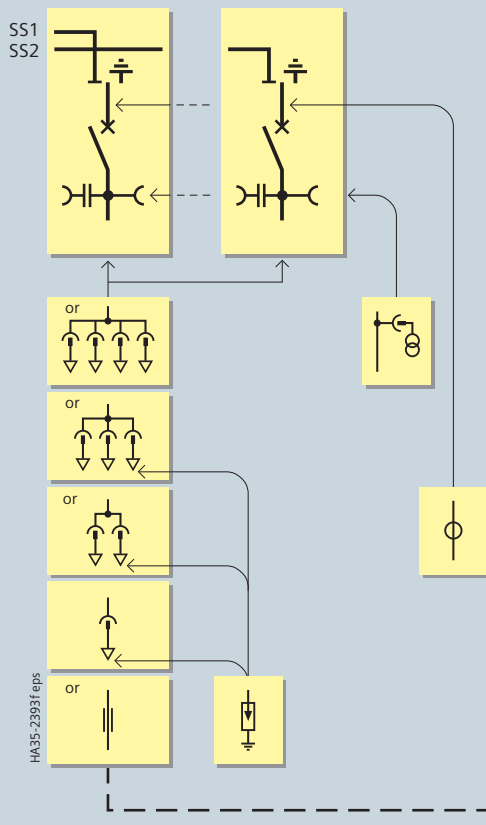


Capacitive voltage detecting system

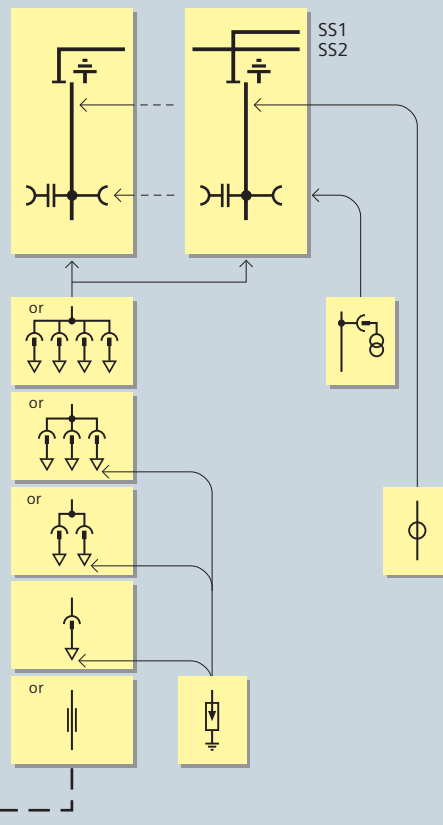
Bus sectionalizer



Bus sectionalizer – circuit-breaker panel (cable connection as inside cone)



Bus sectionalizer – disconnecter panel (cable connection as inside cone)



Busbar current transformer



Solid-insulated bar



Voltage transformer, plug-in type



Voltage transformer, disconnectable



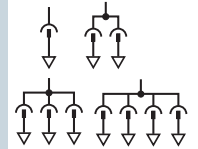
Current transformer



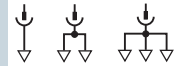
Capacitive voltage detecting system



Surge arrester, plug-in type



Plug-in cable, 1-to 4-fold, inside-cone interface type 2 or 3 (not included in the scope of supply)



Cable connection with outside-cone plug (not included in the scope of supply)



Capacitive voltage detecting system

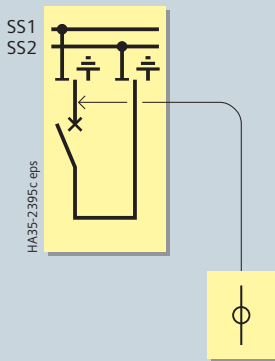
Abbreviations:

SS1 = Busbar 1
SS2 = Busbar 2

Product Range

Double-busbar panels

Bus coupler



Current transformer

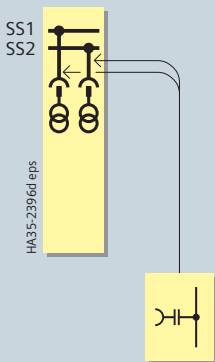


Capacitive voltage
detecting system



Voltage transformer,
plug-in type

Metering panel



Abbreviations:

SS1 = Busbar 1

SS2 = Busbar 2

Single-busbar panels

Circuit-breaker panel

- With cable connection as outside cone for
 - Rated voltage up to 36 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars up to 2000 A (2500 A on request), and of feeders up to 1250 A
- With cable connection as inside cone for
 - Rated voltage up to 40.5 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars and feeders up to 2000 A (2500 A on request)
- With cable connection as separate inside cone for
 - Rated voltage up to 40.5 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars and feeders up to 2000 A (2500 A on request).

Disconnecter panel

- With cable connection as outside cone for
 - Rated voltage up to 36 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars up to 2000 A (2500 A on request), and of feeders up to 1250 A
- With cable connection as inside cone for
 - Rated voltage up to 40.5 kV
 - Rated short-time withstand current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars and feeders up to 2000 A (2500 A on request).

Bus sectionalizer

for

- Rated voltage up to 40.5 kV
- Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
- Rated normal currents of busbars up to 2000 A (2500 A on request).

Double-busbar panels

Circuit-breaker panel

- With cable connection as outside cone for
 - Rated voltage up to 36 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars up to 2500 A, and of feeders up to 1250 A
- With cable connection as inside cone for
 - Rated voltage up to 36 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars and feeders up to 2500 A
- With cable connection as separate inside cone for
 - Rated voltage up to 36 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars and feeders up to 2500 A.

Bus sectionalizer

for

- Rated voltage up to 36 kV
- Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
- Rated normal currents of busbars up to 2500 A.

Bus sectionalizer

(circuit-breaker panel and disconnector panel)

- With cable connection as inside cone for
 - Rated voltage up to 36 kV
 - Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
 - Rated normal currents of busbars and feeders up to 2500 A.

Bus coupler

for

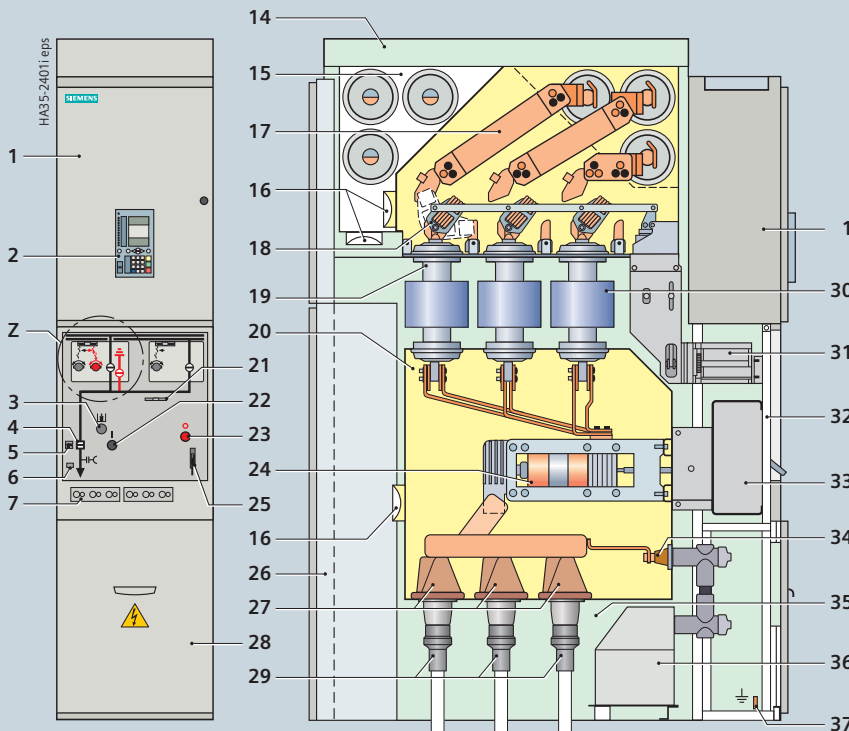
- Rated voltage up to 36 kV
- Rated short-circuit breaking current up to 31.5 kA
- Rated normal currents of busbars up to 2500 A.

Metering panel with a panel spacing of 300 mm or 600 mm

for

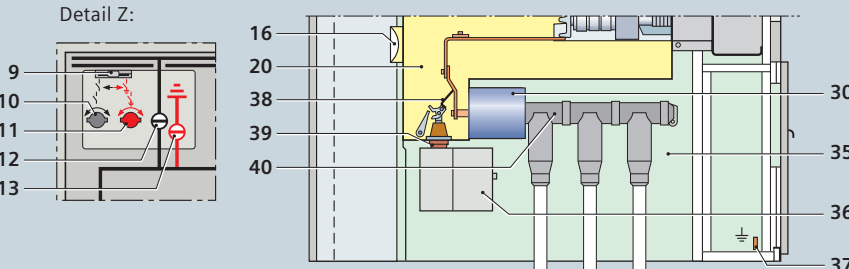
- Rated voltage up to 36 kV
- Rated normal currents of busbars up to 2500 A.

Modular design (example)



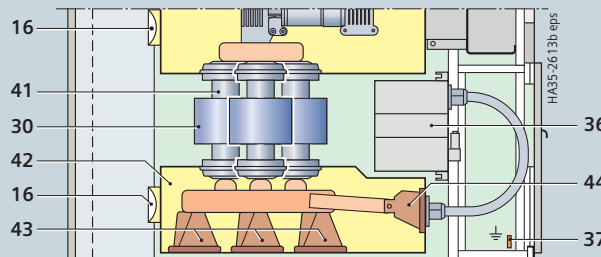
Front view

Panel with integrated inside cone



Detail Z:

Panel with outside cone



Panel with separate inside cone

- 1 Low-voltage compartment
- 2 Multifunction protection relay SIPROTEC 5 (example)
- 3 Actuating opening for charging the circuit-breaker springs
- 4 Position indicator for circuit-breaker
- 5 "Spring charged" indicator
- 6 Operations counter for circuit-breaker
- 7 Capacitive voltage detecting system
- 8 Interrogation lever
- 9 Control gate and locking device for "disconnecting/earthing" functions of three-position switch
- 10 Actuating opening for "disconnecting" function of three-position switch
- 11 Actuating opening for "ready-to-earth" function of three-position switch
- 12 Position indicator for "disconnecting" function of three-position switch
- 13 Position indicator for "ready-to-earth" function of three-position switch
- 14 Busbar cover
- 15 Busbar module, welded, SF₆-insulated
- 16 Pressure relief (bursting disc)
- 17 Three-phase busbar system
- 18 Three-position disconnector
- 19 Module coupling between busbar module and circuit-breaker module
- 20 Circuit-breaker module, welded, SF₆-insulated
- 21 Selector gate for selecting the three-position disconnector in double-busbar switchgear
- 22 ON pushbutton for circuit-breaker
- 23 OFF pushbutton for circuit-breaker
- 24 Vacuum interrupter of circuit-breaker
- 25 Feeder locking device (suitable for padlocking)
- 26 Pressure relief duct
- 27 Integrated cable connection as inside cone
- 28 Cover of cable compartment
- 29 Cable connection with inside-cone plugs
- 30 Feeder current transformer
- 31 Operating mechanism for three-position switch
- 32 Mechanical control board
- 33 Operating mechanism for circuit-breaker
- 34 Voltage transformer connection socket as outside cone
- 35 Cable compartment
- 36 Feeder voltage transformer
- 37 Earthing busbar
- 38 Disconnecting facility for feeder voltage transformer
- 39 Bushing for feeder voltage transformer
- 40 Cable connection with outside-cone T-plugs
- 41 Module coupling between circuit-breaker module and separate inside-cone module
- 42 Separate inside-cone module
- 43 Integrated cable connection as inside cone
- 44 Voltage transformer connection socket as outside cone

Design

- Modular design per panel
- Various elements for flexible design of the evacuation
- Pressure flap insertion element for wall penetration (masonry opening).

Installation

- The horizontal pressure relief duct on the panel is installed on site
- Evacuation elements according to constructional planning.

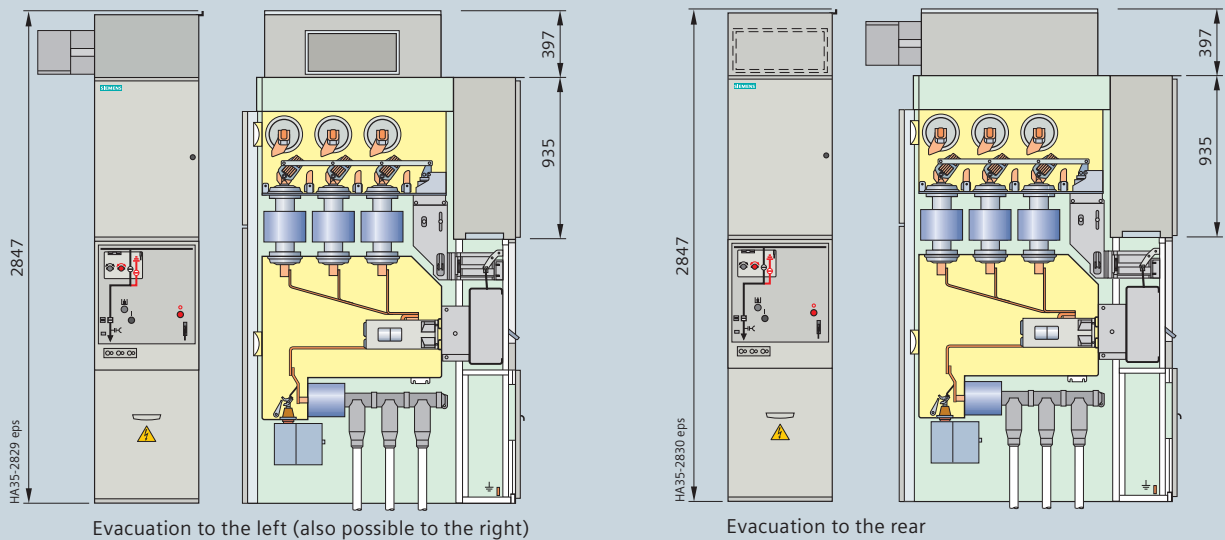
Dimensions

- Height of switchgear panel
Single busbar: 2847 mm
Double busbar: 2997 mm
- Minimum room height
Single busbar: 2950 mm
Double busbar: 3100 mm
- See dimensions of evacuation elements on the next page.

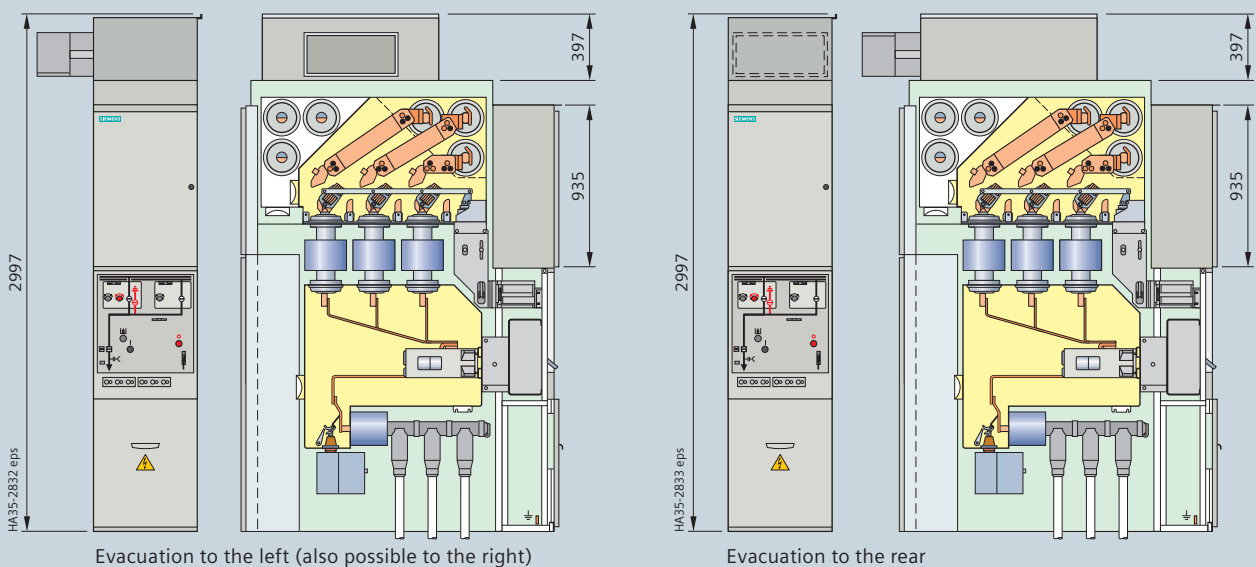
Tests

- Type-tested design.

NXPLUS SBB with horizontal pressure relief duct and evacuation



NXPLUS DBB with horizontal pressure relief duct and evacuation



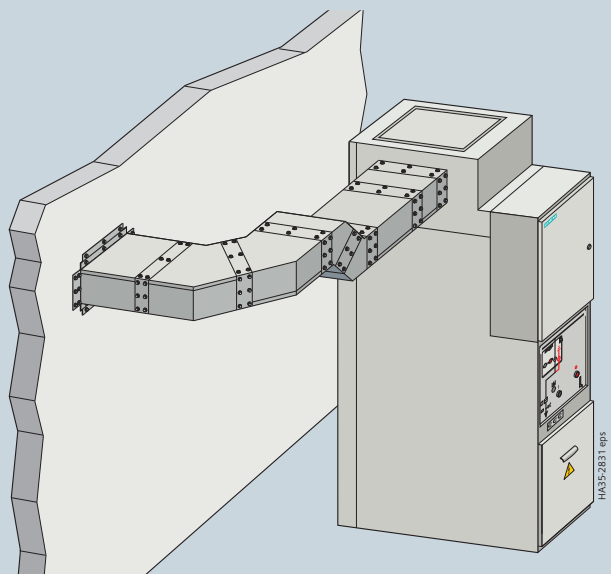
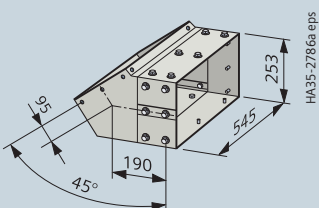
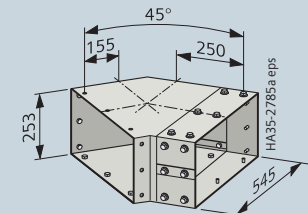
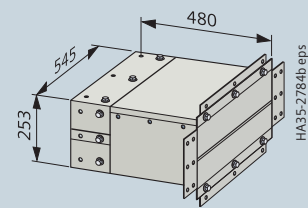
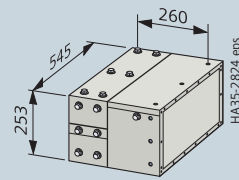
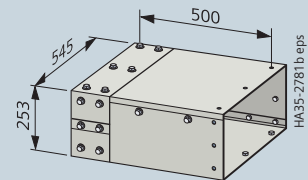
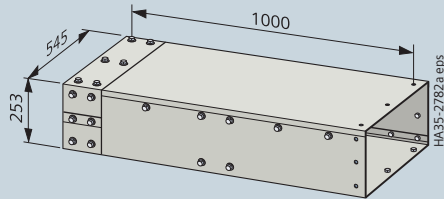
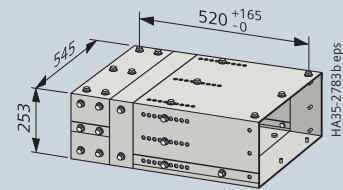
Components

Horizontal pressure relief duct, dimensions

NXPLUS with horizontal pressure relief duct



Elements for the evacuation duct



Features

- For circuit-breaker panel 1250 A, for disconnector panel 1250 A
- Bushings with outside cone
- With bolted contact (M16) as interface type "C" according to EN 50180/EN 50181
- Cable connection height 591 mm
- Max. connection depth: 960 mm with standard cable compartment cover
- With cable bracket, type C40 according to DIN EN 50024
- Option: Access to cable compartment only if the feeder is isolated and earthed
- For thermoplastic-insulated cables
- For shielded cable T-plugs or cable elbow plugs with bolted contact
- For connection cross-sections up to 800 mm²
- Larger cross-sections on request
- Cable routing downwards, cable connection from the front
- For rated normal currents up to 1250 A
- Cable T-plugs are not included in the scope of supply.

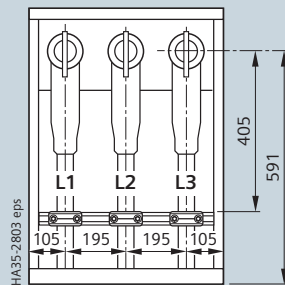
Surge arresters

- Pluggable on cable T-plug
- Surge arresters recommended if, at the same time,
 - the cable system is directly connected to the overhead line,
 - the protection zone of the surge arrester at the end tower of the overhead line does not cover the switchgear.

Surge limiters

- Pluggable on cable T-plug
- Surge limiters recommended when motors with starting currents < 600 A are connected.

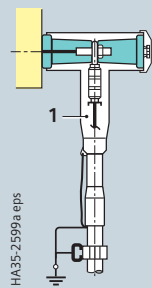
Cable compartment



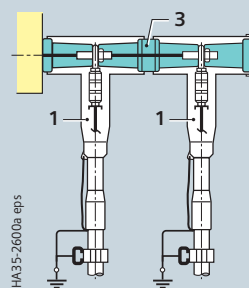
Panel width 600 mm

Connectable cables

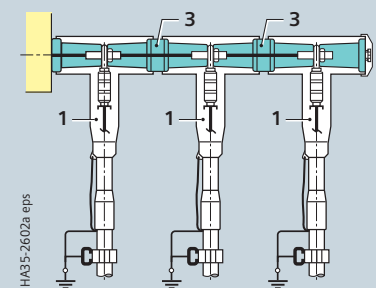
Cable T-plug with coupling insert



Connection with 1 cable per phase

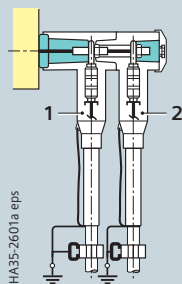


Connection with 2 cables per phase

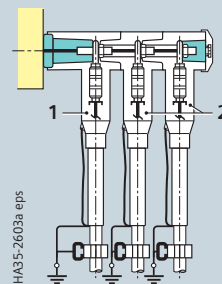


Connection with 3 cables per phase

Cable T-plug with coupling T-plug

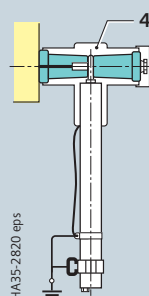


Connection with 2 cables per phase



Connection with 3 cables per phase

Solid-insulated bar



- 1 Cable T-plug
- 2 Coupling T-plug
- 3 Screw-type coupling insert
- 4 End adapter

Components

Panel connection with inside cone

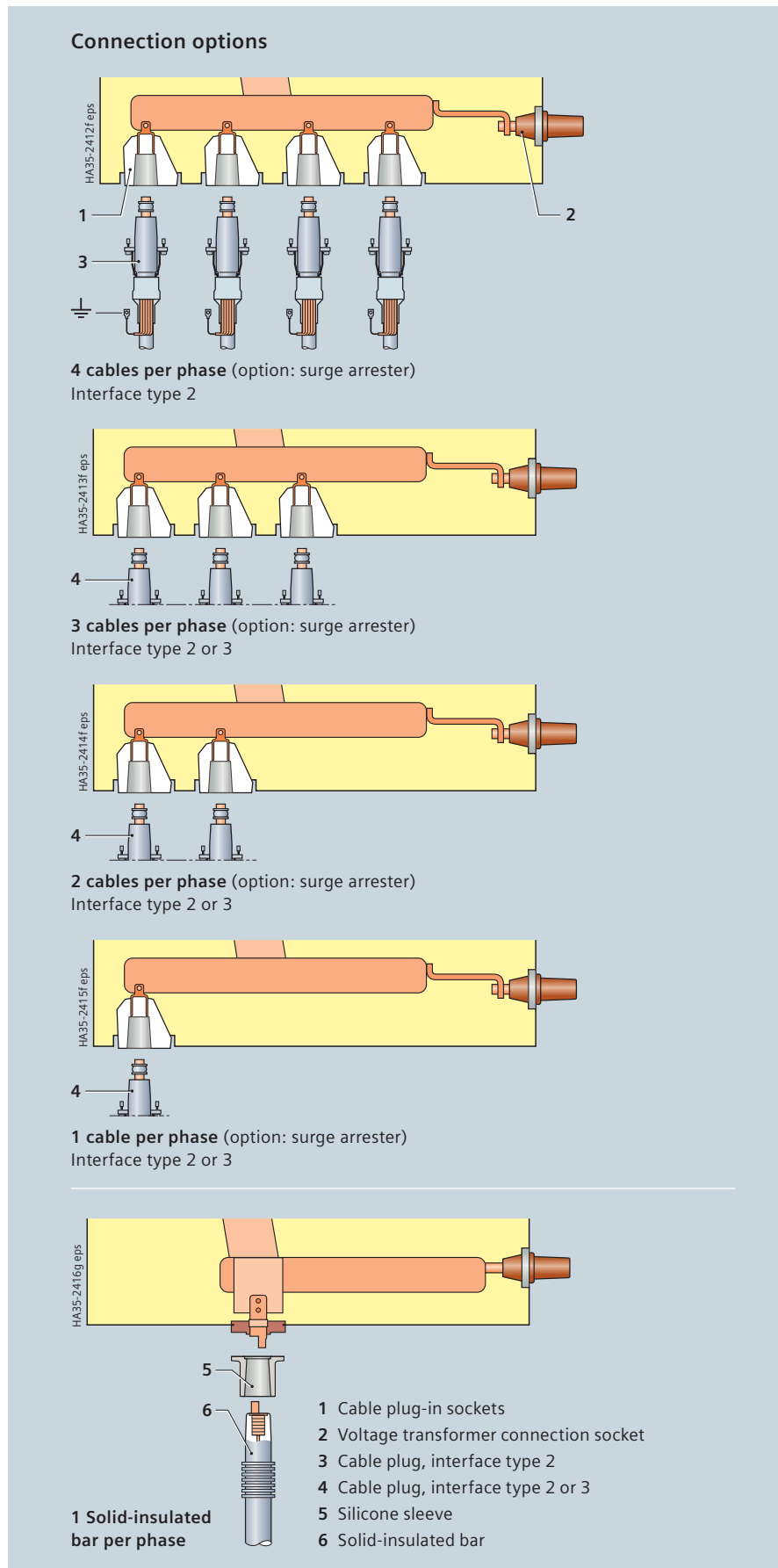
Panel connection with inside-cone plug-in system or solid-insulated bar

Features

- For circuit-breaker and disconnecter panels
- Inside-cone plug-in system according to DIN EN 50181
- For connection cross-sections up to 630 mm²
- Up to 4 cables with inside-cone plug size 2
- Up to 3 cables with inside-cone plug size 3
- With cable bracket, type C40 according to DIN EN 50024
- Option: Access to the cable compartment only if the feeder has been isolated and earthed
- For thermoplastic-insulated cables
- Cable routing downwards, cable connection from the front
- Inside-cone plugs are not part of the scope of supply
- Additionally one outside-cone connection (up to 36 kV) or one inside-cone socket (40.5 kV) for connection of a voltage transformer
- Instead of an inside-cone plug, the cable connection can also be designed for a solid-insulated bar.

Surge arresters

- Inside-cone sockets can be equipped with a surge arrester instead of an inside-cone cable plug
- Surge arresters are available for plug-in sockets size 2 or 3
- Surge arresters are available with discharge currents of 5 kA and 10 kA.



Components

Indicating and measuring equipment

Low-voltage compartment

- For accommodation of protection, control, measuring and metering equipment
- Partitioned safe-to-touch from the high-voltage part of the panel
- Low-voltage compartment can be removed, bus wires and control cables are plugged in
- Option: Higher low-voltage compartment (1100 mm instead of von 935 mm) possible.

Low-voltage compartment

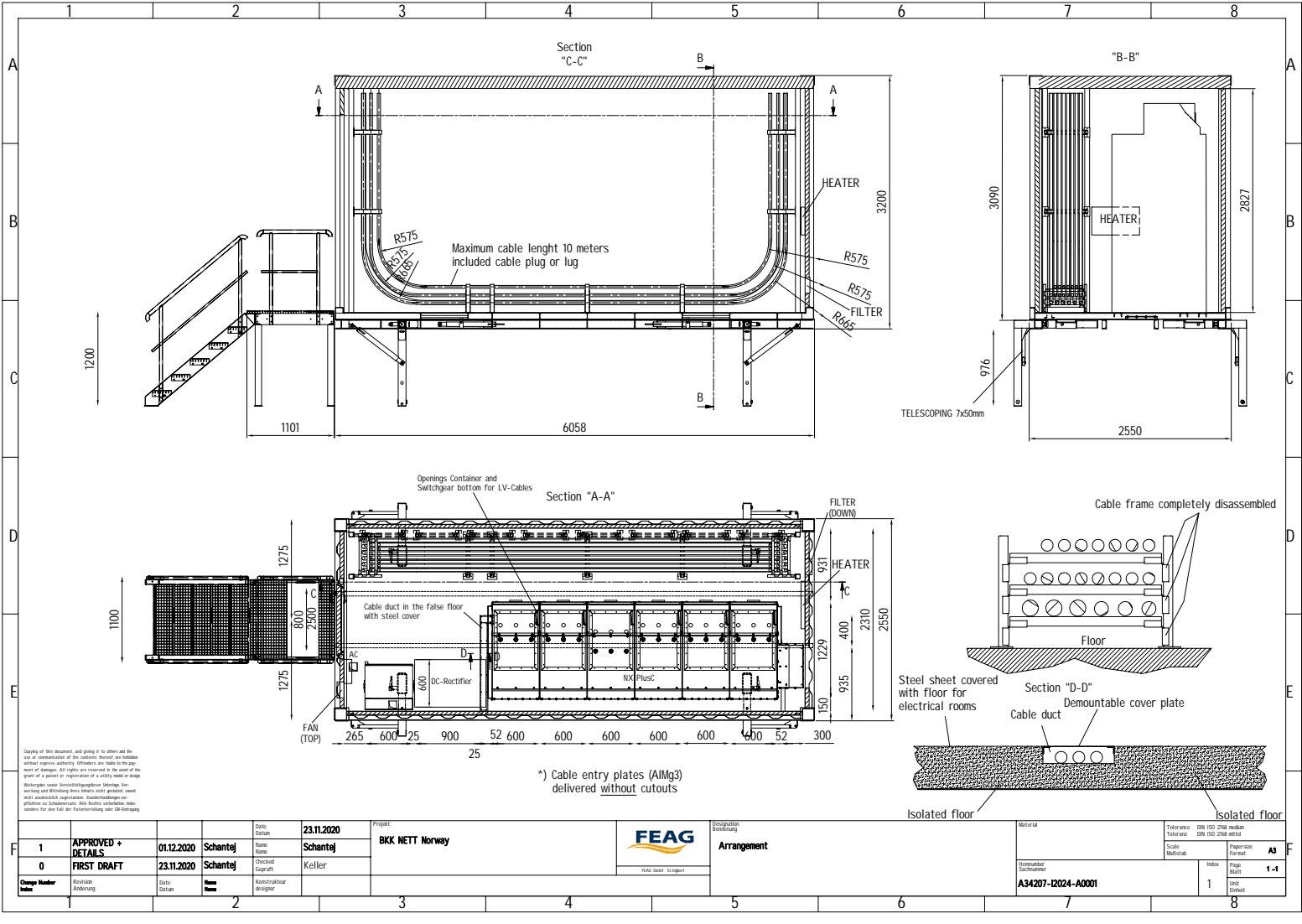


Low-voltage compartment with SIPROTEC 5 7SJ86 (example)

For description of the SIPROTEC 5 protection devices, see page 56 and 57

9.5 Mobilt koblingsanlegg

Mobilt Koblingsanlegg



*) Cable entry plates (AMg3) delivered without cutouts

Copying of this document, and giving it to others and the use or construction of the contents, without the written approval of the author, is prohibited. All rights are reserved in the event of the use of a patent or registration of a utility model or design. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwenden und Verbreiten desselben sind gesetzlich, wenn nicht ausdrücklich angegeben, ausdrücklich untersagt. Das Urheberrecht wird vorbehalten. Alle Rechte vorbehalten. Weitergabe für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster.

1	APPROVED + DETAILS	01.12.2020	Schantz	Date: 23.11.2020	Project: BKK NETT Norway
0	FIRST DRAFT	23.11.2020	Schantz	Name: Schantz	
Change Number	Revision	Date	Name	Checked	Approved
Index	Änderung	Datum	Name	Geprüft	Freigegeben

2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---



Ecogation	Arrangement
Bezeichnung	
Material	Tolerance: DIN ISO 2768 medium
Itemnumber	Tolerance: DIN ISO 2768 normal
A34207-12024-A0001	Scale: Metric
	Preparation: Format
	Index: Page: 1-1
	Index: Blatt: 1-1

Material	Tolerance: DIN ISO 2768 medium
Itemnumber	Tolerance: DIN ISO 2768 normal
A34207-12024-A0001	Scale: Metric
	Preparation: Format
	Index: Page: 1-1
	Index: Blatt: 1-1

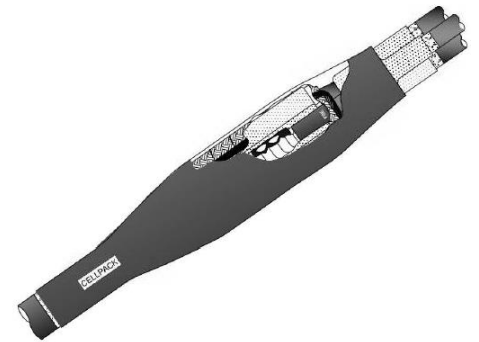
9.6 Overgangsskjøt PEX - PEX

Overgangsskjøt PEX - PEX

Monteringsanvisning

3-1 leder varmkrympskjøt PEX-PEX 12/24 kV inkludert mekaniske skjøtehylser

EI nummer 11 654 62



EI nummer	Type	Tverrsnitt 12 kV	Tverrsnitt 24 kV	Ø1 mm
11 654 62	CHMSV3-1 24N 95240	150 – 240 mm ²	95 – 240 mm ²	19,9

Viktig!

Ø1; Minimum diameter over isoleringen etter at ytre halvledende sjikt er fjernet

Generell kontroll

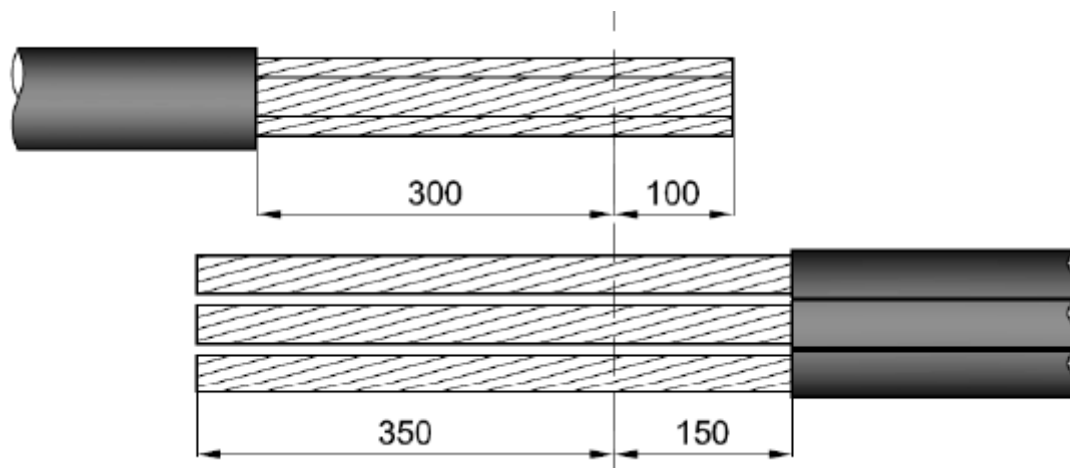
- Kontroller tverrsnittet på kabelen og skjøten
- Kontroller innholdet i settet
- Følg monteringsanvisningen

Installasjonen bør kun utføres av kvalifisert personell.
Melbye påtar seg ikke ansvar ved feilmontasje.

Krympeinstruksjoner

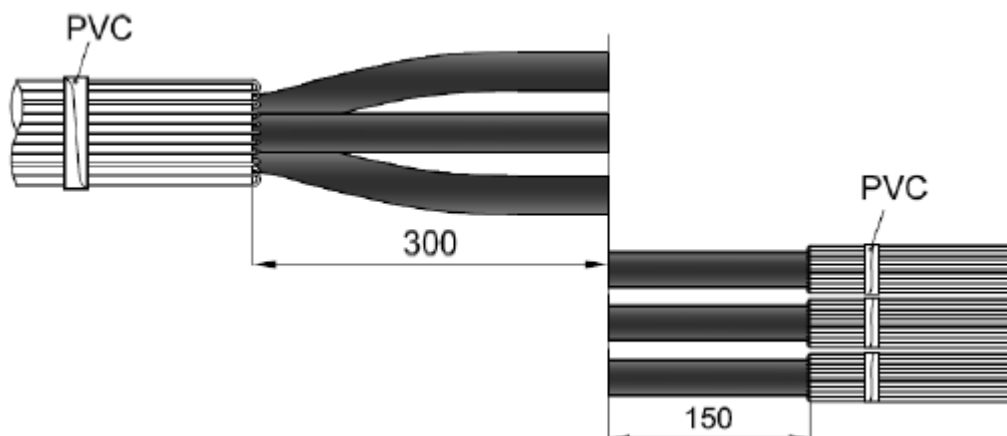
- Bruk en egnet varmekilde
- Juster brenneren til en myk gul flamme
- Rens ytterkappen og isoleringen med egnet rensmiddel
- Beveg flammen og unngå overoppheting ved krymping

1)



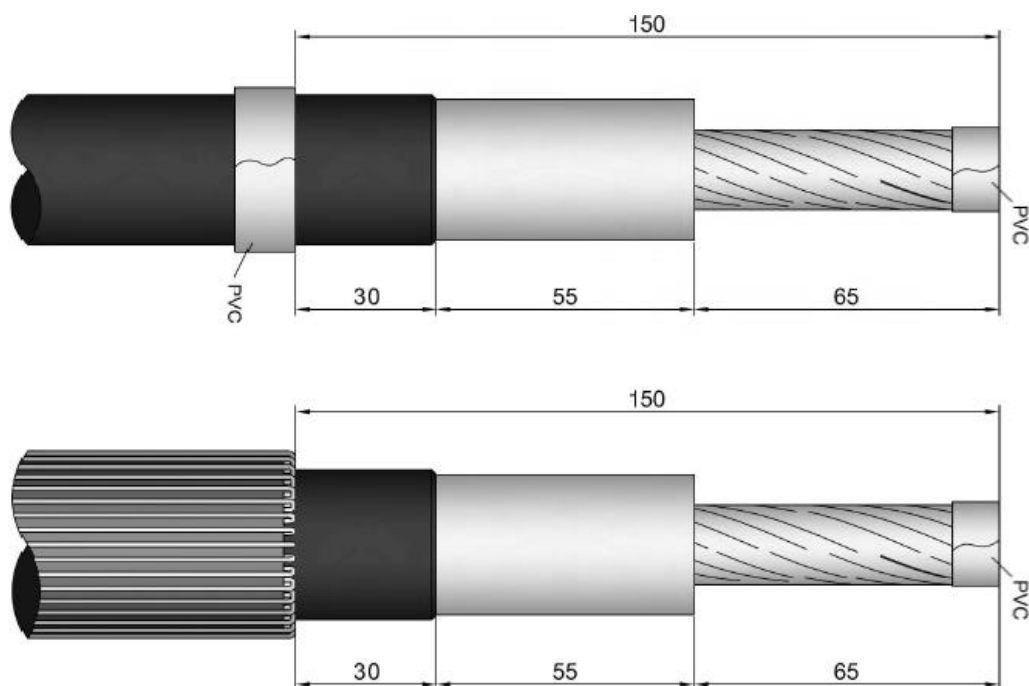
- Legg kablene med overlapp og marker midten av skjøten
- Rengjør kablene på hver side
- Preparer kablene i henhold til tegningen

2)



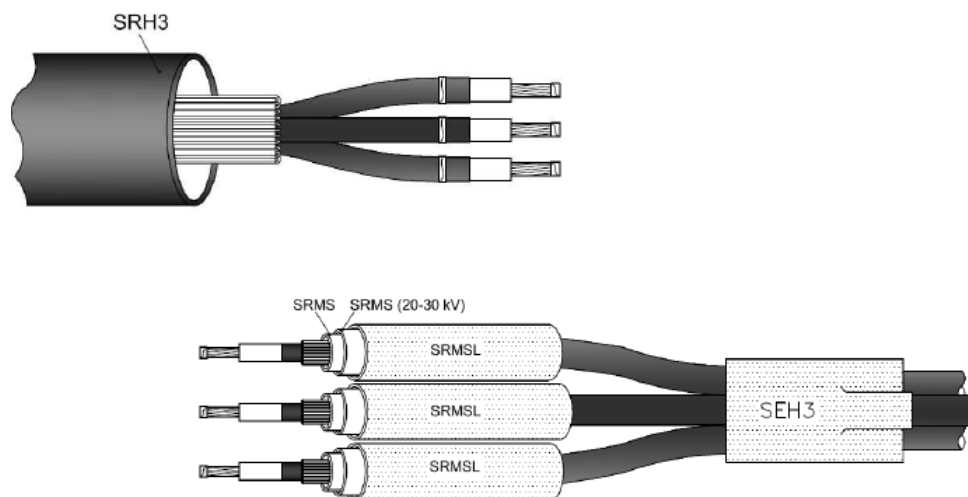
- Brett tilbake skjermtrådene og fest disse med PVC-teip
- Kapp kablene i henhold til tegning

3)

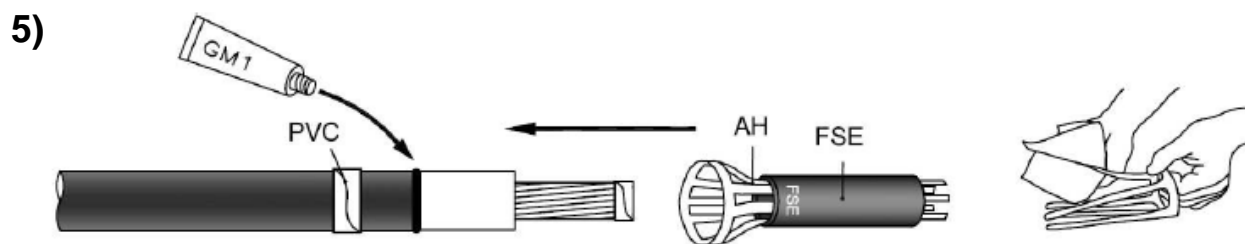


- Preparer kabelendene i henhold til tegning
- Sett teipmarkering på 3-ledersiden, 150 mm fra enden
- Kontroller målene
- Vikle på PVC-teip på enden av lederne

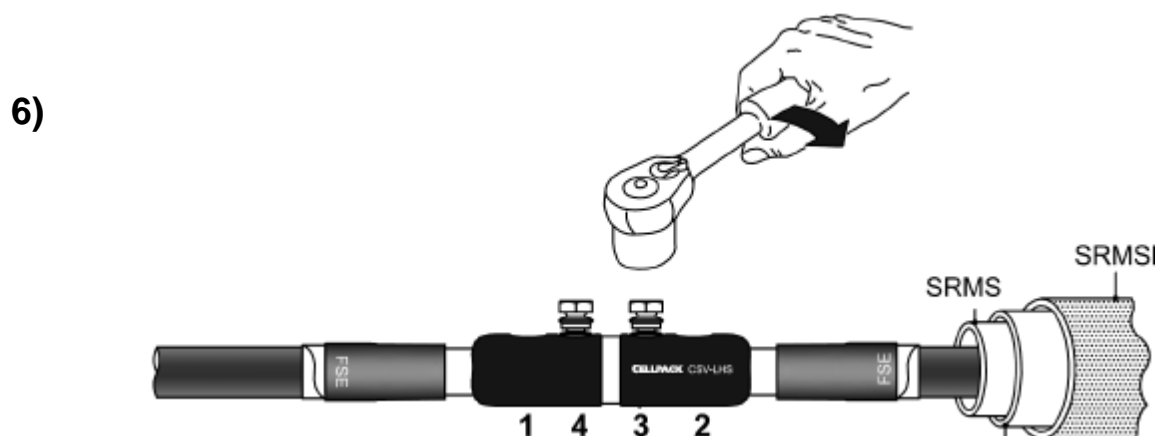
4)



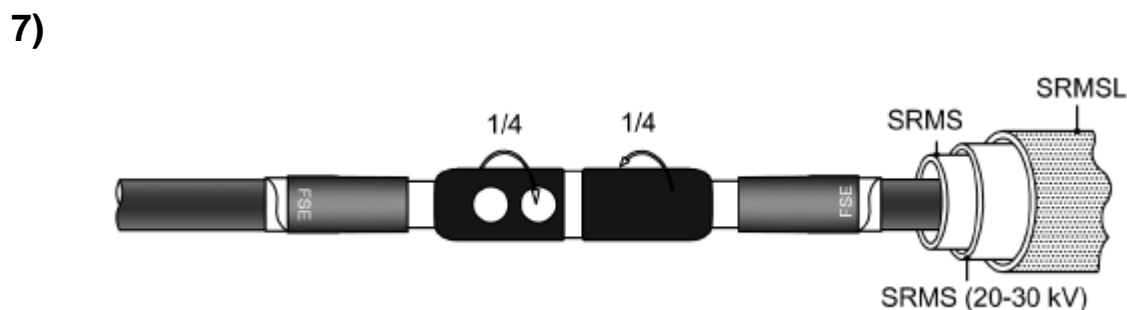
- Tre på varmkrympslangen SRH3 i parkeringsposisjon på 3-ledersiden
- Tre på krympeskrittet SEH3 på 1-leder siden. Påse at fingrene peker vekk fra skjøten
- Ta ut fyllbåndene FB1 som ligger i rør-pakkene og tre rør-pakkene på 1-ledersiden



- Rengjør isoleringen med medfølgende serviett
- Legg litt silikonfett GM1 ved kanten av ytre halvleder
- Fukt påføringsverktøyets fingre med silikonduken
- Tre på feltstyringshylsa ned til teipmarkeringen / kappeavtaket ved hjelp av påføringsverktøyet
- Ta bort verktøyet ved å fjerne en finger om gangen
- Juster feltstyringshylsa ved lett vridning om nødvendig
- Gjenta prosedyren for resten av lederne

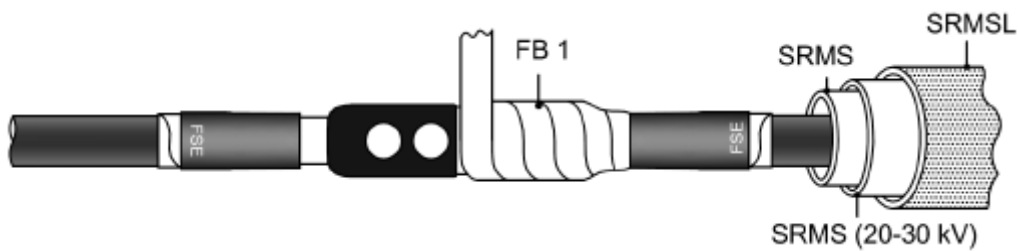


- Ta bort teipen fra enden på lederne
- Monter skjøtehylsa i henhold til instruksjon
- Dra til boltene for hånd. Dra deretter til boltene med egnet verktøy vekselvis til bolt hode brytes av



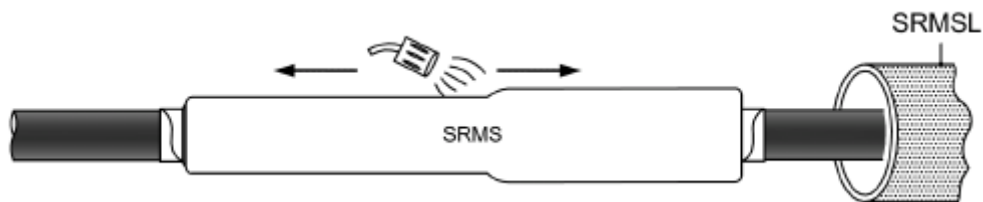
- Vrid plasthusene på skjøtehylsa slik at de dekker bolt hullene (1/4 runde)

8)



- Vikle fyllbånd FB1 i område mellom feltstyringshylsene ca. 20 % strekk og 50 % overlapp. Pass på å bruke alt blått fyllbånd som lå fordelt i rør-pakkene, og at det blir fordelt like mange på hver fase

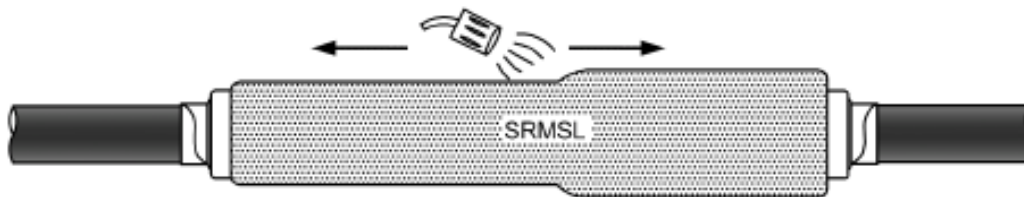
9)



OBS! 2 røde slanger totalt

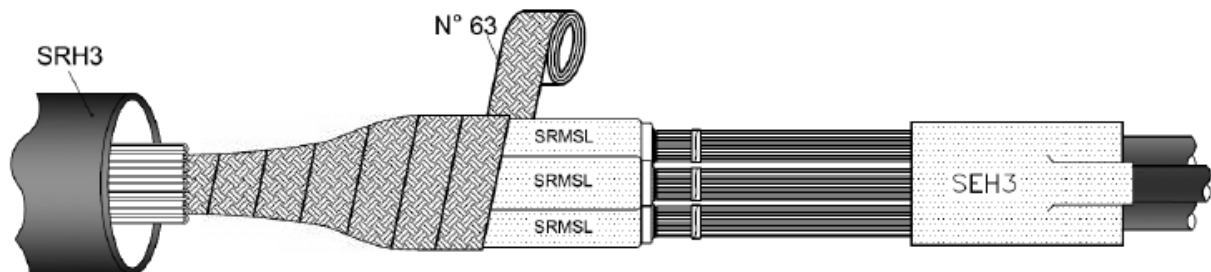
- Plasser den første røde innerslangen SRMS (Rød) i senter over skjøten. Start krympingen fra midten og ut mot sidene
- Gjenta prosedyren med den andre SRMS slangen (Rød)

10)



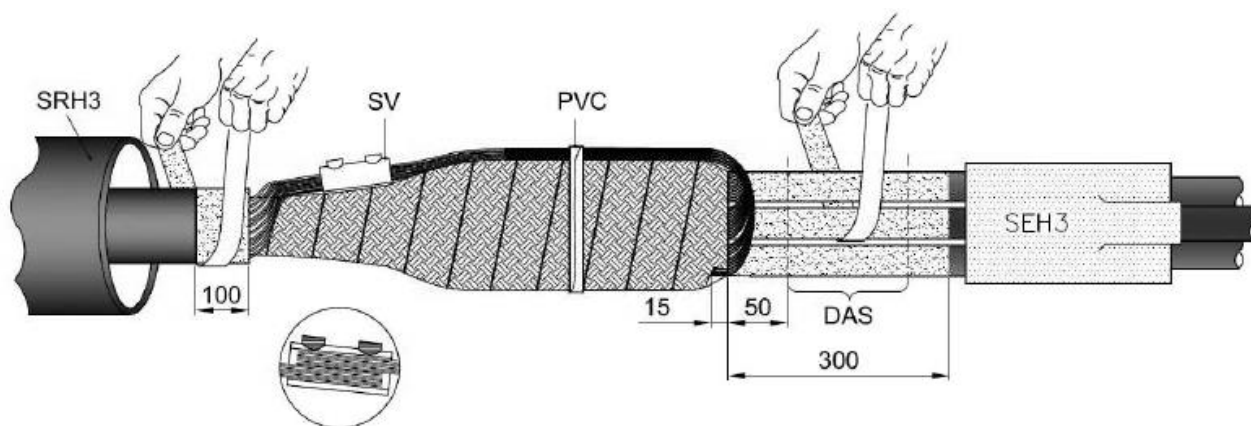
- Plasser SRMSL (Rød og svart) over de andre slangene. Start krympingen fra midten og ut mot sidene

11)



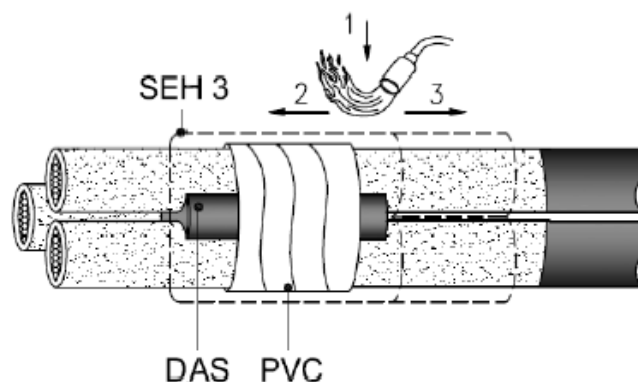
- Vikle kobberbåndet rundt hele skjøten med 50 % overlapp mellom kappeavtaket på 3-leder siden og 15 mm over skjermtrådene på 1-leder siden

12)



- Legg tilbake skjermtrådene og skjõt de sammen med medfølgende skjõtehylse som vist på tegning
- Rengjør kabelkappen på hver side om nødvendig og rubb i henhold til tegning
- Marker posisjonen for DAS satsen

13)



- Plasser DAS satsen mellom 1-lederne og lås med PVC-teip
- Tre på krympeskrittet over DAS satsen og krymp den i henhold til tegning

14)



- Plasser den ytre krympeslangen SRH3 over skjøten (kontroller at det er minst 100 mm overlapp over krympeskrittet og kabelkappen)
- Krymp slangen fra midten og ut mot sidene

Skjøten er nå klar og kan utsettes for mekanisk belastning når den er håndvarm ca. 30 °C



9.7 Overgangsskjøt Papirisolert - PEX

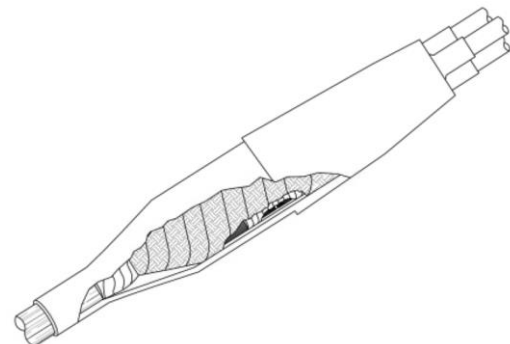
Overgangsskjøt Papirisolert - PEX

Monteringsanvisning

Overgangsskjøt for papirisolert 3-leder kabel til PEX-isolert 1- leder kabel 12 kV inkludert mekaniske skjøtehylser

EI nummer 11 654 73

Kan brukes på 24 kV kabler på PEX siden



EI nummer	Type	Tverrsnitt 12 kV	Ø1 mm
11 654 73	CHMPRSV3-1 95240	95 – 240 mm ²	17,3

Viktig!

Ø1; Min diameter over isoleringen etter at ytre halvledende sjikt er fjernet

Generell kontroll

- Kontroller tverrsnittet på kabelen og skjøten
- Kontroller innholdet i settet
- Sjekk at skjøten er egnet for kabeltypen
- Følg monteringsanvisningen

Installasjonen bør kun utføres av kvalifisert personell.

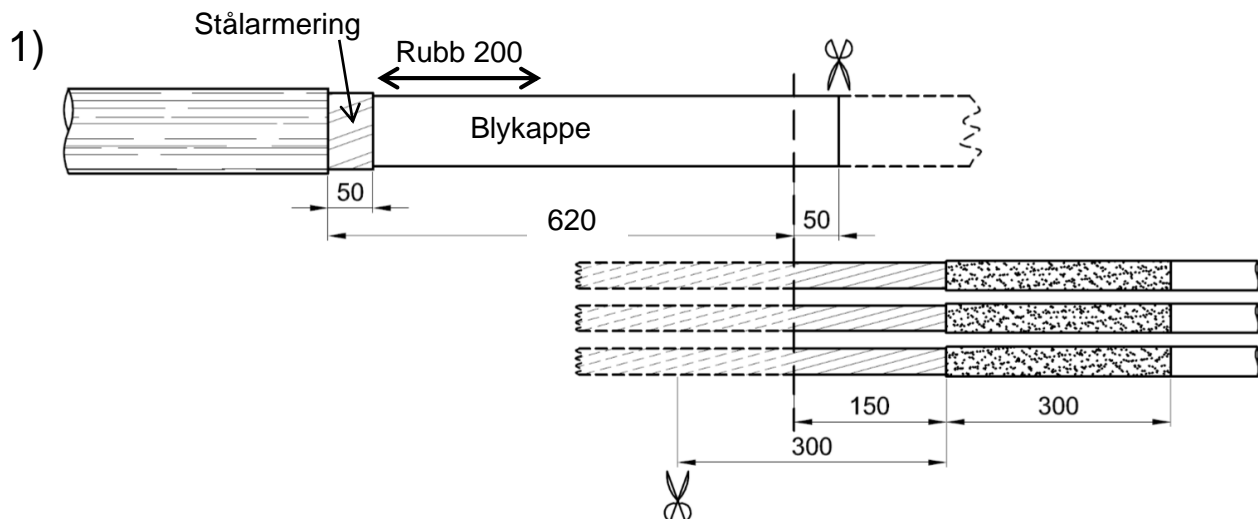
Melbye påtar seg ikke ansvar ved feilmontasje.

Krympeinstruksjoner

- Bruk en egnet varmekilde
- Juster brenneren til en myk gul flamme
- Rens ytterkappen, isoleringen og blykappen med egnet rensmiddel
- Beveg flammen og unngå overoppheting ved krymping
- Smergelpapiret som medfølger er kun til pussing av kabelkappen. Skal ikke brukes til å pusse på PEX-isolasjonen

Installasjon Materiell fra pose 1

Mål er oppgitt i millimeter



- Legg kablene med overlapp i henhold til figur, merk av senterlinjen

Papirkabel

- Kapp den papirisolerte kablen slik at den har en overlapp på ca. 50 mm forbi senterlinjen
- Merk med PVC tape 620 mm fra senterlinjen, fjern det ytre laget (juten) til tapen
- Lås armeringen med den fortinnede ståltråden (DB) 50 mm fra jutekanten
- Rens område mellom PVC teip og ståltråd med en stålbørste
- Fjern armeringen 50 mm fra jutekanten, sjekk at det ikke er skader i blykappen
- Rubb stålarmeringen blank med en fil eller stålbørste, sørg for å fjerne partiklene etterpå
- Rens blykappen grundig med egnede rensmidler
- Rubb blykappen med smergelpapir eller stålbørste 200 mm fra stålarmeringen og rens blykappen for slipestøv

PEX-kabel

- Kapp kablene 150 mm fra senterlinjen
- Fjern ytterkappen 300 mm fra enden
- Rubb og rens ytterkappen ca. 300 mm fra kappeavtaket
- Bøy skjermtrådene tilbake og fest midlertidig til ytterkappen med PVC-tape
- Kapp PEX-kablene 150 mm fra kappeavtaket

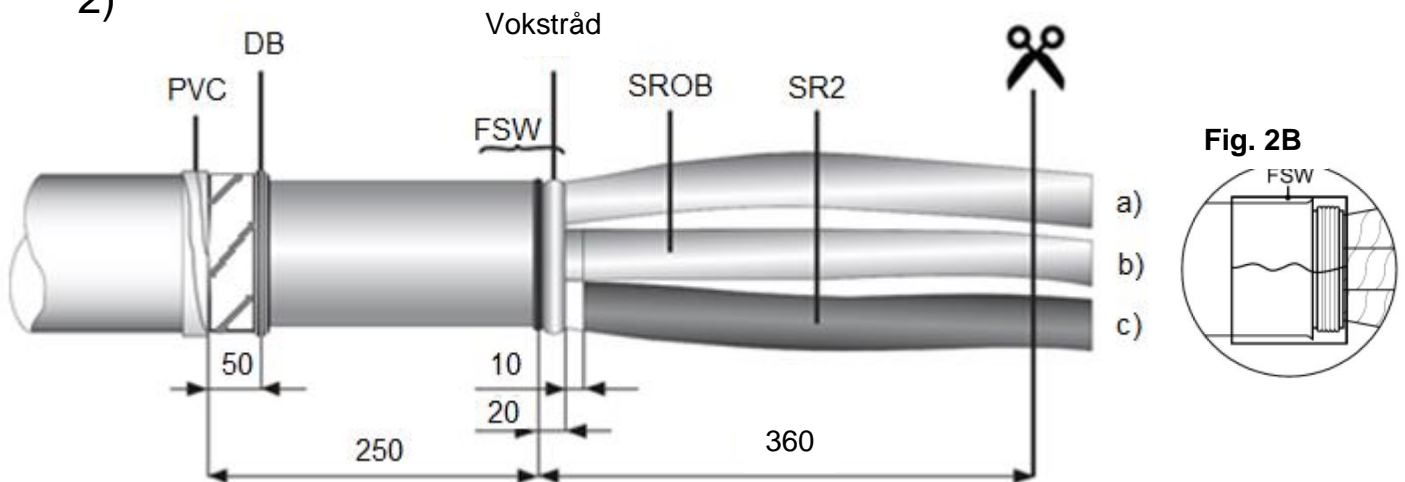
Alternativt

- PEX kablene kan avmantles i en lengde av 700mm. Da kan skjermtrådene legges over skjøten og skjøtes direkte med blykappen

Forberedelse av papirsiden

Materiell fra Pose 1

2)

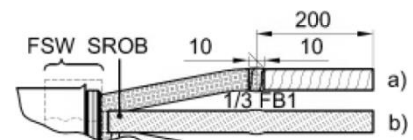


- Fjern blykappen, 360 mm fra senterlinjen, påse at det ikke er noen skarpe kanten på blykappen
- Vikle den voksinnsette tråden fra blyavtaket og opp til 20 mm frem mot enden
- Fjern fellesisoleringen (papir) slik at det står igjen 20 mm fra blykanten

- a)
- Spre fasene forsiktig, og kapp de 360 mm fra blykappen
 - Fjern beskyttelsespapiret på den aluminiums folien (FSW), vikle denne deretter som vist på figur 2B

Obs! Ved Hoehstaedterbånd

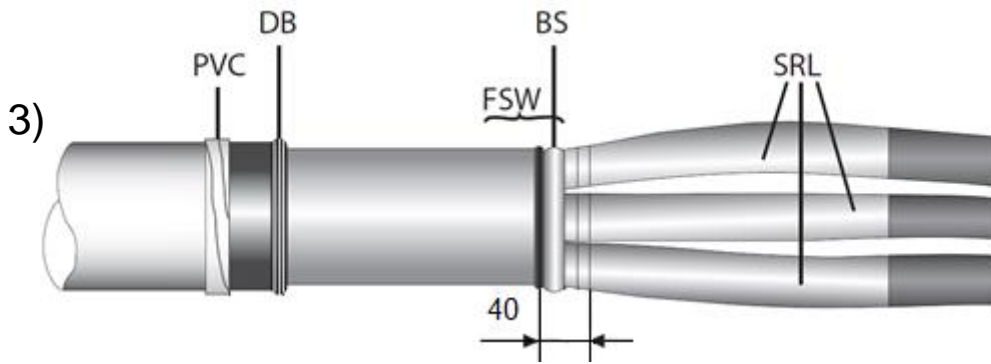
Fjern hoehstaedterbåndet 200 mm fra enden, sørg for en jevn overgang. Bruk 1/3 av en remse FB1 tape (blå) og surr en runde over kanten på båndet



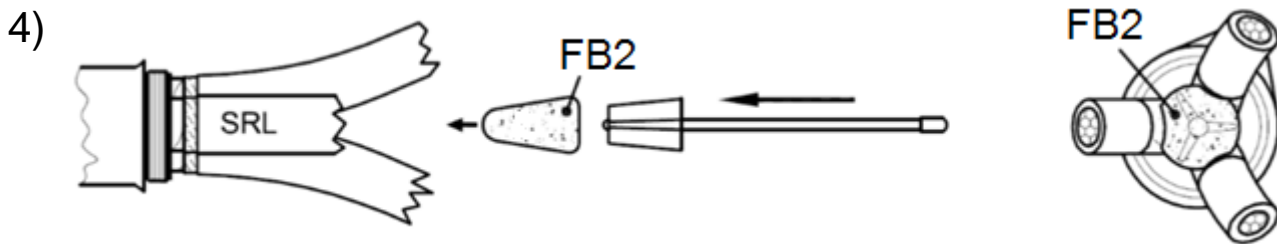
- b)
- Tre på de transparente oljebARRIERE-slangene (SROB) på alle fasene, 10 mm fra fellesisolasjonen og krymp med en myk flamme, start fra skrittet og utover. Etervarm hvis det oppstår rynker
 - Rens de transparente slangene (SROB)

c) Pose merket SR2

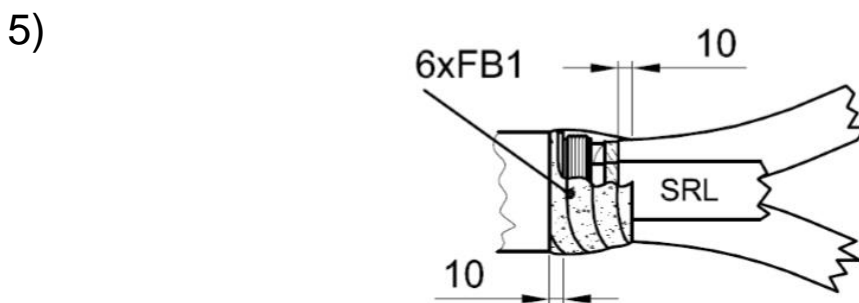
- Tre på dobbelisolasjonsslangene (SR2) slik at de ligger jevnt med de transparente slangene
- Start krympingen fra skrittet og utover, med en myk flamme



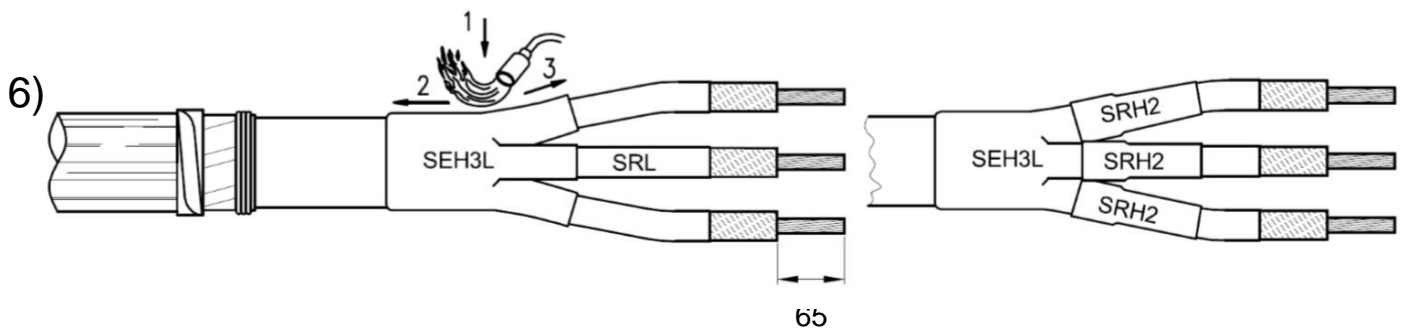
- Tre på de halvledende slangene (SRL) 40 mm fra blykanten.
- Start krympingen fra skrittet og utover.
- Fjern den flammebestandige folien FSW



- Bøy ut fasene forsiktig.
- Fjern voksbeskyttelsen på FB2- konen, bruk det medfølgende verktøyet og dytt FB2- konen så langt som mulig inn i skrittet. Ligger i plast boks merket FB2

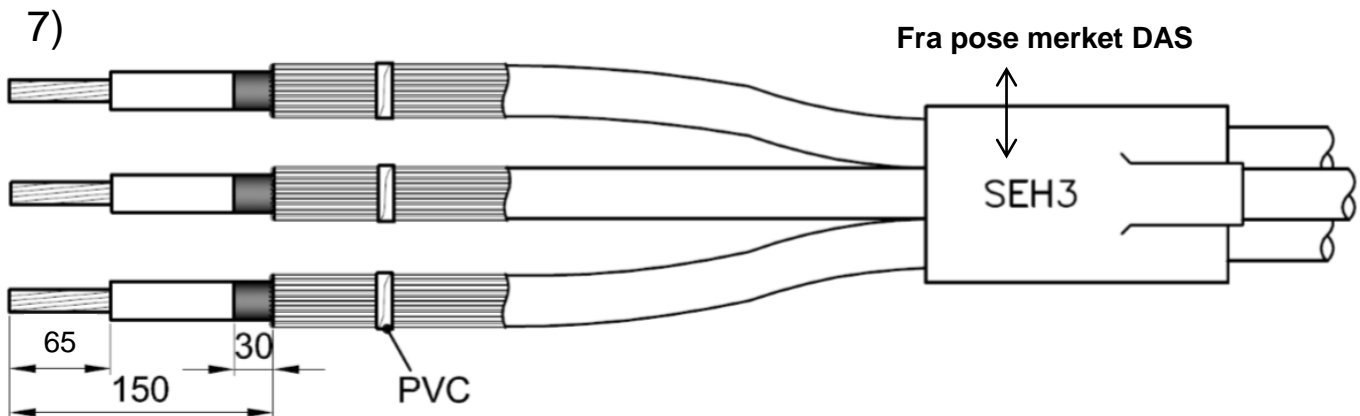


- Vikle FB1 med forsiktig strekk over skrittet, bruk alle 6 lengdene - 10 mm inn på blykappen til 10 mm over SRL krympeslangene



- Tre på krympeskrittet (SEH 3L) og start krympingen (**conductive**)
- Tre på SRH2-slangene så langt inn i skrittet som mulig. Start krympingen fra skrittet og utover
- Fjern isolasjonen på fasene 65 mm

Forberedelse av PEX-kablene

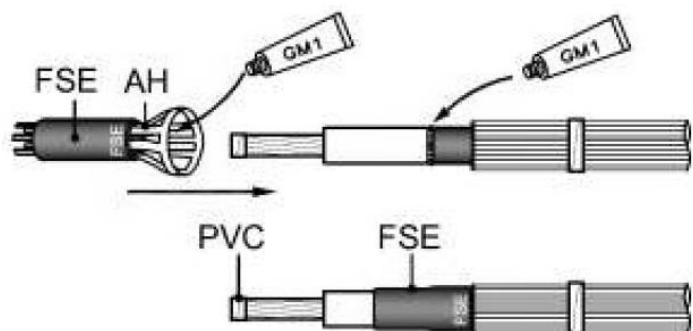


- Rengjør kablene i en lengde av 1,5 meter
- Tre på ytterrørene (SRH3) 2 stk. på PEX-kablene. Beskytt disse om nødvendig mot smuss
- Tre på krympeskrittet (SEH 3) og parker dette med fingrene fra skjøten
- Forbered PEX-endene i henhold til tegning

8)

Materiell fra pose 2

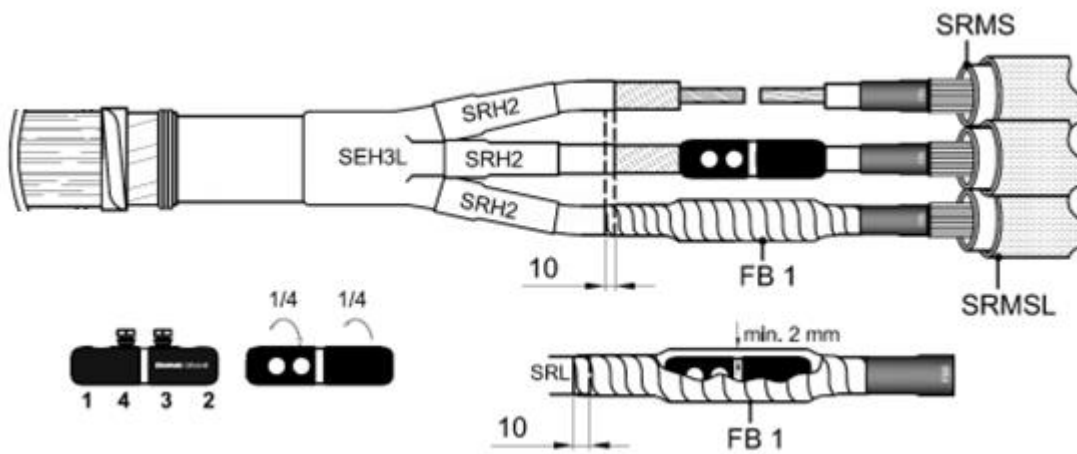
- Tape endene av lederne med PVC-tape for å unngå skarpe kanter
- Rens PEX-isolasjonen
- Påfør silikon som en ring i kanten av halvlederavtaket (GM1)
- Tre feltfordeleren (FSE) på påføringsverktøyet og påfør litt silikon på innsiden av verktøyet
- Tre på feltfordeleren ved hjelp av påføringsverktøyet helt til det stopper ved kappeavtaket
- Fjern påføringsverktøyet tunge for tunge
- Juster feltfordeleren ved å vri den på plass slik at den stopper i kappeavtaket



Ferdigstilling av skjøten

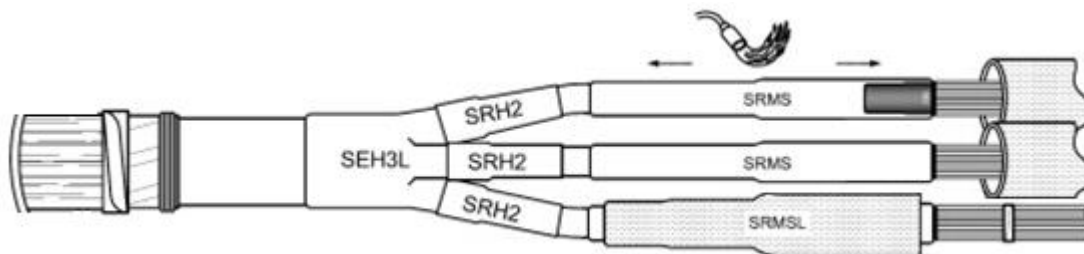
Materiell fra SLK.. og pose 3

9)



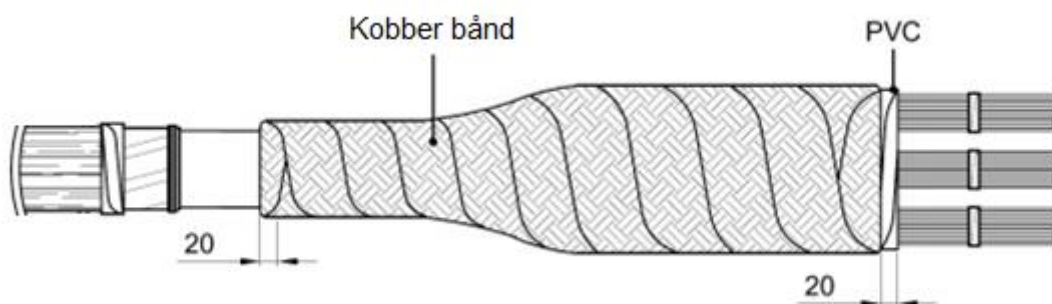
- Tre på faseslangene på PEX-siden (1 x SRMS-rød og 1 x SRMSL-rød og svart)
- Fjern PVC-tapen på enden av lederne
- Monter skjøtehylsene i henhold til tegning
- Vri de svarte hylsene slik at boltehullene forsvinner. Rens område rundt skjøtehylsen
- Vikle mastikk FB1 fra feltfordeleren og over skjøtehylsen til 10 mm over SRL- røret på papirsiden i henhold til figur. Ca. 20 % strekk og 50 % overlapp. 5 stk. pr. fase
- NB! Minimum 2 mm tykkelse over det åpne område på skjøtehylsen

10)



- Tre på krymperørene SRMS (rød) kant i kant med kappeavtaket og krymp
- Sentrer krymperørene SRMSL (svart/rød) over SRMS rørene og krymp

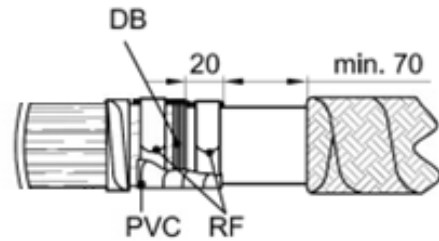
11)



- Vikle kobberbånd (50 % overlapp) fra 20 mm over blykappen og over hele skjøten til den når 20 mm over skjermtrådene på PEX siden. Kobberbåndet festes med PVC-tape

12)

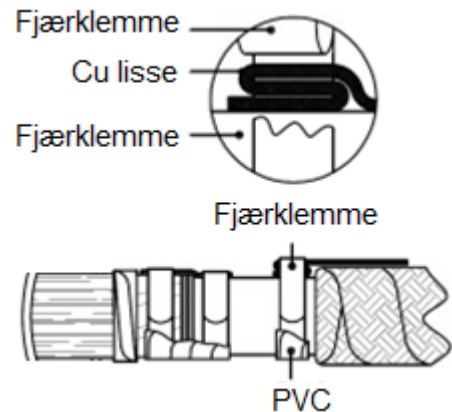
- Bruk den korte kobberlissa (70 mm) og forbind blykappen med armeringen ved bruk av to fjærklemmer
- Dekk område med PVC- tape



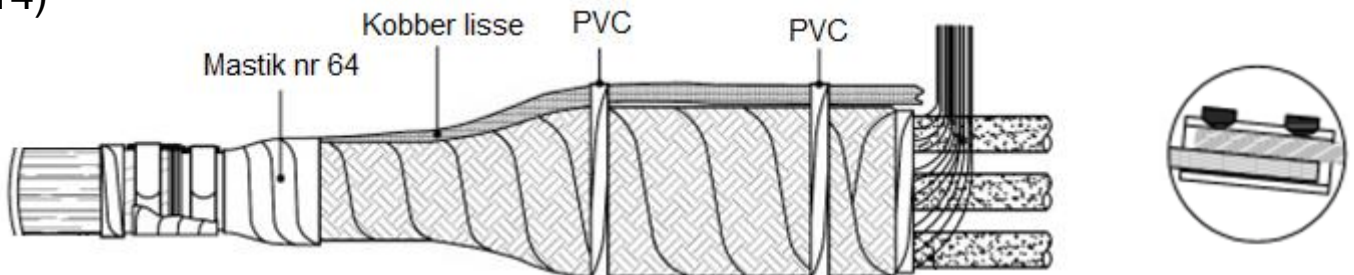
13)

- Legg den lange kobberlissa direkte på blykappen og fest den med en fjærklemme (se tegning)
- Tape fjærklemmen

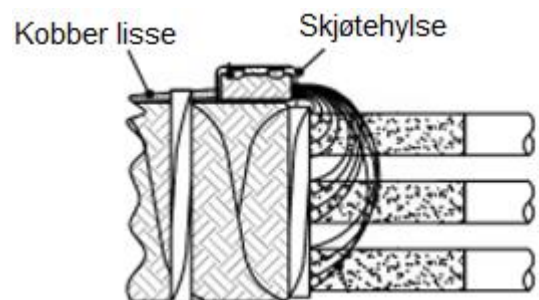
Alternativt kan skjermtrådene legges helt over på blykappen og kobles sammen med en fjærklemme. Pass da på at skjermtrådene kappes rett utenfor fjærklemma. Dekkes så med PVC teip.



14)

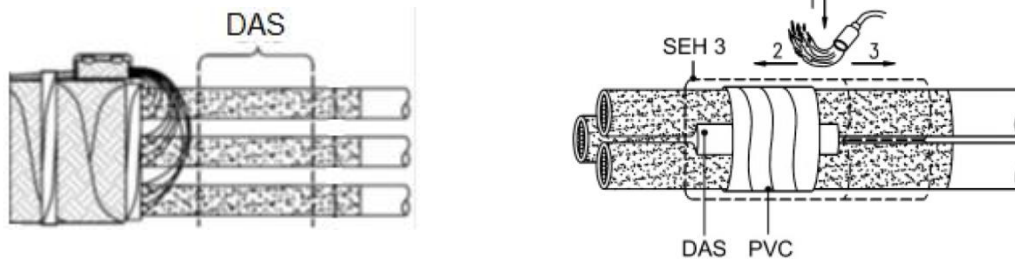


- Klipp kobberlisse og jordskjermen i passende lengde, slik at de kan overlappes i skjøtehylsa
- Monter skjøtehylsa
- Vikle 4-5 runder med kobberbånd rundt skjøten og skjøtehylsa
- Om nødvendig, fest med PVC- tape som vist på figur
- Vikle mastik nr. 64 rundt den avdekkede delen av blykappen og over fjærklemma som fester kobberlissa/skjermtrådene



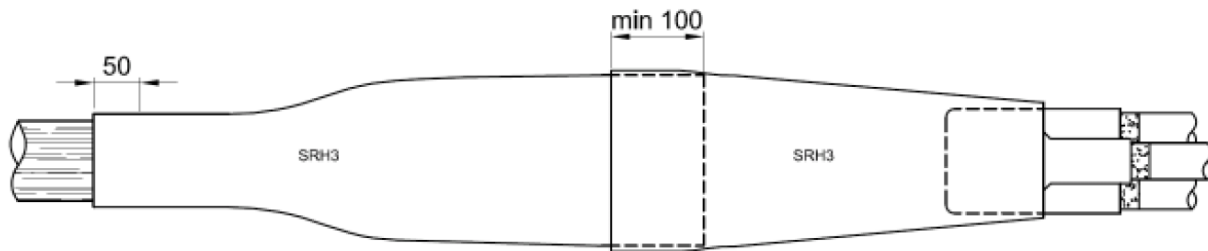
15)

Materiell fra pose merket DAS



- Dytt mellomstykke DAS så nær jordtrådene som mulig, og sikre den med PVC-tape
- Tre krympeskrittet så langt som mulig over mellomstykke DAS
- Krymp skrittet

16)



- Tre over det miste krymperøret slik at det overlapper jutekappen med 100 mm
- Start med å krympe fra midten
- For ekstra vanntetting bruk en runde mastikk i overgangen mellom de to krymperørene og i overgangen på krympeskrittet
- Tre over det største krymperøret slik at det overlapper hele kroppen på krympeskrittet
- Start med å krympe fra midten

Vent til skjøten er håndvarm (30 °C) før den belastes mekanisk

9.8 Montering av kabel

Kabelmontasje

RENBLAD 9000

VER 3.10 | 05 / 2020

MONTASJE AV KABEL



Copyright 2020 © REN AS

INNHold

1 Formål.....	3
2 Generelt	3
3 Arbeidsplanlegging	3
4 HMS planlegging	4
5 Behandling av kabler.....	4
6 Forlegning av kabel.....	5
7 Stikkledning til boliger	11
8 Avstander ved fellesføring og kryssing	11
9 Grøfteoppbygging	14
10 Pløying av kabel.....	15
11 Materiell.....	16
12 Jording	16
13 Driftsmerking	16
14 Dokumentasjon	16
15 Arbeidsavslutning, samsvarserklæring og sluttkontroll	17
16 Referanser	17
17 Referanser til RENblader	17

1 FORMÅL

Dette bladet tar for seg generelle retningslinjer for hvordan kabel skal håndteres ved oppbevaring, transport, utdragning, forlegning og montasje.

2 GENERELT

Alle kabelføringer skal være prosjektert på forhånd. Og følgende skal foreligge fra prosjektering:

- Kartutsnitt med inntegnede grøfter.
- Antall og dimensjon på kabler rør og jordtråd.
- Rekkefølge og avstander mellom kabler og annen infrastruktur.
- Krav til masse i ledningssonen.
- Krav til masser igjenfyllingssonen.
- Krav til driftsmerking.
- Type kabelbroer og festemateriell.
- Bruk av kabelbeskyttelse og kabelmarkering.
- Krav til overdekning.
- Avklaringer mot offentlige og private.
- Valg av transportvei og adkomst for maskiner og materiell.
- Eventuell riggplass og materiell depot.
- Det skal foreligge en SHA-plan. [RENblad 1100](#) - IK - Veiledning SHA-plan. Fra prosjekterende.

3 ARBEIDSPANLEGGING

Grad av arbeidsplanlegging er avhengig av hvor mye som er utført i plan og prosjekteringsprosessen, kompleksitet og størrelse på arbeid.

Følgende skal utføres:

- Krav til utførelse fra veieier skal følges.
 - Det skal søkes arbeids/gravetillatelse hos vegmyndigheten. (Prosedyrer kan variere rundt om i landet).
 - Ved riks og fylkesvei skal en følge krav som er angitt i håndbok [N301 Arbeid på og ved veg](#).

- Alle arbeidstakere som utfører arbeid på riks- og fylkesvei, skal ha nødvendig opplæring i arbeidsvarsling.
- Krav til utførelse for kommunale veier må sjekkes hos den enkelte kommune.


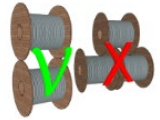

4 HMS PLANLEGGING

Om nødvendig skal det utføres en SJA. Se [RENblad1252 IK - Sikker - jobb - analyse](#).

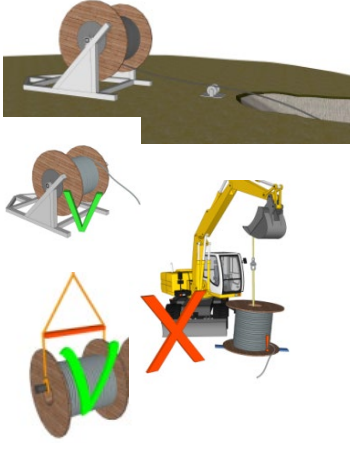
5 BEHANDLING AV KABLER

Kabler skal behandles med forsiktighet. Skade på kabelens kappe kan etter kort tid føre til feil på kabelen noe som igjen kan gi store samfunnsmessige og økonomiske konsekvenser.

Løfting, transport og lagring	
Ved løfting av trommel skal oppheng henge parallelt med vangene slik at disse ikke blir presset innover.	
Ved løfting med truck må gaflene gå vinkelrett på vangene, og være lange nok til å dekke disse.	
Tromler må løftes ned, ikke slippes.	
Trommelen skal trilles i den retning som er vist med pil på vangene (mot retning for utdragning).	
Ved langtids lagring skal kabel oppbevares ved jevn, lav fuktighet, og ikke utsettes for store temperatursvingninger.	

Tromler skal lagres og transporteres stående, og låses mot trilling.	
Ved stabling i høyden stables de vange på vange. NB! Trommelen må være designet for dette.	
Ved plassering av kabel ute på anlegg skal denne sikkerest mot skade. Underlaget skal være så jevnt og stabilt at kabelen ikke blir skadet.	

6 FORLEGNING AV KABEL

<p>Utdragning</p> <ol style="list-style-type: none"> Sjekk trommel for skarpe kanter eller spiker som kan skade kabel. Det skal benyttes trekktrinse/kabelrulle som kabelen hviler på ved utdraging. Kabel skal ikke skrape mot skarpe steiner eller kanter ved utdragingen. Unngå å vri kabel ved utkjøring. Kabler skal rulles ut fra stående trommel. Trommel skal ikke henge i svivel. Løfteåk kan brukes. 	
--	---

Lav temperatur

Kablene må behandles meget forsiktig ved lave temperaturer. Anbefalt minimumstemperatur ved utdraging, forlegning og montasje:

- PVC, PEX isolert kabel med PVC ytre kappe
 - a) Normal forlegning $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - b) Forsiktig forlegning: $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Forsiktig med slag og bøyning

- PEX isolert med PE mantel
 - a) Normal forlegning $\geq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - b) Forsiktig forlegning: $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Forsiktig med slag og bøyning

- Papirisolert kabel
 - a) Laveste temperatur er $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ved lave temperaturer skal kabel først oppbevares i temperert rom i minst 1 døgn.

Oppvarming av kabelen med gasslampe eller tilsvarende skal ikke utføres.

Dette er lite effektivt, og kabelens kappe kan bli ødelagt.



Trekkekrefter

Verdi for maksimal trekraft skal oppgis av kabelleverandør (Datablad).

Dersom en ikke har verdier fra leverandør, kan følgende retningsgivende formler brukes. Gjelder både ved festing i leder og ved strømpe rundt kabel.

- Kabel med aluminiumsleder: $30 \times A$ (N)
- Kabel med kobberleder: $50 \times A$ (N)

(NB! 1 kg er tilnærmet 10 N)

A = kabelens totale ledertverrsnitt i kvadratmillimeter.

Eksempel:

For utdragning av en 240Al kabel kan man tillate $30 \times 240 = 7200$ N pr. leder. Dvs. for treleder 7200×3 N = 21600 N eller ca. 2160 kg.

Utdragning skal skje med jevn hastighet for å unngå unødvendig rykk i kabelen. Utførende skal kunne dokumentere trekkekreftene som er brukt på kabelen.

For mer informasjon om trekking av kabel i rør se: [RENblad 9121](#) og [RENblad 9131](#).

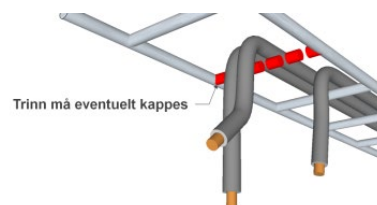
Enlederkabler

Enlederkabler skal ligge i tett trekant om ikke annet er spesifisert.

Dersom kabelstige etc er laget av magnetisk materiale (materiale man kan feste en magnet på) skal fasene i en enlederkabel holdes samlet og passere i samme hull for å unngå lokal oppvarming.

Eksempel:

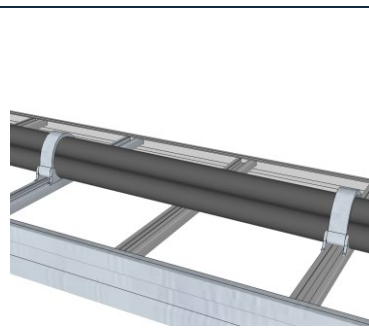
- Fasene skal passere gjennom samme stålrør.
- Fasene skal passere gjennom samme hull i betongvegger (pga. armering).
- Fasene skal passere mellom samme trinn i kabelstiger av magnetisk materiale. Eventuelt kappe trinn der dette ikke er mulig.



Åpen forlegning

Kabelbroer og festemateriell for en-leder kabler i åpen forlegning skal være slik at de kan motstå kortslutningskrefter som kan oppstå på stedet. Dimensjon og type for kabelbro og festemateriell skal spesifiseres fra prosjektering.

Kabelbroer skal være av ikke magnetisk materiale og de skal være behandlet mot korrosjon.

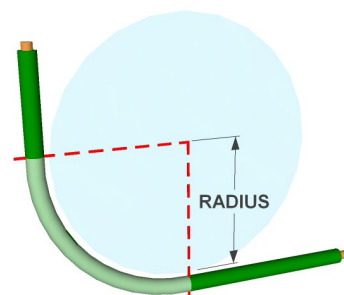


Bøying av kabler

Under hele forlegningsarbeidet skal kabel ikke blir for hardt bøyd. Verdier for minimum bøyeradius skal oppgis av kabelleverandør (datablad).

Ved bøying av kabel vil materialet i kabelen stukes på innersiden og strekkes på yttersiden. For at trykk og strekkpåkjenningene i materialet ikke skal bli for store, må minste tillatte bøyeradius stå i forhold til både kabeldiameteren og materialene som er benyttet i kabelen.

Eksempel på minimum bøyeradius for kabler ved 0 °C.



KRAFTKABEL 1 - 24 KV	UTDRAGNINGER	MONTERING (EN GANGS BØYNING)
Plastisolert:		
Enleder	15xD*	10xD*
Treleder	12xD*	8xD*
Papirisolert	20xD	15xD*
Ekom	10xD*	10xD*
Der D er kabelens yterdiameter i mm.		

Sikring av kabelender

Alle kappede kabelender som ikke skal håndteres umiddelbart må kortsluttes, eventuelt jordes og merkes. Enden skal i tillegg forsegles slik at vann ikke kan trenge inn i kabelen.

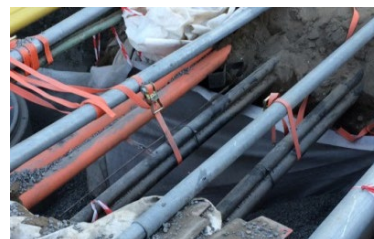
Kabel på trommel behøver ikke kortsluttes, men må forsegles mot vann.

Kabler med berøringssikker endeavslutning skal jordes ved hjelp av et eget jordingsapparat av godkjent type.

Kabler hvor kabelsko er tilgjengelig, skal kortsluttes og jordes ved hjelp av felles bolt gjennom kabelskoene.

**Kryssing av eksisterende kabler**

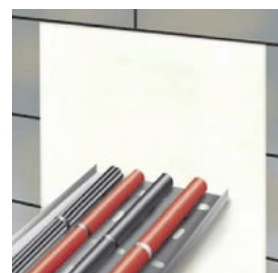
Ved kryssing av eksisterende kabler, og da spesielt papirkabler, må dette gjøres med varsomhet. Hvis kablene skal flyttes eller det eventuelt skal arbeides i underkant av kabel slik at grøtfelementet tas bort skal kablene støttes opp slik at det ikke oppstår glidninger i isolasjonsmaterialet. Se [RENblad 9120](#).

**Beskyttelse av anlegg under utførelse**

For beskyttelse av anlegg under utførelse, se [RENblad 9120](#).

Branntetting

Når kabler krysser mellom brannsoner i bygninger skal gjennomføringene umiddelbart branntettes etter beskrivelse fra prosjektering.

**Skjøt og endeavslutning**

Ved planlagte skjøter og endeavslutninger legges kabel i en liten bøy slik at en sikrer seg at det er tilstrekkelig kabel til montasjen.

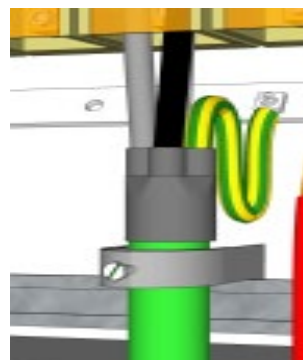
HS-kabler bør legges i en liten sving inn mot nettstasjoner for å ha tilgjengelig kabel til å bytte endeavslutning.

For montasje av skjøter og endeavslutninger.

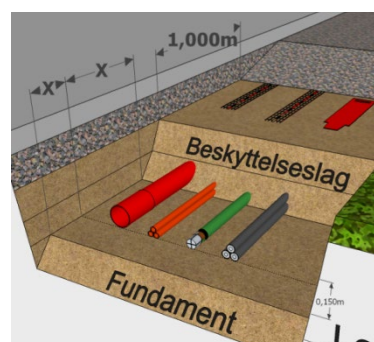
Se [RENblad 9108](#) for HS-kabel og [RENblad 9112](#) for LS.

Vannføring

Alle kabler og rørender skal tettes slik at de ikke kan transportere vann. Flerleder kabler skal ha kabelskritt som tetting.

**Grøftesegment/Delprosjekt**

For at ikke masser skal blande seg og for å sikre et tilstrekkelig fundament for rør og kabler skal midlertidige avslutninger sikres ved tilstrekkelig avstand. Rør skal tettes med lokk tilpasset rørdimensjon.

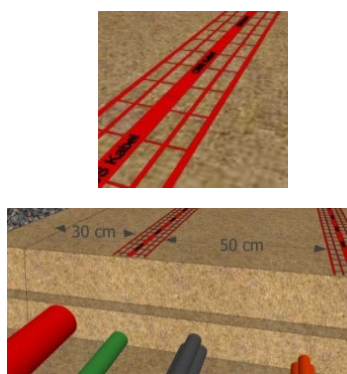
**Kabelmarkering/Kabelbeskyttelse**

Det skal legges kabelmarkering eller kabelbeskyttelse i alle grøfter også i egne grøfter for blank jordtråd.

Kabelmarkering

Med kabelmarkering menes anretning i et lag over kablene som har som funksjon å varsle om kabelgrøft. Det skal benyttes plastnett og ikke plastbånd.

Det skal maksimum være 30 cm fra ytterkant kabelmarkering til ytterste kabel. Ved bredere grøfter skal det brukes to eller flere nett. Maksimal avstand mellom markeringene skal være 50 cm.



Kabelbeskyttelse

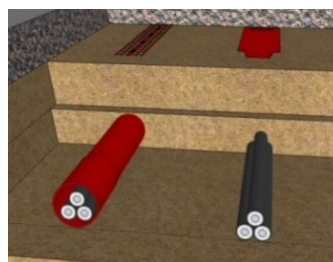
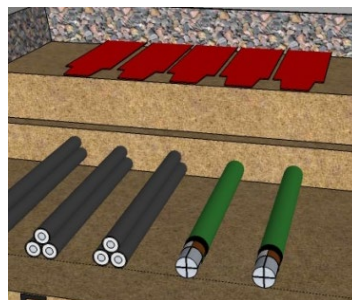
Med kabelbeskyttelse menes anretning liggende over kablene som skal beskytte mot fysiske påkjenninger eller evt. rør rundt selve kablene.

Det skal ligge kabelbeskyttelse over alle kabler der det kreves kabelbeskyttelse.

Det skal brukes dekkplater eller kabelrør i henhold til norske eller internasjonale normer. Standarder som kan anvendes er:

- Pr NS2967 Kabelrør av plast med glatt rørvegg.
- NEK EN 50520 Kabeldekkplater

Der det ligger kabelbeskyttelse over kablene trenger man ikke legge kabelmarkering. Kabelbeskyttelsen er her definert som tilstrekkelig kabelmarkering etter forskriftene.



7 STIKKLEDNING TIL BOLIGER

Ved stikkledning til boliger < 80 A henvises det til [RENblad 4100](#).

8 AVSTANDER VED FELLESFØRING OG KRYSSING

For avstand mellom rør, se [RENblad 9010](#).

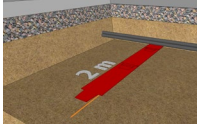
Kryssing

Kryssing skal skje så vinkelrett som mulig. Kraftkabler krysser normalt over gassrør, fjernvarme og VA-ledninger. HS-kabel krysser normalt under LS-kabel og kraftkabler krysser normalt under ekomkabler (telekabel, kabel TV, fiberkabler osv.) med dekkplater mellom.

Avstander skal spesifiseres ved prosjektering. Normalt benyttes følgende minimumsavstander:

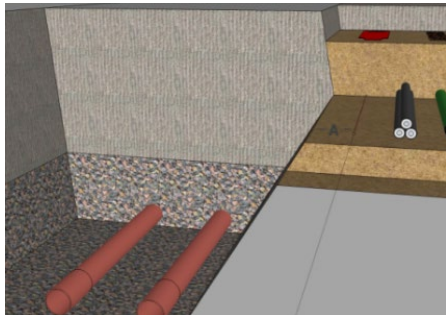
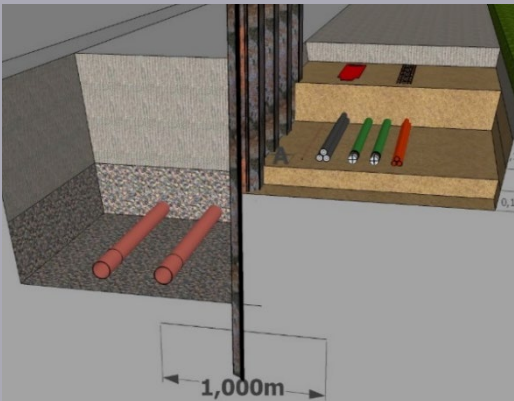
Kraftkabler til kraftkabler	Fellesføring	Kryssing
Kraftkabler over 24 kV til andre kraftkabler	300 mm	300 mm
HS 12/24 kV til HS 12/24 kV	70 mm	70 mm
HS 12/24 kV til LS-kabel	70 mm	70 mm
LS-kabel til LS-kabel LS-kabler kan ligge tett dersom det er tatt hensyn til ved prosjektering av I_{th} .	70 mm	70 mm

Kraftkabler til ekomkabler	Fellesføring	Kryssing
LS-kabel til ekomkabler Kabelbeskyttelse på en av kablene ved fellesføring. Begge kabelsettene skal ha beskyttelse minimum 500 mm til hver side ved kryssing.	100 mm	100 mm
HS-kabel til ikke metallisk ledende ekomkabel Kabelbeskyttelse på en av kablene ved fellesføring. Begge kabelsettene skal ha beskyttelse minimum 500 mm til hver side ved kryssing.	100 mm	100 mm
HS-kabel 12/24 kV i tett trekant til metallisk ledende ekomkabel	300 mm	300 mm
HS-kabel 12/24 kV i flat forlegning til metallisk ledende ekomkabel a = avstanden mellom fasene i høyspenningskabelen. b = avstanden til ekomkabel		
HS-kabel >24 kV til metallisk ledende ekomkabel Tillates ikke fellesført i grøft med høyspenningskabler med driftsspenning <u>høyere enn 24 kV</u> uten at det utføres spesielle beregninger.		

Blank jordtråd	Fellesføring	Kryssing
Ved kryssing av kabler eller annen infrastruktur skal jordleder mekanisk beskyttes med dekkbord minimum 2 meter på hver side.		
I grøft ut fra master og andre arrangement med overspenningsavledere skal jording holdes minimum 7 cm fra kabler. Normalt bør jordleder ligge minimum 7 cm fra kabler.	70 mm	
Ikke mekanisk beskyttet ekomkabel til jordtråd for kabel med spenning ≤ 24 kV.	300 mm	300 mm
Mekanisk beskyttet ekomkabel til jordtråd for kabel med spenning ≤ 24 kV.	100 mm	100 mm
For kraftkabler med spenning > 24 kV til metallisk ledende ekomkabel skal avstanden prosjekteres i hvert enkelt tilfelle. Se NEK 700.		

Kraftkabel til gass	Fellesføring	Kryssing
Gass til LS-kraftkabel og ekomkabler Avstanden kan reduseres til 100 mm for gassrørledning lagt i heltrukket beskyttelsesrør eller rørledning beskyttet med varmeisolerende materiale.	300 mm	300 mm
Gass til kraftkabel > 1 kV Avstanden kan reduseres til 100 mm for gassrørledning lagt i heltrukket beskyttelsesrør eller rørledning beskyttet med varmeisolerende materiale.	500 mm	500 mm

Kraftkabler og ekomkabler til VA og fjernvarme	Fellesføring	Kryssing
På samme nivå For fjernvarme kan avstanden reduseres til 50 mm over korte strekninger på inntil 2 m der det ikke er skjøter eller retningsendringer på fjernvarmerøret. Dette må avtales med lednigseier	500 mm	200 mm

Infrastruktur på ulike nivåer	Fellesføring
<p>På ulike nivå der det er mye plass</p> <p>Ved fellesføring: Kablene skal ligge utenfor en grøftvinkel på $45^{\circ}+A$.</p> <p>(der A er avstandskravet ved fellesføring).</p> <p>Der eksisterende infrastruktur har usikker beliggenhet må avstanden (A) økes.</p>	<p>$45^{\circ}+A$</p> 
<p>På ulike nivå der det er lite plass</p> <p>Planlegger med bruk av grøfteavstivning.</p> 	<p>Horisontal avstand: 1000 mm</p>

9 GRØFTEOPPBYGGING

Begreper med hensyn til grøftebetegnelser er som følger:

Grøftebunn

Grøftebunn skal være avrettet og fri for skarpe kanter samt at den skal være fri for is/snø. For å fjerne skarpe kanter fra fjell, store steiner eller sprenge masser skal disse komprimeres.

Ledningszone

Denne sonen består av fundament, sidefylling og beskyttelseslag. For kraftkabler skal det brukes «Fint tilslag 0/4 GF85 GTF20 f7 i samsvar med NS-EN 13242» Se [RENblad 9200](#) vedlegg 2 krav til masser i ledningssonen. Massene skal komprimeres i henhold til tabell 4 i NS3458, massegruppe B og passeringsklasse lett.

Geotekstil (fiberduk) skal brukes når det er fare for massetransport ut av eller inn i ledningssonen. Stort grunnvannsig og/eller grove omkringliggende masser.

Fundament

Område mellom grøftebunn og nedre kant på kabel. Det skal opparbeides et fundament med dybde minimum 10 cm.

Beskyttelseslag

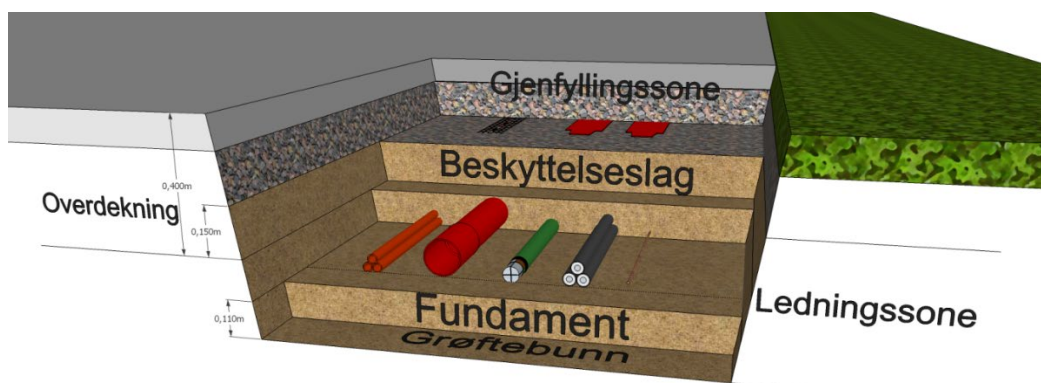
Område mellom øvre kant på kabel og gjenfyllingssone. Beskyttelseslaget for kabler skal være minimum 15 cm.

Gjenfylling

Område mellom beskyttelseslag og bakkenivå.

Stedlig masse skal fortrinnsvis anvendes. Steiner eller andre gjenstander som kan skade kabelen/rør skal fjernes. Massene som anvendes skal ha en største nominell kornstørrelse på 64 mm. Komprimerbare masser skal komprimeres i henhold til tabell 4 i NS3458, massegruppe B og passeringsklasse normal.

Masser i gjenfyllingssonen skal være i henhold til krav fra veieier/grunneier.



Figur 1 RT9008

10 PLØYING AV KABEL

Kabel skal bare pløyes på oppdragsgivers spesifikasjon.

Kabelpløying skal bare gjøres i masser der kabelen ikke kan bli skadet.

Ved kablepløying gjelder samme krav til overdekning, kabelmarkering, kabelbeskyttelse og avstand mellom kabler som ved graving av grøft.

11 MATERIELL

Det skal anvendes kabler og utstyr i henhold til norske og internasjonale normer.

12 JORDING

I utgangspunktet skal alle grøfter ha blank 50 CU direkte forlagt i grøft. Dette skal spesifiseres fra prosjektering.

13 DRIFTSMERKING

Hva kablene skal merkes med og merkemetode oppgis fra prosjekterende. Driftsmerking av kabel skal utføres i henhold til [RENblad 8032](#) Håndbok for driftsmerking og anleggsmerking.

14 DOKUMENTASJON

Avvik fra det som er prosjektert skal dokumenteres. I tillegg skal følgende legges inn som dokumentasjonen.

For kabler:

Produsent av kabelen.
Dato for når arbeid ble utført.
Endepunkt for kabel hvis dette ikke går klart frem av kartet.
Fjerning av gamle kabler

For skjøter:

Produsent av skjøten.
Typebetegnelse for skjøten.
Dato for når kabelen ble skjøtt.
Bilde av ferdig skjøt.

Innmåling av kabel og skjøt skal følge [RENblad 8042](#) Distribusjonsnett - innmåling av anlegg.

15 ARBEIDSAVSLUTNING, SAMSVARERKLÆRING OG SLUTTKONTROLL

Sjekk at utført arbeid er gjort i henhold til prosjekterende arbeidsbeskrivelse.

- Sjekk at inngåtte avtaler med grunneier er fulgt opp.
- Utfør sluttkontroll etter REN-skjema [RS 1214 skjema sluttkontroll](#).
- Samsvarserklæring utføres i henhold til [RENblad 8001](#).
- En helhetsvurdering av anlegget. Er det i tråd med forskrifter, normer og fagmessig utførelse.
- Berørte eksisterende anlegg skal som minimum ha samme sikkerhetsnivå, kvalitet og levetid som før prosjektet.
- Anleggsområdet skal være ryddet slik at det er i minst like god stand som før arbeidet startet. Dette gjelder rengjøring og eventuell jevning og planering, tilsåing, oppsetting av gjerder/murverk, asfaltering, mv.
- Demontert materiell skal leveres inn til godkjent mottak.
- Levering av næringselektroavfall. Godkjente innleveringssteder: www.renas.no
- Levering av farlig avfall. Godkjente innleveringssteder: SFT - Innsamling og behandling av farlig avfall.

16 REFERANSER

1. Forskrift om elektriske forsyningsanlegg FEF 06.
2. NEN 62.75 Norske normer for kraftkabler.
3. IEC 60287 serien. Electric cables.
4. NEK 440 Stasjonsanlegg over 1 kV.
5. NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner.
6. Temaveiledning om gassanlegg fra DSB.

17 REFERANSER TIL RENBLADER

1. [RENblad 8000](#) Forprosjektering
2. [RENblad 9200](#) Kabelnett - prosjektering
3. [RENblad 9008](#) Kabelnett - Grunne kabelgrøfter
4. [RENblad 9010](#) Kabelnett - Kabelrør utførelse
5. [RENblad 9012](#) Kabelnett - Ekstra beskyttelse av viktige og utsatte kabler
6. [RENblad 4100](#) LN Nett - Kundetilknypning - boliginstallasjon - Utførelse

9.9 Endeavslutning - Monteringsanvisning

Endeavslutning PEX 12 kV

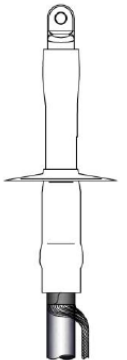
Monteringsanvisning

Innendørs endeavslutning for PEX-isolert 1-lederkabel 12 og 24 kV

Inkludert mekaniske kabelsko

TYPE: CHESK-I-24N 95240

El nummer 11 654 04



El nummer	Tverrsnitt 12 kV	Tverrsnitt 24 kV	Ø1 mm
11 654 04	150 – 240 mm ²	95 – 240 mm ²	19,9

Viktig!

Ø1; Minimum diameter over isoleringen etter at ytre halvledende sjikt er fjernet

Generell kontroll

- Kontroller tverrsnittet på kabelen og endeavslutningen
- Kontroller innholdet i settet
- Følg monteringsanvisningen

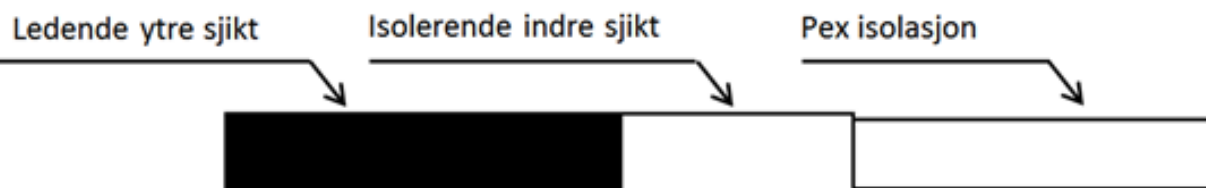
Installasjonen bør kun utføres av kvalifisert personell.
Melbye påtar seg ikke ansvar ved feilmontasje.

Krympeinstruksjoner

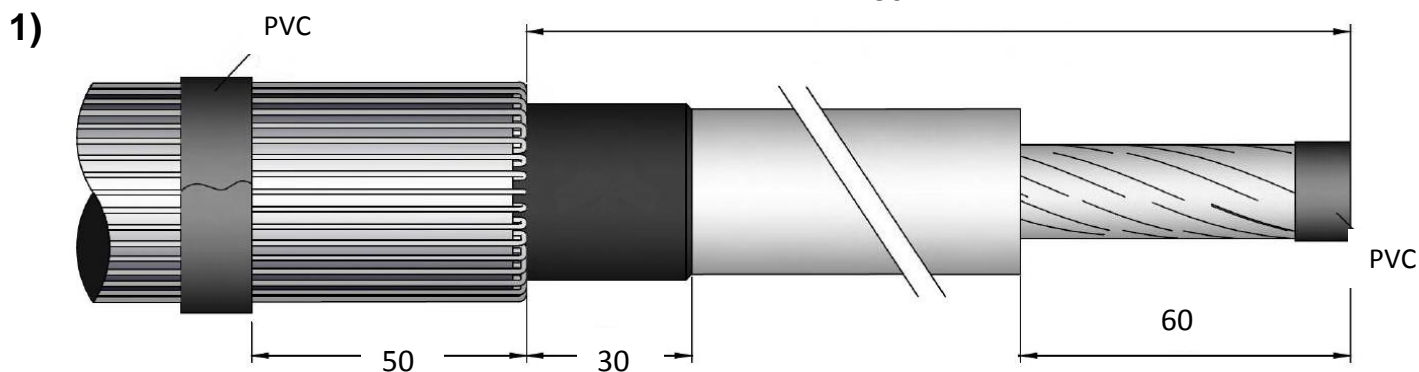
- Bruk en egnet varmekilde
- Juster brenneren til en myk gul flamme
- Rens ytterkappen og isoleringen med egnet rensmiddel
- Beveg flammen og unngå overoppheting ved krymping

OBS! Ved bruk på TSLF- kabel må følgende utføres OBS!

Fjern 100 mm av det ledende sjiktet på ytterkappen



Kabelpreparering



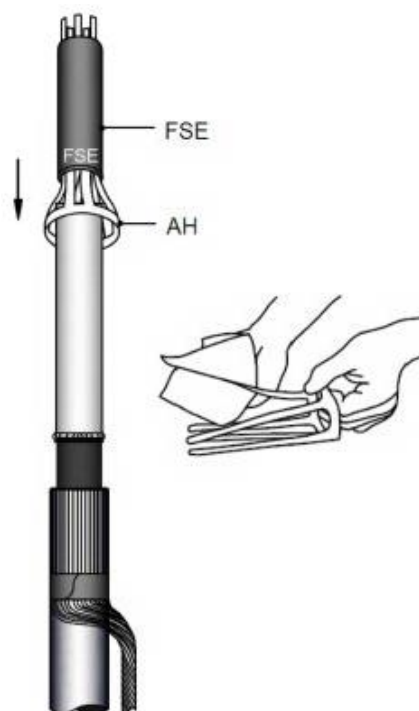
- Juster og kapp kabelen
- Rengjør og fjern ytterkappen 250 mm
- Bøy tilbake skjermtrådene og fest dem med PVC teip 50 mm fra kappeavtaket
- Forbered kabelen i henhold til tegning

2)



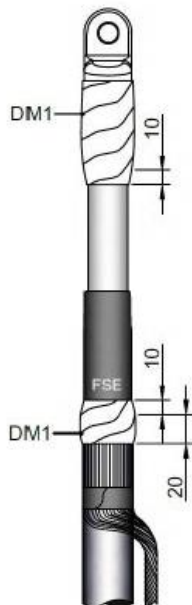
- Rengjør isoleringen med rengjøringserviett
- Påfør litt silikonfett GM1 ved kanten av ytre halvleder

3)

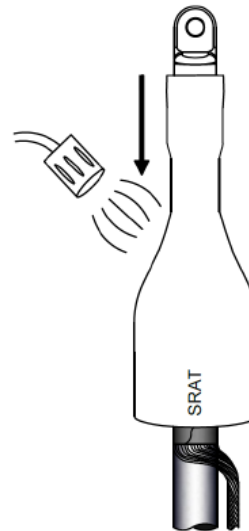


- Fukt påføringsverktøyets tunger (AH) med silikonduken
- Tre feltstyringshylsen på kabelenden ned til kappeavtaket ved hjelp av påføringsverktøyet AH (Obs! kontroller retning)
- Ta bort verktøyet (en finger om gangen)
- Juster feltstyringshylsen
- Rengjør ved behov

4)



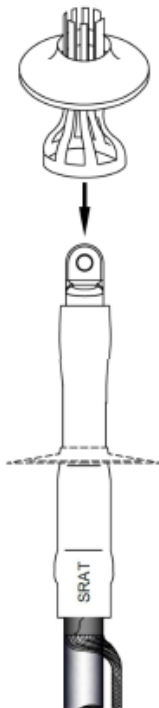
5)



- Ta bort PVC teipen og monter kabelskoen
- Vikle grå mastik DM1 over kabelskoen og ca 10 mm ut på pex-isoleringen. Viktig at bolt hullet på kabelskoen dekkes
- Vikle mastik DM1, begynn 10 mm inn på feltstyringselementet og 20 mm ned over skjermtrådene

- Tre på den røde slangen (SRAT) så den dekker kroppen til kabelskoen
- Krympes deretter i henhold til tegning

6)



7)



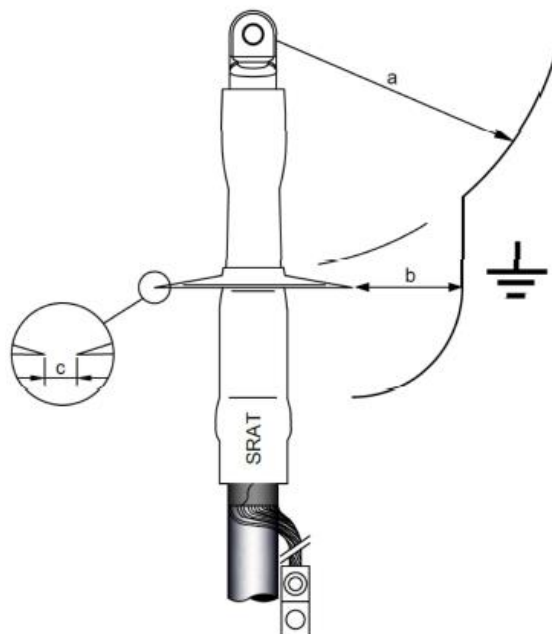
- Tre på silikonskjermen ved hjelp av påføringsverktøyet
- Plasser den første skjermen ved den øvre kanten på feltstyringselementet

- Monter kabelskoen på skjermen og koble til jord

OBS! Ved TSLF kabel:

Påse at skjermtrådene ikke berører det ytre ledende sjiktet på kablen hvis kablen skal kappe testes

8)



Minimum avstand

Når endeavslutningen monteres må følgende avstander overholdes.

Spenning (kV)	a	b Avstand (mm)	c Avstand mellom skjermer (mm)
24	I henhold til forskrifter	25	20
12		15	10

Endeavslutningen er nå klar og kan utsettes for mekanisk belastning etter avkjøling til 30° C.



9.10 Endeavslutning og skjõt av høyspentkabel

Montasje av skjõt/endeavslutning for 12-24 kV Kabelnett

RENBLAD 9108

VER 1.2 | 08 / 2020

MONTASJE AV
SKJØT/ENDEAVSLUTNING
FOR 12-24 KV KABELNETT



Copyright 2020 REN AS

INNHold

1 Innledning	3
2 Hvordan skal dette utføres:.....	3
2.1 Montasjeveiledning.....	3
2.2 Tilrettelegging:	3
2.3 Avmantling av ytre kappe.....	4
2.4 Avmantling av fastvulkanisert ytre halvleder	4
2.5 Avmantling av PEX-isolasjon	4
2.6 Avmantling av papirisolert kabel (jernbånd og jute).....	5
2.7 Avmantling av papirisolert kabel (plastkappe)	5
2.8 Avmantling av papirisolert kabel (bly).....	5
2.9 Fuktighetsprøve på papirkabel.....	5
2.10 Montering av hylse og kabelsko	6
2.11 Etter montering	6
3 Referanser	6

1 INNLEDNING

Dette RENbladet har som formål å støtte korrekt utførelse av skjøter og endeavslutninger på høyspentkabler.

2 HVORDAN SKAL DETTE UTFØRES:

2.1 Montasjeveiledning

Montasjeveiledning fra leverandør skal følges. Dette RENbladet skal brukes som en supplerende retningslinje.

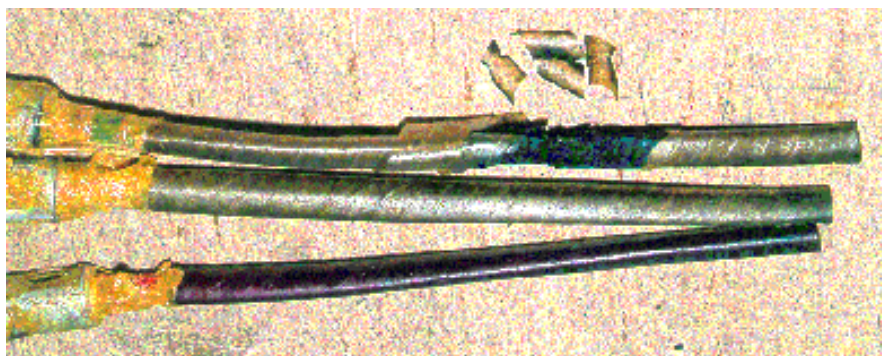
2.2 Tilrettelegging:

Tilrettelegg kablene slik at de ligger stødig uten å skades på noe måte. Husk bøyeradius på kablene. Vær veldig forsiktig ved håndtering av kabel i kuldegrader, ref. 2 ([RENblad 9000](#)).

NB! Papirkabler

Mange av feilene som Sintef har undersøkt på overgangsskjøter, har oppstått på papirkabelsiden. Feilene oppstår som oftest 20-40 cm inne på kabelen. Feilen kommer av at når den mekaniske beskyttelsen på oljepapirkabelen er fjernet, og fasene blir bøyd fra hverandre for å få bedre arbeidsforhold ved skjøting. Når kabelen da bøyes tilbake kan noen av papirlagene skades, slik at store defekter i isolasjonen introduseres. Dersom defekten er av en slik art at kabeloljen ikke kan forhindre økt elektrisk utladningsaktivitet, vil isolasjonen sakte, men sikkert, brytes ned.

- Vær forsiktig med å bøye fasene fra hverandre på gamle papirkabler.



Bilde 1 (RT9133) Bildet er hentet fra Sintef infoblad, ref. 4

2.3 Avmantling av ytre kappe

Ytre kappes tykkelse og hardhet varierer mellom de forskjellige spenningsnivåer og produsentene, og dette er viktig å ta hensyn til ved avmantling. Det bør brukes avmantlingskniv som kan innstilles på den riktige kuttedybde. Skjermtrådene må ikke skades ved avmantling av ytre kappe. Spesielt er dette viktig på det tversgående kuttet, da man lett får kutt i skjermtrådene, som da gjør at de knekker ved bøying.

2.4 Avmantling av fastvulkanisert ytre halvleder

For avmantling av fastvulkanisert ytre halvleder skal det brukes spesialverktøy.

NB! Ved strippbar halvleder: Ved de skadeanalysene Sintef har utført for norske e-verk, er det en overvekt av disse feilene som kan relateres til knivkutt ved fjerning av PEX-kabelens ytre strippbare halvleder. **Bilde 2** (RT9134) viser et tilfelle der dype knivkutt var introdusert ved montasje.

PEX-overflaten skal etter avmantling være jevn og fin **uten** spor. Derfor skal overflaten til slutt pusses med ikke ledende smergelpapir (ca. 220) eller tilsvarende. Til slutt renses kabelen med eventuelt medfølgende vaskeduk eller med anbefalt rensestoff fra produsenten.

Det skal vaskes fra enden av kabelen og mot kappeavtaket. Dette for å unngå at sotpartikler fra ytre halvleder blir liggende på PEX-isolasjonen.



Bilde 2 (RT9134) Bildet er hentet fra Sintef infoblad, ref. 4

2.5 Avmantling av PEX-isolasjon

PEX isolasjonen skjæres i riktig lengde i forhold til skjøtehylse med egnet verktøy. Det er meget viktig at ikke lederen skades under dette arbeidet (spesielt er dette viktig ved det tversgående kuttet). Dersom man ikke har verktøy for avmantling av PEX-isolasjon, kan man skjære denne av med tau både på tvers og på langs.

Bilde 2 (RT9134) viser et tilfelle der dype knivkutt var introdusert ved montasjen.

2.6 Avmantling av papirisolert kabel (jernbånd og jute)

Lag enurring med ståltråd, kobbertråd, tjærebånd eller lignende, der juten skal avmantles til (mål i henhold til mål i montasjeanvisningen). Skjær rundt med kniv og vikle juten av kabelen. Vikle noen runder med ståltråd eller kobbertråd rundt der jernbåndet skal av (mål i henhold til montasjebeskrivelse). Fil det første jernbåndet ned til du er kommet nesten igjennom. Riv av jernbåndet moturringen. Fjern deretter det andre jernbåndet. Vær forsiktig når du filer av jernbåndet, slik at du ikke filer ned i blyet. Dette jernbåndet dekker ikke blyet helt rundt kabelen. Etter nedfiling, riv av jernbåndet. Mellom bly og jernbånd ligger det flere lag med asfaltpapir. Dette fjernes ved å varme forsiktig for deretter å dra (vikle) papiret av kabelen. Når papiret er fjernet, varmes blyet forsiktig før asfalten vaskes av. Vask med White spirit eller parafin.

Det kan også finnes andre varianter av den tradisjonelle papirisolert kabel hvor en for f.eks. har ulik ytre kappe, blant annet DKR kabelen som har galvanisert ståltråd som ytterkappe.

Det som uansett er viktig, er å ikke skade blykappen.

2.7 Avmantling av papirisolert kabel (plastkappe)

Varm kabelen forsiktig. Skjær med kniv rundt kabelen til ønsket mål (montasjebeskrivelse) Skjær deretter 2 spor langsetter kabelen fra merket til enden av kabelen. Mellom sporene anbefales en avstand på 1 til 3 cm. NB! Plastkappen har ulik tykkelse, typisk 0,5 mm, og en må være uhyre forsiktig når en skjærer. Skjær **ikke** gjennom plasten. Når sporene er skåret, skjæres det gjennom noen cm på enden av kabelen slik at det kan vippes opp litt av plasten og man kan få tak i "remsen" med en tang. Deretter slites det opp en remse til den rette avstanden er nådd (tversgående skjæring). Deretter vippes kappen av fra enden og rives av ved tversgående skjæring.

2.8 Avmantling av papirisolert kabel (bly)

Skjær med kniv rundt blyet til ønsket mål (montasjebeskrivelsen for skjøten) Skjær deretter 2 spor langsetter blyet fra merket til enden av kabelen. Mellom sporene anbefales en avstand på 1 til 3 cm. Skjær **ikke** gjennom blyet. Når sporene er skåret, skjæres det gjennom blyet noen cm på enden av kabelen slik at blyet kan vippes opp og man kan få tak i "remsen" med en tang. Deretter slites det opp en remse til den rette avstanden er nådd (tversgående skjæring). Deretter brykkes resten av blyet fra enden og rives av ved tversgående skjæring.

2.9 Fuktighetsprøve på papirkabel

Fuktighetsprøve bør tas av papir i faseisolasjon og fellesisolasjon. Dette gjøres ved at papir fra fase og fellesisolasjonen puttes ned i isolerolje med en temperatur på 100-120 °C. Inneholder papiret fuktighet dannes det bobler og det høres en tydelig fresing når fuktigheten

fordamper.

2.10 Montering av hylse og kabelsko

Følg anbefaling fra leverandøren. Følgende skal også utføres for å øke kontakten mellom aluminiumsleder og hylse/kabelsko:

For å pusse aluminiumen ren for oksidbelegg, brukes en stålbørste. Deretter børstes det fett inn i aluminiumen med en annen stålbørste.

2.11 Etter montering

Skjøter for krymp skal behandles forsiktig etter nedkrymping. La skjøten bli håndvarm før den legges ned i grøften. Husk maksimum bøyeradius for kablene. Oljeskjøt: Sørg for at all luft er ute av skjøten før tetting. La skjøten ligge mest mulig i vater etter montering. Husk maksimum bøyeradius for kablene, se RENblad 9000.

Endeavslutningen for krymp behandles forsiktig etter nedkrymping. Fest kabelen med klammer. Pass på at ikke klammerne deformerer kabelen på noe måte.

Viktig!

- Hold oppgitte avstander mellom fasene og mellom fase / jord i bryteren.

3 REFERANSER

1. Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) av 2006
2. RENblad 9000 "Montasje av kabel"
3. Montasjeanvisning til leverandør
4. Sintef Energiforskning Infoblad

Retningslinjer uten henvisning er basert på praktiske erfaringer fra bransjen.

9.11 Sluttkontroll

Sluttkontroll for kabler

Selskap	Prosjekt	Stasjon/lokasjon	Anleggsdel	Driftsmerking			
				Ok	Ikke Ok	Ikke aktuelt	
Kabelnedføring i mast				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6504		Kabel/endeavslutning/skjøter vurderes med hensyn på skade og riktig utførelse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6805		Strekkavlastning. Det skal ikke være mekanisk belastning på klemmene.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6806		Sjekk at det ikke er for liten bøyeradius på kabler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6804		Kabelfester der kabelen gjør retningsendring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6802		Avstandsholdere med maksimalt 0,6 m avstand for HS kabel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6803		HS og LS kabelføring skal ha mekanisk skille mellom de ulike avgangene i felles kabelbeskyttelse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7009		Kabel skal beskyttes til en høyde av minimum 1,5 m over bakken. Kanal/beskyttelse skal også stikke minimum 0,2 meter under bakken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

		Ok	Ikke Ok	Ikke aktuelt	
Kabel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
7018	Enleiderkabler er holdt samlet der de går gjennom magnetisk materiale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6935	Kontroll av kabler er tilstrekkelig festet/lagt. Det skal være etablert fester for å oppta kortslutningskreftene.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6511	Kabel og skjøter er fri for skader	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6974	Spenningsløse kabelender skal jordes, kortsluttes, merkes og tettes med hette.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6955	Varselskilt sjøkabel er satt opp ved begge landtak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6527	Bøyeradius skal være over minimumsgrense angitt av produsent, eller følg anvisningene i RENblad 9000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6891	Kappemåling utført på høyspenningskabler med tilfredsstillende resultat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bygning		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6663	Kabel som føres opp i det fri, skal beskyttes til en høyde av minimum 1,5 m over bakken. Kanal/beskyttelse skal også stikke minimum 0,2 meter under bakken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6892	Tetting av gjennomføring i vegg. Branntetting av gjennomføring i vegg mellom ulike brannsoner. Gasstett/vanntett der en går gjennom vegg som ikke krever branntetting.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

			Ok	Ikke Ok	Ikke aktuelt	
Grøft			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6864	Avstand ved kryssing og/eller nærføring mellom kabler og rør i henhold til det som er prosjektert		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6470	Massene i grøften og oppbygging av ledningssone er i henhold til det som er prosjektert		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6976	Massene i grøften er komprimert i henhold til det som er prosjektert		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6954	Dersom flere kabler i samme grøft, skal det være fysisk merking av kablene, eller grøftesnitt skal dokumenteres for å hindre forveksling.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6953	Overdekning på kabler er i henhold til det som er prosjektert		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6970	Varselnett, kabeldekkbord eller rør i henhold til det som er prosjektert		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6656	Fiberduk er benyttet i henhold til prosjeteringsunderlag		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grøft: Rør			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6662	Plassering av kummer er i henhold til det som er prosjektert		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7017	Ved innføring av rør i kum, er det mininum 200mm fra bunn kum til underkant rør		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6839	Rørender er tett mot vannintrengning		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6978	Kabelrør tolket etter gjenfylling og komprimering		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6980	Trekke tau inntrukket i rør		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lavspenningsanlegg			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6471	Er måler montert, skriv inn målnummer.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



Jordingsanlegg

		Ok	Ikke Ok	Ikke aktuelt	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6972	Blank jordtråd er forlagt i grøft, i henhold til det som er prosjektert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6495	Er utsatte ledende deler utjevnet. (Minimum 50 Cu)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6848	Utjevning av "andre ledende deler"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Dokumentasjon

		Ok	Ikke Ok	Ikke aktuelt	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6782	Dokumentasjon er oppdatert i henhold til det som er utført, og tilfredsstillers eiers krav	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6971	Anlegget dokumentert i eiers nettinformasjonssystem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7026	Foreligger det oppdaterte, godkjente releplaner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6559	Foreligger det signert Samsvarserklæring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Hele anlegget

		Ok	Ikke Ok	Ikke aktuelt	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Kryss her gjelder alle underpunkter)
6516	Helhetsvurdering av anlegget med hensyn på fagmessig utførelse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6517	Anleggsområdet skal være ryddet, og i minst like god stand som før arbeidet startet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6518	Utførelse og kvalitet på montert materiell er i henhold til det som er prosjektert og utstyret er egnet for omgivelsene/klimaet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6853	Faserekkefølge (dreieretning) kontrolleres, ved lavspenning TN-anlegg: kontroller spesielt at ikke N- og faseledere er forvekslet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6780	Demontert materiell er levert til godkjent mottak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6774	Berørte eksisterende anlegg skal som minimum ha samme sikkerhetsnivå, kvalitet og levetid som før inngripen. Dette inkluderer alle tilkoblinger, frakoplinger og delvis demontering av anlegg (i henhold til FEF §2-15)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6401	Risikovurdering er utført slik at anlegget kan spenningssettes uten fare for liv, helse og materielle verdier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Utført av:

Dato:

Signatur:

Merknad:

9.12 Oversikt av eksisterende 12 kV koblingsanlegg

Oversikt av eksisterende 12 kV koblingsanlegg

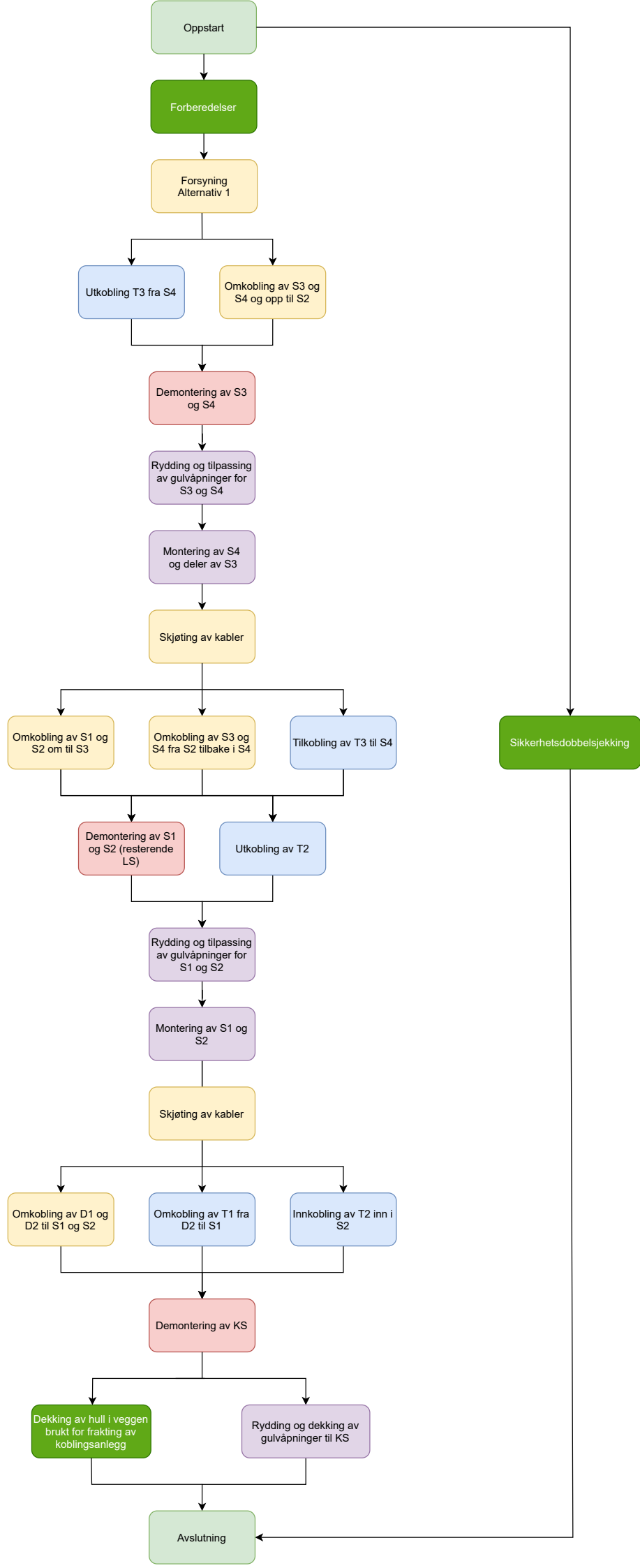
Jupiter transformatorstasjon (Informasjon om eksisterende 12kV koblingsanlegg)

Nominelt spenningsnivå:	12 KV
Driftsspennning:	11,8 KV
Type systemjord:	Globalt

Felt/avgang	Kategori	Kritisk forsyning under ombygging	Maks. strømførings-evne for avgangen (inkl. skillebryter og effektbryter) [A]	Estimert belastning (høylast) [A]	Estimert belastning (lavlast) [A]	Kabeltype	Alder på kabel
1	Kondensatorbatteri 1	Nei, helt utkoblet	600	0	0		Na
2		Ja	600	120	40	TSLE 3X1X240 AL	1993
3		Ja	400	80	30	DKBA 1X3X240 AL	1993
4		Nei, helt utkoblet	600	200	60	TSLE 3X1X240 AL	1993
5		Nei, helt utkoblet	400	68	20	DKBA 1X3X240 AL	1993
6		Nei, helt utkoblet	400	0			
7		Nei, helt utkoblet	400	190	50	TSLE 3X1X240 AL	1993
8		Nei, helt utkoblet	400	70	20	NKBA 1X3X120 CU	
9							
10		Nei, helt utkoblet	400	0	0	DKBA 1X3X120 CU	
11		Nei, helt utkoblet	400	70	20	TXSP 1X3X240 AL	1987
12		Ja	400	270	100	DKBA 1X3X240 AL	1985
13		Nei, helt utkoblet	400	100	30	DKBA 1X3X240 AL	1985
14	Trafo T2						
15		Nei, helt utkoblet	400	50	25	TSLE 3X1X240 AL	1993
16		Nei, helt utkoblet	400	156	70	NKBA 1X3X120 CU	
17		Nei, helt utkoblet	400	25	10	TSLE 3X1X240 AL	2004
18		Ja	400	156	75	NKBA 1X3X95 CU	1960
19	Trafo T3						
20		Ja	400	130	50	DKBA 1X3X185 AL	1970
21		Ja	400	120	40	DKBA 1X3X120 CU	
22							
23		Nei, helt utkoblet	400	40	16	DKBA 1X3X120 CU	
24		Ja	400	120	40	TSLF 3X1X240 AL	2009
25	Trafo T1						
26		Ja	400	154	49	DKBA 1X3X240 AL	1989
27		Nei	400	154	49	DKBA 1X3X240 AL	1985
28		Ja	400	140	40	DKBA 1X3X240 AL	1984
29		Nei	400	130	40	DKBA 1X3X240 AL	1900
30		Ja	400	136	40	DKBA 1X3X240 AL	1900
31		Nei	400	45	15	DKBA 1X3X240 AL	1989
32		Nei	400	190	80	DKBA 1X3X185 AL	1976
33		Nei, helt utkoblet	1000	220	0	DKBA 1X3X240 AL	1989
34		Nei, helt utkoblet	1000	220	0	DKBA 1X3X240 AL	1989
35	T5 st.trafo	Nei		2			
36	T4 st.trafo	Nei		0			
37	Kondensatorbatteri 2	Nei, helt utkoblet					

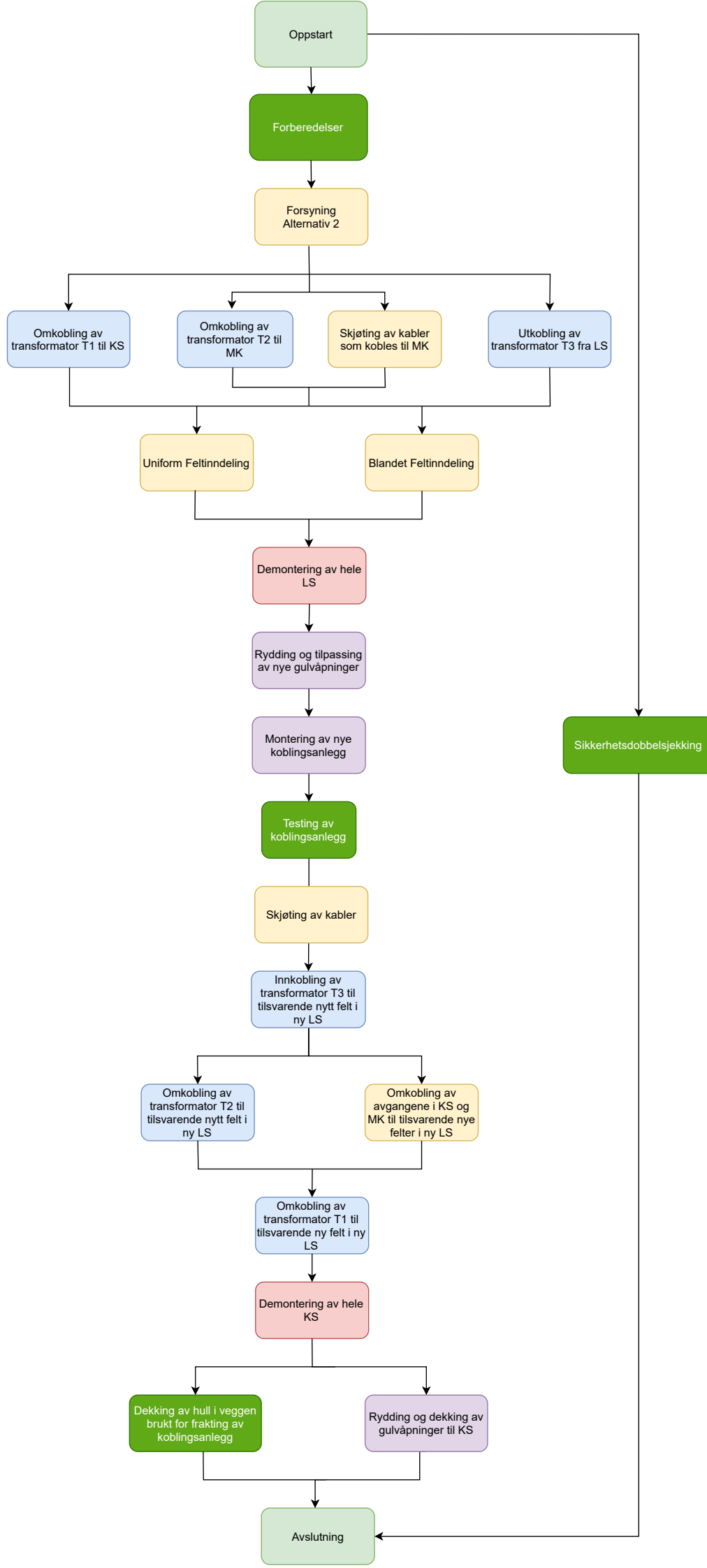
9.13 Alternativ 1 - Soneinndeling

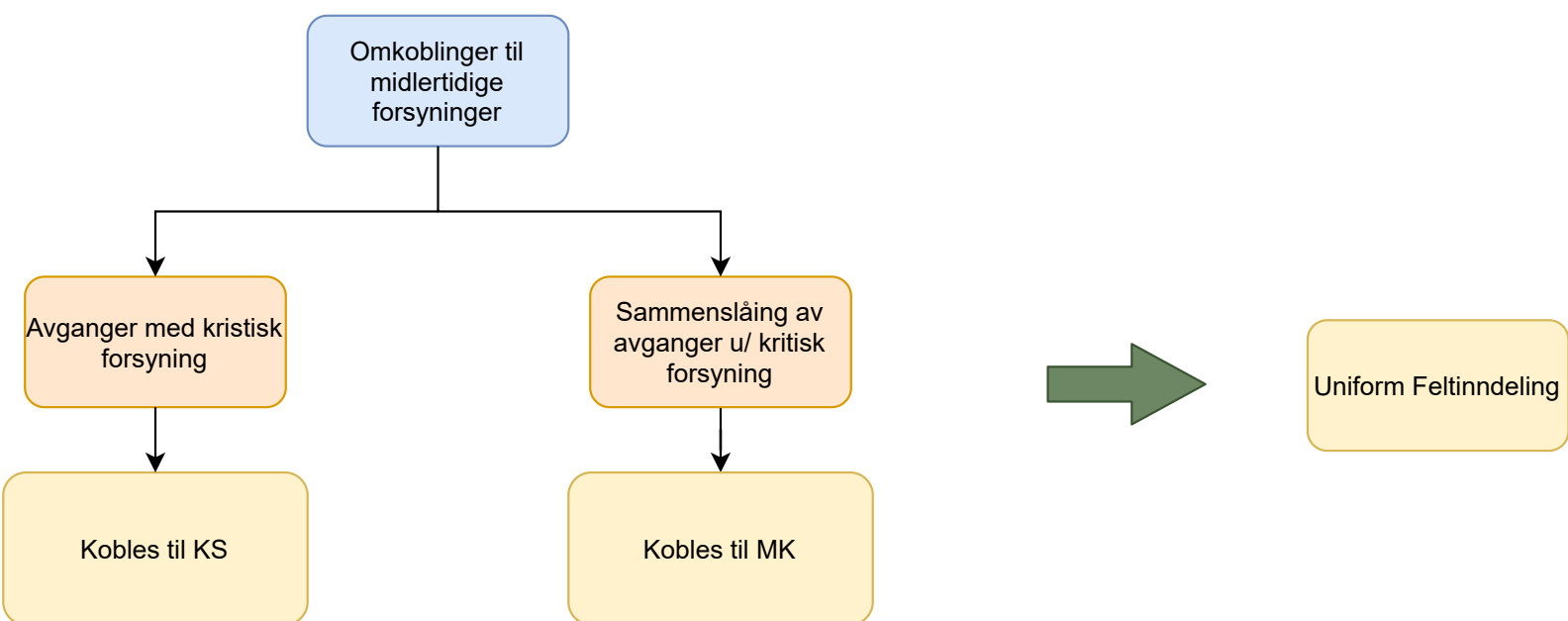
Alternativ 1 for ombyggingsperiode: Soneinndeling

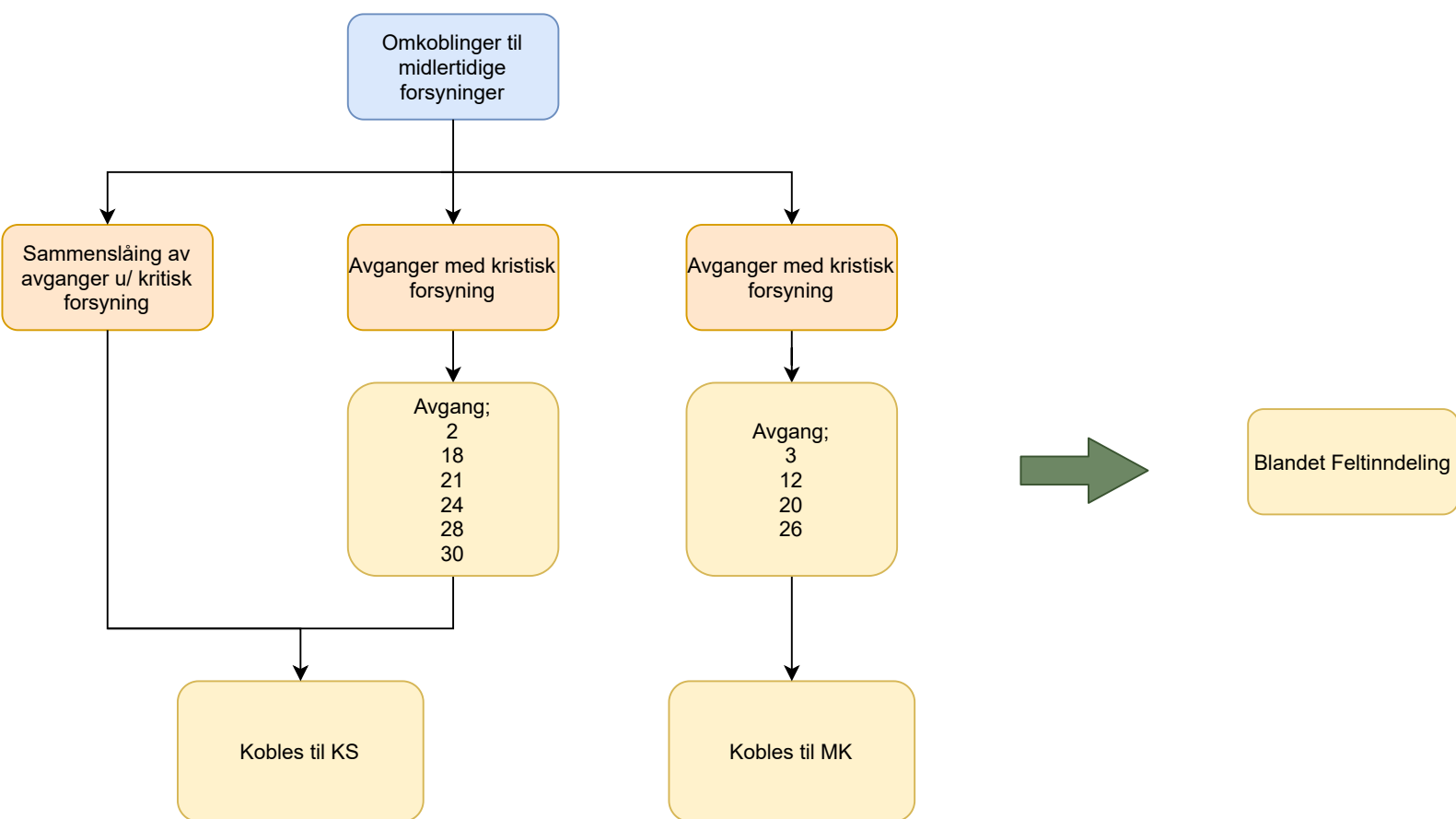


9.14 Alternativ 2 - Feltinndeling

Alternativ 2 for ombyggingsperiode: Feltinndeling







9.15 Avfallsplan

Sluttrapport med avfallsplan for rehabilitering og riving

Vedlegg nr.

K-

Versjonsnr.

DIREKTORATET
FOR BYGGKVALITET

Sluttrapport med avfallsplan for rehabilitering og riving

Gjelder søknadspiktig tiltak som berører del av bygning som overskrider 100 m² berørt bruksareal (BRA), eller konstruksjoner og anlegg der avfallsmengden overstiger 10 tonn (jf. TEK17 § 9-6). Denne blanketten skal også benyttes for tiltak hvor det både er nybygg og rehabilitering/riving. For nybygg; se byggblankett 5178 Sluttrapport med avfallsplan for nybygg.

Avfallsplan skal foreligge i tiltaket. Sluttrapport skal vedlegges søknad om ferdigattest. Eventuell justert sluttrapport, inkludert mindre gjenstående mengder, skal oppbevares av ansvarlig søker og skal ikke sendes inn til kommunen (se veiledning til SAK § 8-1 fjerde ledd).

Rapporten gjelder							
Eiendom/ byggested	Gnr.	Bnr.	Festenr.	Seksjonsnr.	Bygningsnr.	Bolignr.	Kommune
	Adresse				Postnr.	Poststed	

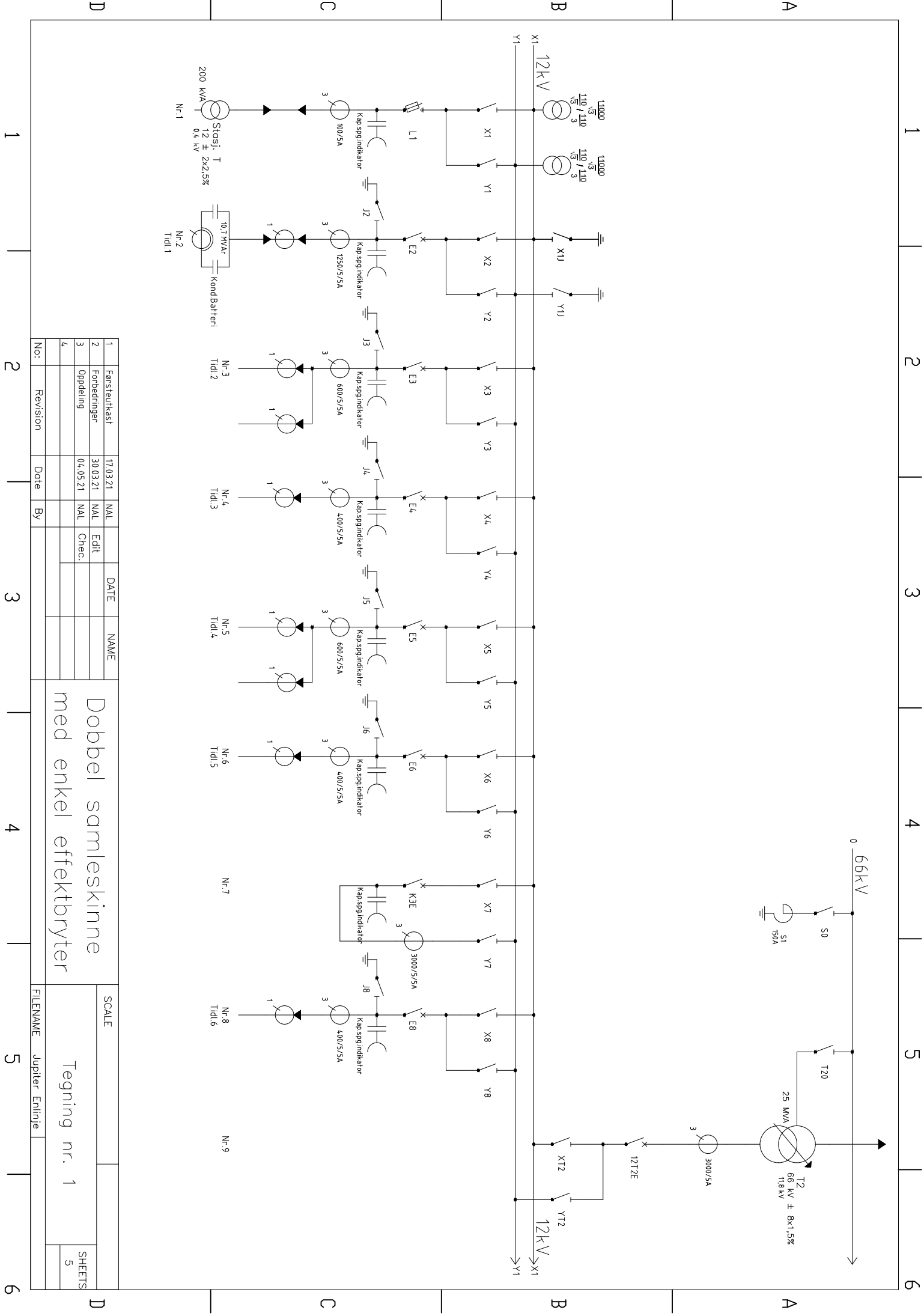
Detaljert sluttrapport med avfallsplan						
Blanketten omfatter ikke disponering av gravemasser fra byggevirksomhet. (jf. TEK17 § 9-5) Forurenset masse må håndteres i henhold til forurensningsforskriftens kapittel 2 (jf. TEK17 § 9-3).						
	PLAN	SLUTTRAPPORT				
	Beregnet mengde (tonn)	Disponeringsmåte (Angi mengde og leveringssted)				Faktisk mengde (tonn) (2) + (4)
	Fraksjoner som skal kildesorteres	Mengde levert til godkjent avfallsanlegg	Leveringssted	Mengde levert direkte til ombruk/gjenvinning	Leveringssted	Fraksjoner som er kildesortert
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ordinært avfall (listen er ikke uttømmende)						
Trevirke (ikke kreosot- og CCA-impregnert)						
Papir, papp og kartong						
Glass						
Jern og andre metaller						
Gipsbaserte materialer						
Plast						
Betong, tegl, lett klinker og lignende						
Forurenset betong og tegl (under grensen for farlig avfall)						
EE-avfall (elektriske og elektroniske produkter)						
Annet (fyll inn under)						
Sum sortert ordinært avfall						
Farlig avfall (listen er ikke uttømmende)						
7041-42 Organiske løsemidler						
7051-55 Maling, lim, lakk, fugemasser, spraybokser m.m. (også "tomme" fugemasse-patroner)						
7081 Kvikksølv-holdig avfall						
7086 Lysstoffrør						
7098 Trykkimpregnert trevirke (CCA)						
7121-23 Polymeriserende stoff, isocyanater og hardere						
7152 Organisk avfall uten halogen (f.eks. avfall med kulltjære)						
7154 Kreosot-impregnert trevirke						

9.16 Risikovurdering

Risikovurdering for arbeid i Jupiter

9.17 Enlinjeskjema

Dobbel samleskinneløsnin med én effektbryter



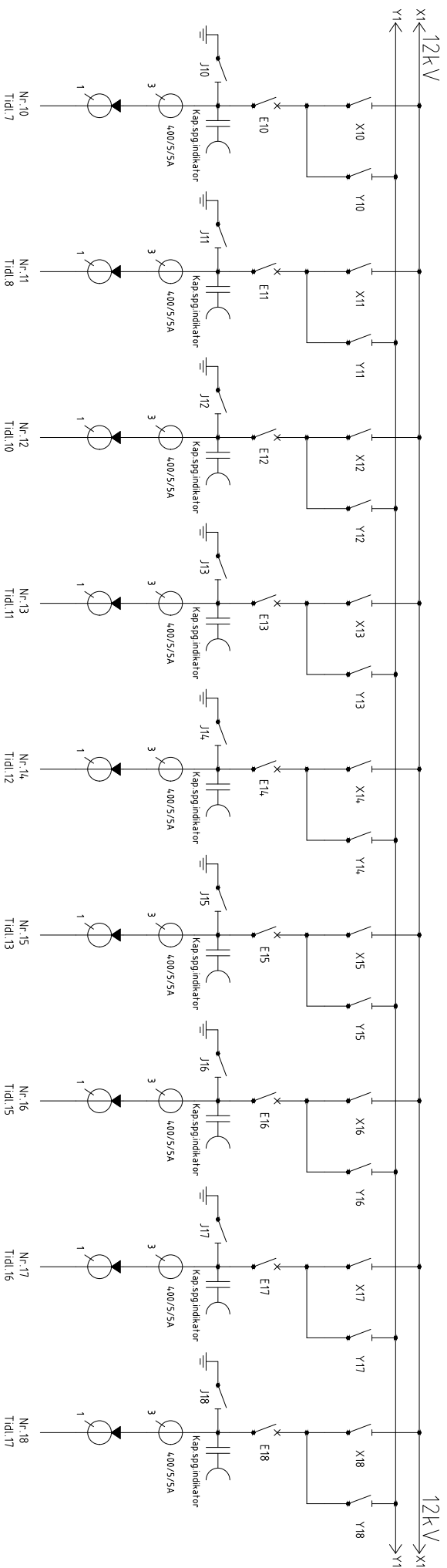
No:	Revision	Date	By
1	Førsteurkast	17.03.21	NAL
2	Forbedringer	30.03.21	NAL
3	Opdeling	04.05.21	NAL
4			

DATE	NAME

SCALE	Tegning nr. 1
FILENAME	Jupiter Enlinje
SHEETS	5

Dobbel samleskinne med enkel effektbryter

← 66kV 66kV →



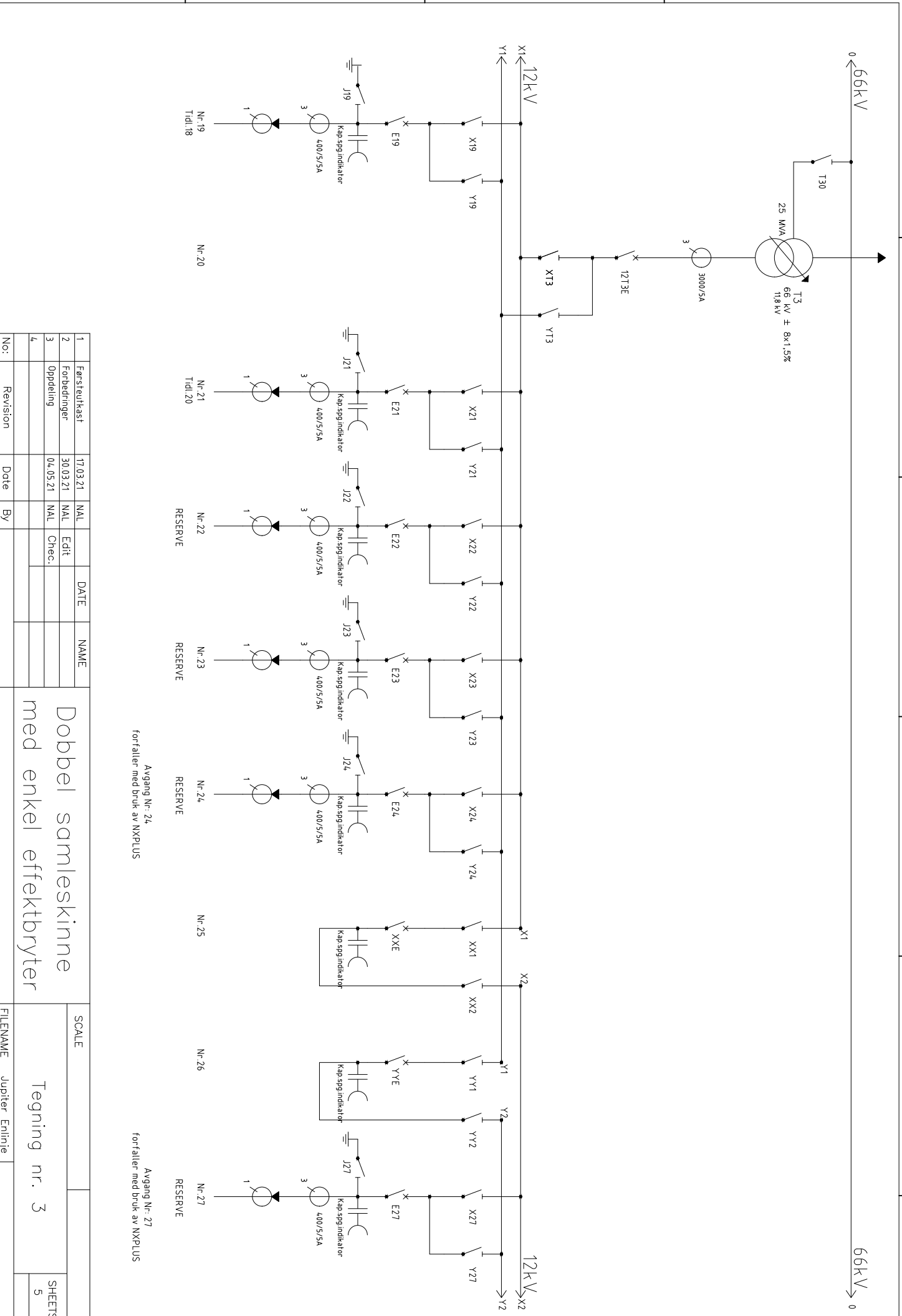
No:	Revision	Date	By
1			
2			
3			
4			

Dobbel samleskinne
med enkel effektbryter

SCALE	FILENAME	Jupiter	Enlinje

Tegning nr. 2	SHEETS
	5

1 2 3 4 5 6



Avgang Nr.: 24
forfaller med bruk av NXPLUS

Avgang Nr.: 27
forfaller med bruk av NXPLUS

No.:	Revision	Date	By
1			
2			
3			
4			

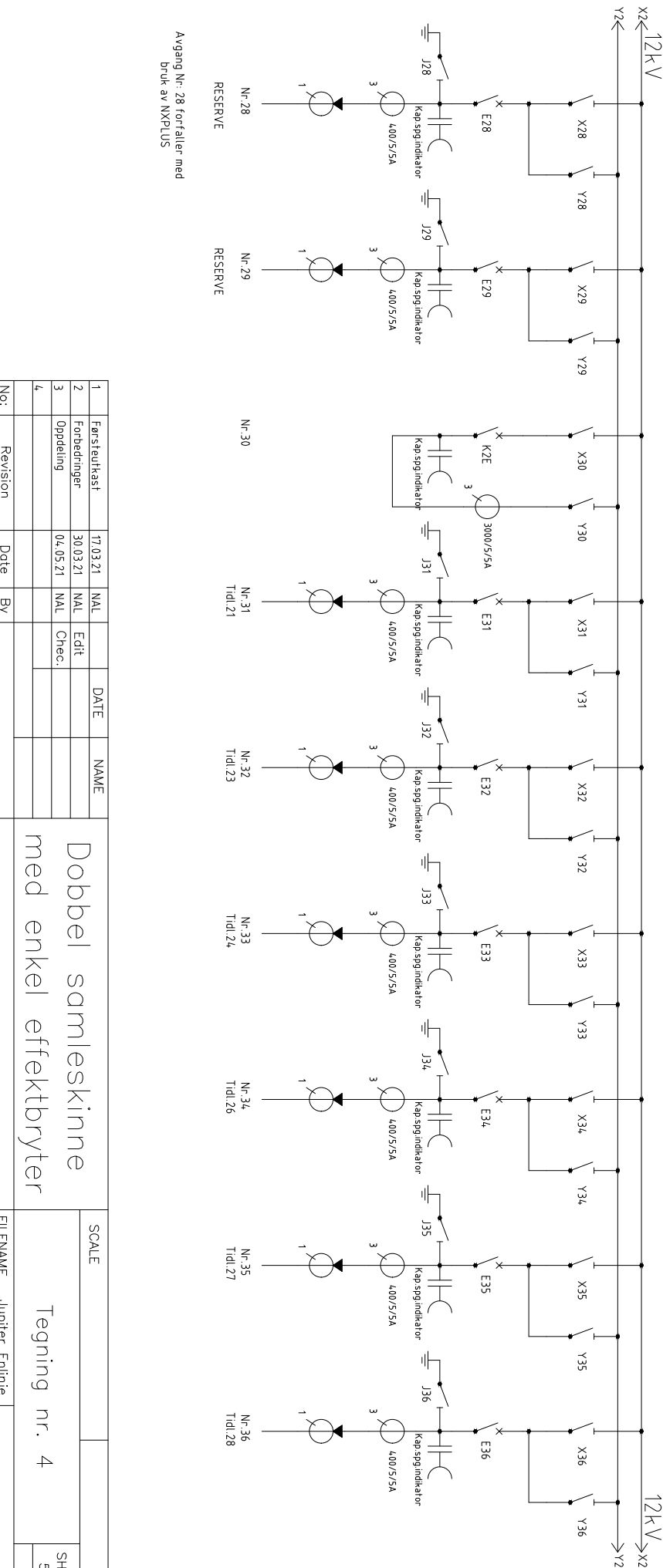
1	Førsteutkast	17.03.21	NAL	DATE	NAME
2	Forbedringer	30.03.21	NAL	Edt	
3	Oppdeling	04.05.21	NAL	Chc.	
4					

SCALE	FILENAME	Jupiter	EnlInnt

Tegning nr. 3	SHEETS
	5

Dobbelt samleskinne med enkel effektbryter

0 ← 66kV 66kV → 0

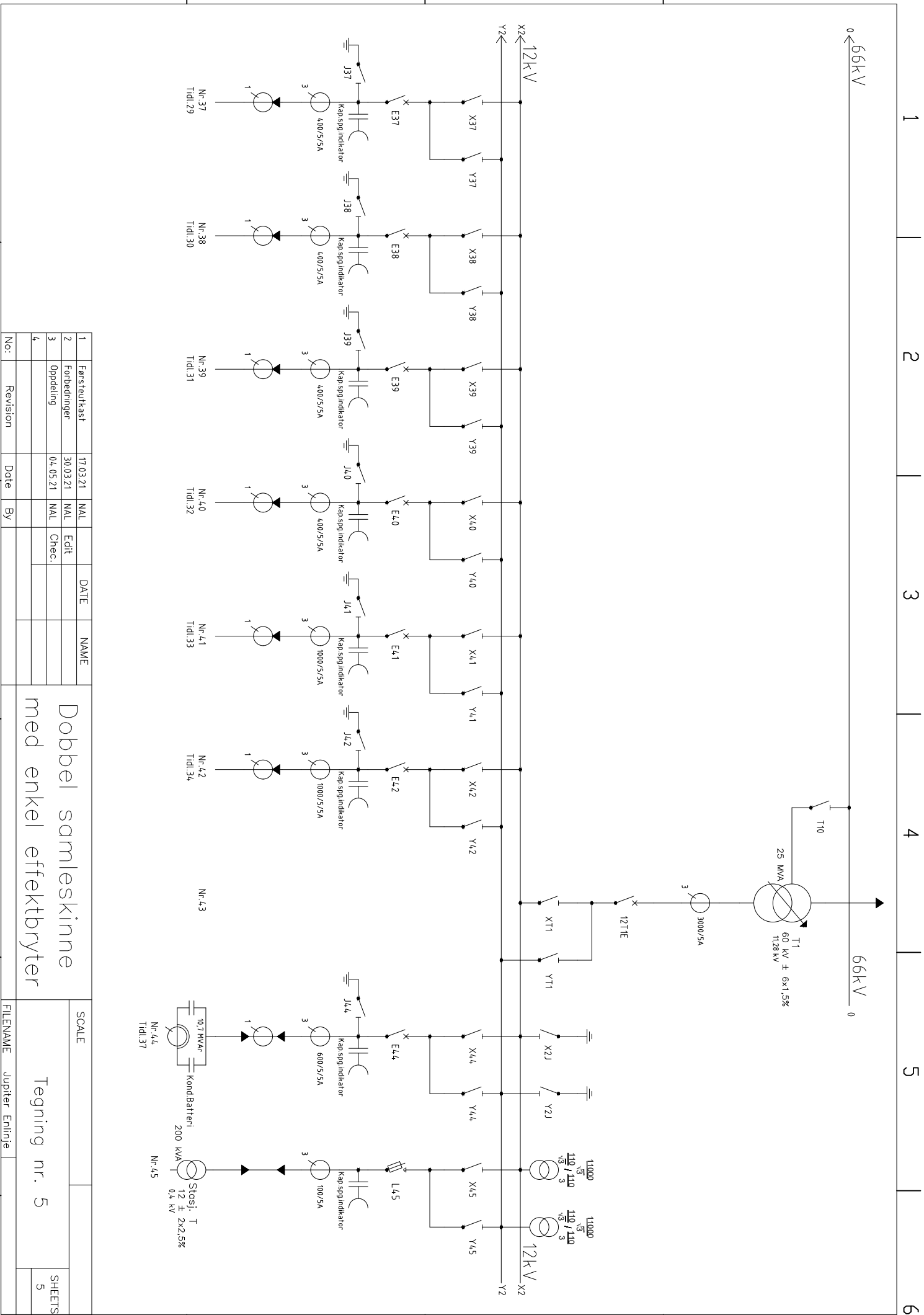


Avgang Nr. 28 forfaller med bruk av NXPLUS

No.	Revision	Date	By
1	Førsteutkast	17.03.21	NAL
2	Forbedringer	30.03.21	NAL
3	Oppdeling	04.05.21	NAL
4			

Dobbel samleskinne med enkel effektbryter

SCALE	FILENAME
Tegning nr. 4	Jupiter Entlne



No:	Revision	Date	By
1			
2			
3			
4			

1	Førstehjælp	17.03.21	NAL	DATE	NAME
2	Forbedringer	30.03.21	NAL	Edit	
3	Oppdeling	04.05.21	NAL	Chec.	
4					

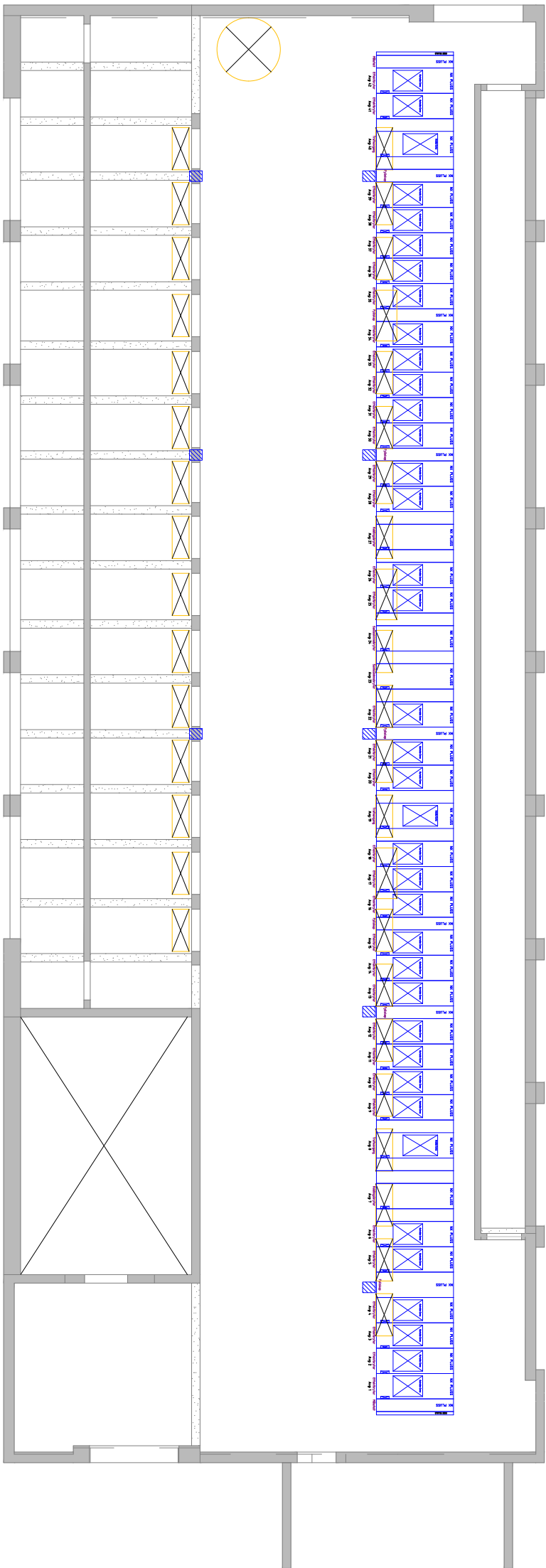
SCALE	FILENAME	Juplter	Enlme

Tegning nr. 5

SHEETS 5

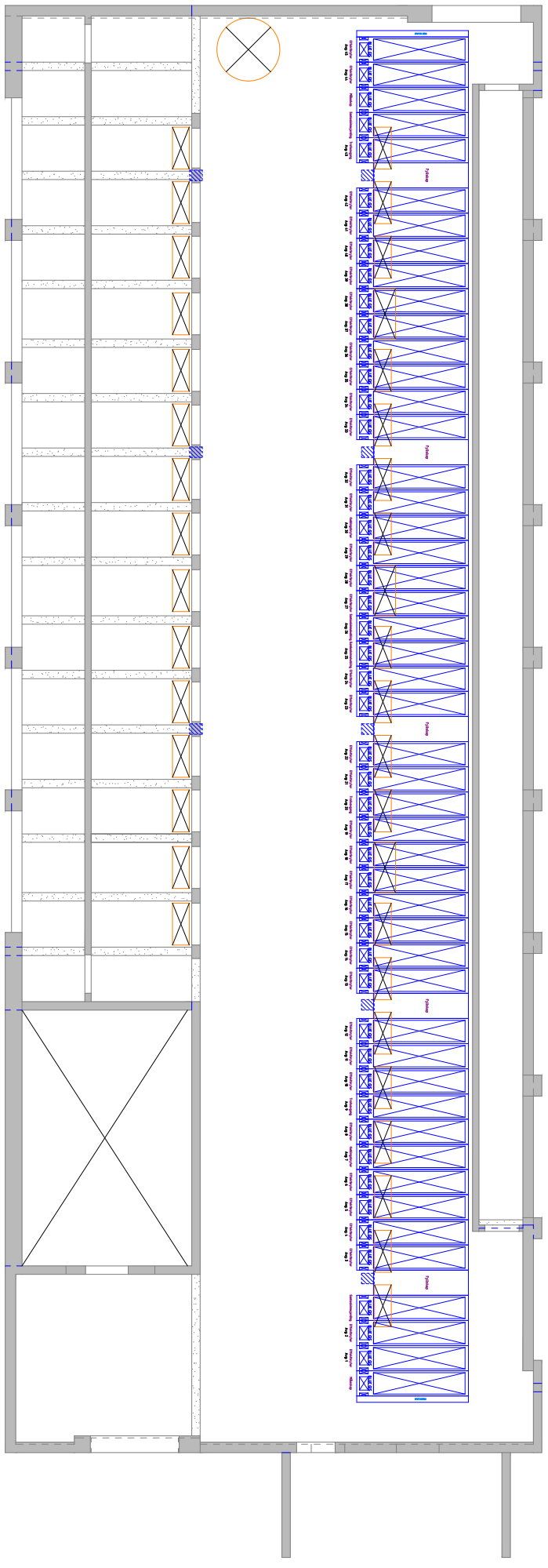
9.18 2D-modell: NXPLUS

2D-modell for NXPLUS



9.19 2D-modell: 8DAB12 (Blue GIS)

2D- modell for 8DAB12 (Blue GIS)



9.20 Oppbygning av kabler produsert i Norge

Kabeloppbygning

1. bokstav: Isolasjon		2. bokstav: Kappe o.l.		3. bokstav: Armering, skjerm		4. bokstav: Ytterkappe	
A		A	Aluminium	A	Armering (generelt)	A	Jute + asfalt
B	Brannsikker teip + isolasjon	B	Rillet aluminium (evt. med korrosjonsvern	B	Stålbånd (to bånd)	B	Forbedret motstands- evne mot hydrokar- boner
C	Neopren-CR (PCP)	C	CR (PCP)	C	Ståltrådfletting	C	CR (PCP)
D	Impregnert papir Dryppfri kabel	D	Aluminium + plast	D	Oljekabelforsterkning (på langs + på tvers)	D	Dobbelt jutelag + asfalt
E	Polyetylen (PE) Polypropylen (PP)	E	PE eller PP	E	Oljekabelforsterkning (tvverforsterkning)	E	PE eller PP
F	PE eller PP + fyllmasse	F	Fyllkappe og/eller bånd- ring	F	Ståltråd, flat	F	Halvledende PE
G	Naturgummi	G	Naturgummi	G		G	Naturgummi
H	Hypalon - CSM (CSP) Klorert PE - CPE	H	CSM (CSP) - CPE	H	Stålbånd + ståltråd	H	CSM (CSP) - CPE
I	Andre kunststoffer (TPE)	I	TPE	I	Stålbånd (fire bånd)	I	TPE
K	Papir (ev. med kordell)	K	Bly	K	Ståltråd, plast- eller gummibelagt	K	
L	Luft + plast (koaksial)	L	Aluminiumslaminat + plast- kappe *	L	Aluminiumslaminat	L	
M	Ekspandert PE eller PP + fyllmasse	M	Aluminium + plast + stål- bånd *	M	Stålbånd med spesielle magnetiske egenskaper	M	
N	Impregnert papir Massekabel	N	Polyuretan Polyester	N	Stållaminat	N	Polyuretan Polyester
O	Impregnert papir Oljekabel	O	Bly + plast	O	Koppertrådfletting	O	
P	Polyvinylklorid (PVC)	P	PVC	P	Bronsetrådfletting	P	PVC
Q	PVC + tilleggssjikt	Q	PVC	Q	Ståltråd + stålbåndspiral	Q	Halvledende PVC
R	EP-gummi	R	EP-gummi	R	Ståltråd, rund	R	EP-gummi
S	Silikongummi	S	Fyllkappe og/eller bänder- ing + konsentrisk leder *	S	Konsentrisk leder (skjerm)	S	Silikongummi
T	Tverrbundet polyetylen (PEX)	T	PE + aluminiumstråd + stålbånd *	T	Aluminiumstråd + stålbånd	T	PEX
U	Etylenvinylacetat (EVA) Vamac (EMA)	U	EVA - EMA	U		U	EVA - EMA
V	PVC + skjerm	V	Skjerm (ev. med PVC)	V	Dobbel trådarmoring	V	
W	PE eller PP + tilleggssjikt	W		W	Bæreline	W	
X		X	Ingen kappe e.l.	X	Ingen armering e.l.	X	
Y	PE eller PP + skjerm	Y	Skjerm (ev. med PE eller PP)	Y			
Z	Fluorplast (PFTE, FEP)	Z	Fluorplast	Z		Z	Fluorplast

9.21 FEF 2006

FEF 2006

§ 2-1 Prosjektering, utførelse, drift og vedlikehold

Elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, driftes og vedlikeholdes slik at de sikkert ivaretar den funksjon de er tiltenkt uten å fremby fare for liv, helse og materielle verdier.

Anlegg og utstyr skal være robust og egnet for alle påregnelige påkjenninger. Anlegg skal være fagmessig utført.

Påkjenninger på anlegg og utstyr

Anlegg og utstyr skal plasseres slik at uønskede påkjenninger unngås, eller være konstruert slik at de tåler påregnelige påkjenninger.

§ 2-2 Vurdering av risiko

Det skal gjennomføres en risikovurdering for å kartlegge risiko i og i tilknytning til det elektriske anlegget. Ved utførelsen skal risikovurderingen legges til grunn for valg av løsninger. Dette skal dokumenteres.

§ 2-5 Beskyttelse mot termisk og mekanisk skade

Anlegg skal være slik at det tåler normalt forekommende spenninger, inkludert overspenninger som normalt kan forventes.

§ 2-6 Beskyttelse mot farlig overspenning, underspenning og jordfeil

Anlegg skal være slik at det tåler normalt forekommende spenninger, inkludert overspenninger som normalt kan forventes.

§ 2-10 Beskyttelse mot brann

Anlegg og utstyr skal være plassert, konstruert og beskyttet slik at brann forhindres. I utstyr hvor gnister, lysbuer, eksplosjoner eller høye temperaturer kan oppstå, skal utstyret være konstruert og plassert slik at omgivelsene er beskyttet mot brann.

§ 2-13 Arbeid med drift og vedlikehold av anlegg

Anlegg skal være slik at personell trygt og rasjonelt kan utføre oppgaver tilknyttet drift og vedlikehold, ved alle forhold og på alle steder i anlegget.

§ 2-15 Endring

Ved enhver endring av anlegg skal det påses at tiltakene ikke forringer sikkerheten i anlegget eller i andre anlegg. Denne forskriften skal benyttes på eksisterende anlegg når bruken av anlegget eller forutsetningen for anlegget forandres på en slik måte at det har en ikke uvesentlig betydning for sikkerheten.

§ 2-17 Omgivelsene

Anlegg skal ikke være unødig skjemmende, sjenerende eller skadelig på omgivelsene.

§ 4-2 Isolasjon

Anleggets isolasjonsnivå skal være tilpasset driftsspenningen og anleggets utførelse slik at pålitelig drift sikres. Isolasjonsavstander skal være tilpasset isolasjonsnivå. Anlegget skal overvåkes slik at isolasjonsfeil blir detektert og frakoblet.

Tabell 4-1 Minste avstand i luft(N) for spenningsområde fra 1 kV til 245 kV For høyeste spenningsnivå for utstyr på 12 kV.

Nominell spenning (Un) kV	Høyeste systemspenning for utstyr (Um) kV	Korttids 50Hz holdespenning kV	Lynimpuls holdespenning 1,2/50 ms ^{a)} topp verdi kV	Minste avstand fase-jord og fase-fase N ^{c)}	
				Innendørs mm	Utendørs mm
3	3,6	10	20 40	60 60	120 120
6	7,2	20	40 60	60 90	120 120
10	<u>12</u>	28	60 <u>75</u> 95	90 120 160	150 150 160

§ 4-4 Utstyr og kabler

Utstyr og kabler skal ha elektriske, mekaniske og miljømessige egenskaper som er tilpasset

Brytere og jordsluttere

Brytere og jordsluttere skal ha utstyr som gir synlig eller annen sikker indikering av stilling på bryterkontaktene. Stillingsindikatoren skal være godt synlig for operatøren. Brytere og jordsluttere skal være installert slik at de ikke uforvarende kan bli operert. Det skal finnes muligheter for blokkering og/eller låsing av bryternes og jordslutternes posisjon.

§ 4-5 Installasjoner

Installasjoner skal være slik at de ser sikre for personell, allmennhet og omgivelser. Installasjoner skal være slik at pålitelig drift sikres. Nødvendig dokumentasjon skal foreligge slik at betjening og vedlikehold kan foregå på en betryggende måte. Installasjoner skal plasseres eller inngjerdes slik at adgang og inngrep fra uvedkommende unngås.

§ 4-11 Jordingsystem

Jordingssystemet skal være tilpasset det elektriske anlegget og være dimensjonert og utført slik at det ved feilsituasjoner i det elektriske anlegget ikke oppstår fare for liv, helse og materielle verdier, i eller utenfor selve anleggene.

Jording av utstyr og anlegg

Alle utsatte ledende deler som er en del av det elektriske anlegget, skal jordes. I særlige tilfeller kan det benyttes isolerte soner.

9.22 FSE 2006

FSE 2006

§ 5 Definisjoner

Risikoavstand

Minste avstand fra anleggsdeler og omgivelser som befinner seg på et annet spenningsnivå enn personellet, samt andre faser på samme spenningsnivå ved arbeid på én fase. Risikoavstand er fastsatt for å gi forsvarlig sikkerhet ved arbeid på eller nær ved elektriske anlegg. Angir ytre grense for risikoområdet. Risikoavstanden for de forskjellige spenningene er fastsatt i tabellen nedenfor.

<i>Nominell systemspenning (kV)</i>	<i>Risikoavstand (mm)</i>	<i>Nominell systemspenning (kV)</i>	<i>Risikoavstand (mm)</i>
<1	Ingen berøring	70	750
3	400	110	1000
6	400	132	1100
10	400	150	1200
15 *	400	220	1600
20	400	275	1900
30	400	380	2500
36	400	480	3200
45	500	700	5300
60	650		

* Omfatter 15 kV – 16 2/3 Hz for jernbane.

Sikkerhetsavstand

Avstanden som angir personellets nærmeste tillatte arbeidsposisjon fra anleggsdeler og omgivelser som befinner seg på et annet spenningsnivå enn personellet, samt andre faser på samme spenningsnivå ved arbeid på én fase. Angir ytre grense for sikkerhetsområdet. Sikkerhetsavstand skal fastsettes for hvert enkelt arbeid og markeres.

RENBLAD 1814 3.3. Anbefaling av sikkerhetsavstand

REN anbefaler en sikkerhetsavstand på driftsspenning mellom 3-36 kV på 1,00 meter.

§ 9 Adgang

For å hindre at uvedkommende får adgang til rom og inngjerdet område hvor elektriske anlegg ikke er beskyttet mot berøring, skal disse områdene holdes forsvarlig låst.

Det skal foreligge rutiner som regulerer hvem som gis adgang til elektriske anlegg som ikke er beskyttet mot berøring. For høyspenningsanlegg skal det dokumenteres hvem som er gitt adgang. For å sikre at det ikke skjer utilsiktet ut- eller innkobling av høyspenningsanlegg skal brytere/betjeningsutstyr låses på egen måte.

Høyspenningsanlegg

Som dokumentasjon anbefales det at det benyttes sjekklister og at det utstedes sikkerhetskort til de som gis adgangstillatelse til høyspenningsanlegg.

Personer uten adgangstillatelse kan gis adgang av en som har fullmakt til å gi adgang. Vedkommende må ledsages av en person som adgangstillatelse og tillatelse til å ledsage.

§10 Planlegging av arbeid

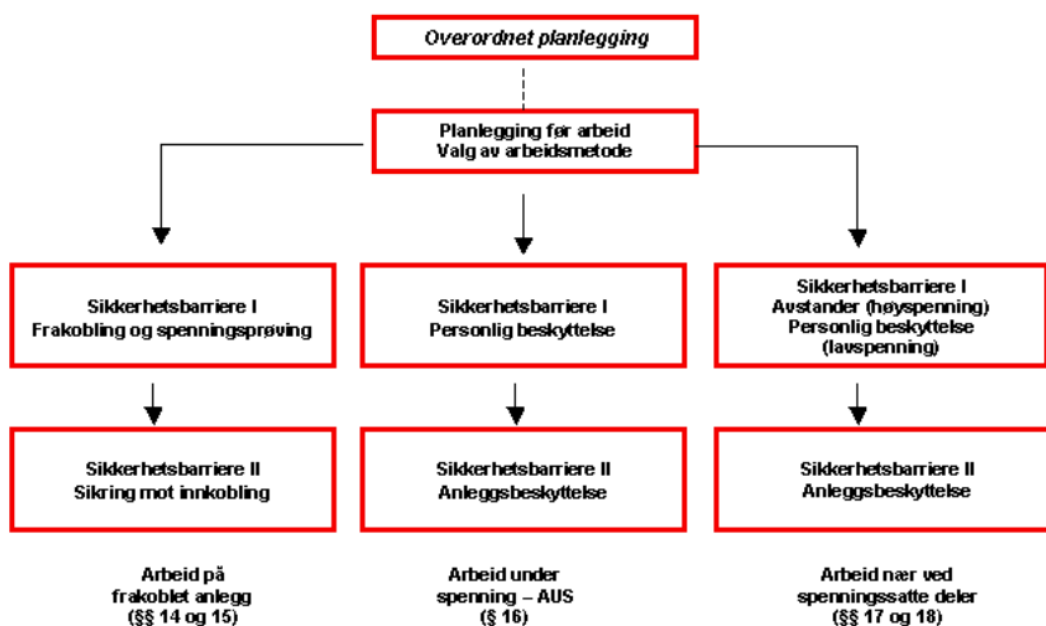
Før et arbeid igangsettes skal det innhentes nødvendige opplysninger om anlegget og på bakgrunn av disse gjennomføres en risikovurdering for det aktuelle arbeidet. Bakgrunn av risikovurdering skal minst følgende gjennomføres:

- Valg av arbeidsmetode,
- Forsikring om at nødvendig utstyr er tilgjengelig,
- Vurdering av i hvilket omfang verneutstyr skal benyttes, og
- Valg, vurdering og instruksjon av personell.

Funksjonskontroll av elektriske anlegg skal være planlagt etter de samme prinsipper som gjelder for planlegging av arbeid.

Et gjennomgående prinsipp i forskriften er at det ved alt arbeid på elektriske anlegg skal etableres minst to sikkerhetsbarrierer. Ved svikt i en barriere skal det fremdeles være en barriere som skal ivareta arbeidstakerens sikkerhet fullt ut.

Nedenfor er forskriftens sikkerhetsfilosofi skjematisk gjengitt, bl.a. med beskrivelse av de tre arbeidsmetodene.



§ 11 Koblings av elektriske anlegg

Kobling av elektriske anlegg skal utføres på en slik måte at dette ikke medfører fare for skade på liv,

I høyspenningsanlegg skal det til enhver tid være klarlagt hvem som har koblingsmyndighet og hvem som utpekt til å lede koblinger og avvikling av sikkerhetstiltak på koblingsstedene (leder for kobling).

Arbeid nær ved spenningsatte deler - etablering av sikkerhetstiltak

Ved arbeid nær ved spenningsatte elektriske anlegg skal følgende sikkerhetstiltak etableres:

- Markering av sikkerhetsavstand, og

- Etablering av avskjerminger og/eller avsperringer.

For å sikre at kortslutning og jordslutning ikke forårsakes av verktøy eller materiell og at ingen kommer i berøring med spenningsatte deler, skal det i nødvendig utstrekning benyttes egnede beskyttelsesinnretninger.

Det skal påses at beskyttelsesinnretningene er egnet for det aktuelle arbeidet, for den aktuelle spenningen og er i forsvarlig stand.

Bestemmelsen innebærer også at nabofelt med spenningsatte anleggsdeler må avsperras selv om dør e.l. er lukket eller bom er satt på plass.

§ 21 Anlegg som settes i drift

For å sikre at det ikke oppstår skade på liv, helse og materielle verdier når det settes på spenning på et nytt elektrisk anlegg eller bestående anlegg som har vært frakoblet spenning, skal det på egnet måte bekjentgjøres for de som er berørt at anlegget settes i drift.

Bestemmelsen om at idriftsetting av anlegget skal kunngjøres på egnet måte innebærer at dette gjøres kjent i områder som berøres. Kunngjøringen kan gjøres i form av muntlig orientering, oppslag, annonsering e.l.

9.23 NEK 440

NEK 440

Fordelinger (7.1.1)

Kursoppdeling skal være slik at driftskravene kan tilfredsstilles og slik at sikkerhetskravene i henhold til avsnitt 8.3 (Tiltak for beskyttelse mot elektrisk sjokk ved feil) kan bli ivarettatt.

Ved valg av nettkonfigurasjon skal det tas hensyn til at driften skal kunne opprettholdes ved feil og vedlikehold. Kurser skal være slik at koblinger skal kunne utføres sikkert og hurtig.

Oppdeling av kurser kan imidlertid være slik at seksjoner som normalt drives separat, kortvarig kan kobles sammen i forbindelse med koblingsprosedyrer, selv om kortslutningsstrømmen som følges av en slik sammenkobling, kan bli høyere enn anleggets nominelle kortslutningsstrøm. I slike tilfeller skal det iverksettes egnede beskyttelsestiltak for å hindre fare for personellet. Det kan være nødvendig å fastsette egne driftsinstrukser for disse formål.

Transportveier (7.1.3)

Transportveier, deres lastkapasitet samt høyde og bredde skal være tilstrekkelig for de transportenheter som må forventes. Dette skal avtales mellom leverandør og kunde.

Ganger og adkomstveier (7.1.4)

Bredden av ganger eller tilgjengelig områder skal være tilstrekkelig mht. arbeid, driftsmessig adkomst, adgang og evakuering i nødsituasjon og i forbindelse med transport av utstyr.

Merking (7.1.7)

Identifikasjon og merking er nødvendig, for å unngå betjeningsfeil og ulykker.

Alle viktige deler av installasjonen, for eksempel samleskinnesystem, koblingsanlegg, felt, ledere osv. Skal være entydig, lesbart og varig merket.

Generelt (7.4.1)

Dette avsnittet spesifiserer tilleggskrav for tilkobling, montasje og drift av elektrisk utstyr på installasjonsstedet. Med hensyn til anleggstype og lokale forhold skal installasjonen være dimensjonert og konstruert slik at personfare og skade på eiendom forhindres.

Fabrikkferdig, typeprøvet høyspennings koblingsanlegg skal bygges og prøves i henhold til relevante normer som NEK IEC 62271-1, NEK EN 62271-200, NEK IEC 62271-201 og NEK IEC 62271-203.

Koblingsutstyret skal være tilpasset sitt formål, tydelig anordnet og konstruert slik at viktige deler er tilgjengelig for montasje, drift og vedlikehold. Utforming og tilgjengelighet skal være slik at det muliggjør montasje på installasjonsstedet. Det skal også tas hensyn til mulige framtidige utvidelser.

Oppbyggingen av anlegget skal være slik at det er lagt til rette for tilkobling av eksterne forbindelser. Ledere og kabler skal velges og forlegges på en slik måte at isolasjonsnivået mellom ledere og mellom ledere og jordede metalliske konstruksjoner opprettholdes.

Sikkerhetsinnretninger som har til hensikt å redusere den interne trykkstigningen i koblingsanlegget, forårsaket av en feil, skal være konstruert og utformet slik at personsikkerhet ivaretas. Farlige konsentrasjoner av spaltningsprodukter i koblingsrom skal forhindres.

Montasje på anleggsstedet (7.4.2.2)

Montasje av GIS skal utføres i rene omgivelser.

Jording (7.4.2.4)

kapsling av GIS bør være forbundet til jordingssystemet på minst følgende punkter

Innenfor feltet:

- Nær effektbryteren;
- Nær kabelendemuffe;
- overgangsmuffe SF6/luft;
- Nær måletransformatoren;

På samleskinnene:

- I begge ender og på mellomliggende punkter, avhengig av lengden på skinnene

De tre kapslingene til en en-fase-type GIS skal utføres med utjevningsforbindelser med korte tilkoblinger og jordes i det minste ved enden av kapslingen av de innkommende eller utgående mateskinner.

Jordingsledere for overspenningsavledere, for beskyttelse av gassisolerte anlegg, skal forbindes til kapslingene med så kort leder som mulig.

Metalliske kapper (f.eks. metallkapslinger, armerte mantler og skjermer) for kabler med nominelle spenninger over 1 kV bør forbindes direkte til GIS kapslingen.

SF6-lekkasje (8.2.2)

Anbefalinger for bruk og håndtering av SF6-gasser er gitt i NEK IEC/TR 62271-303.

For å dekke den lite sannsynlige hendelsen av en ekstrem lekkasje, skal det være ventilasjon i rom med apparatanlegg og andre tilgjengelige steder hvor oppsamling av gass kan medføre helserisiko.

I rom med SF6-installasjoner, som er over bakkenivå, er naturlig ventilasjon tilstrekkelig, om gassvolumet i det største kammeret ved atmosfærisk trykk ikke overskrider 10% av det tilgjengelige rommets volum. Om dette kravet ikke oppfylles, skal det installeres mekanisk ventilasjon.

Identifikasjon og merking (8.9)

Generelt (8.9.1)

Klar identifikasjon og entydig merking kreves for å unngå feilbetjening, menneskelig svikt, ulykker, mv. Under drift og vedlikehold (se avsnitt 7.1.7).

Skilt, tavler og oppslag skal være utført i holdbart og ikke-korroderende materiale med holdbar tekst.

Kabel identifiseringsmerking (8.9.6)

Posisjon hvor kabler går inn i bygninger, bør identifiseres. Merking skal ikke plasseres på bevegelige deler/utstyr eller dører som kan skiftes innbyrdes.

