

<b>1</b>	<b>HENSIKT OG OMFANG .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GENERELLE KRAV TIL ENERGIFORSYNINGEN.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>TILGJENGELIGHET.....</b>	<b>5</b>
3.1	Tilgjengelighet for en matestasjon.....	5
3.2	Levetid.....	5
<b>4</b>	<b>1-FASE BELASTNING .....</b>	<b>6</b>
4.1	Dimensjonerende kortslutningsstrøm.....	6
4.2	Overharmonisk belastningsstrøm .....	6
<b>5</b>	<b>SPENNINGSKVALITET .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>STABILITET 1-FASE SIDEN .....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>SAMKJØRING .....</b>	<b>9</b>
7.1	Effektflyt.....	9
7.2	Startprosedyrer .....	9
7.3	Faseomforming, synkronisme .....	9
7.4	Funksjonskrav ved overlast og kortslutning .....	10
<b>8</b>	<b>TILBAKEMATING .....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>UTEFFEKT SOM FUNKSJON AV KLIMATISKE FORHOLD .....</b>	<b>12</b>
<b>10</b>	<b>GENERELLE KRAV TIL BYGG .....</b>	<b>13</b>
10.1	Krav til branninndeling .....	13
10.2	Brannvarsling og brannslukking.....	13
<b>11</b>	<b>UTGÅENDE LINJEUTRUSTNING, 15 KV 1 FASE.....</b>	<b>14</b>
11.1	Funksjon.....	14
11.2	Kapasitet.....	14
11.3	Dimensjonering .....	14
11.4	Grensesnitt .....	15
<b>12</b>	<b>VERN FOR UTGÅENDE LINJEUTRUSTNING OG KONTAKTLEDNINGSANLEGG ...</b>	<b>16</b>
12.1	Generelt .....	16
12.2	Vern- og selektivitetsplan for utgående linjeutrustning og kontaktledningsanlegget.....	16
12.3	Vernoppdeling.....	16
12.4	Vern i matestasjoner.....	17
12.4.1	Vern mot overstrøm og kortslutning i kontaktledningsnettet .....	18
12.4.2	Under- og overspenningsvern .....	18
12.4.3	Vern ved bortfall av manøverspenning.....	19
12.4.4	Bryterfeilvern.....	19
12.4.5	Vernutrustning mot 100 Hz komponenter.....	20
12.4.6	Vern ved innkobling.....	20
<b>13</b>	<b>JORDING.....</b>	<b>22</b>
13.1	Generelt .....	22
13.2	Funksjon.....	22
13.2.1	Beskyttelsesjord og driftsjord.....	22
13.2.2	Utgående linjeutrustning.....	22
<b>14</b>	<b>MÅLINGER OG MÅLEUTSTYR.....</b>	<b>23</b>
14.1	Generelt .....	23
14.2	Sum stasjon.....	23
14.3	Utgående linjer .....	23
<b>15</b>	<b>FJERNSTYRING .....</b>	<b>24</b>
15.1	Generelt .....	24
15.2	Signalomfang .....	24
<b>16</b>	<b>NØDFRAKOBLING.....</b>	<b>25</b>

<b>17</b>	<b>OMGIVELSER OG MILJØ</b>	<b>26</b>
17.1	Generelt	26
17.2	Klimatiske forhold	26
17.3	Akustisk støy	26
17.4	EMC	26
17.5	Psosfometrisk støystrom	27
17.6	Impulsstøy fra energiforsyningsanlegg	27
17.7	Radiostøy	27

## **1 HENSIKT OG OMFANG**

Dette kapitlet fastlegger generelle regler og krav for prosjektering av det totale strømforsyningsanlegget inkludert matestasjoner. Kapitlet skal sikre at strømforsyningsanlegget gir tilstrekkelig kraft til togfremføring og at kraften er av ønsket kvalitet innenfor gitte rammer.

## 2 GENERELLE KRAV TIL ENERGIFORSYNINGEN

*Ved forsterkning av energiforsyningen på en gitt strekningen skal følgende ivaretas og dokumenteres:*

1. Det skal utarbeides trafikkprognose for de neste 5-10 år. Trafikkprognosen skal godkjennes av Jernbaneverket Hovedkontoret.
2. Energiforsyningen skal dimensjoneres slik at spenningen på strømvaktaker ikke underskrider 13,5 kV i en normal driftssituasjon\*.
3. Energiforsyningen dimensjoneres slik at utfall av en mateenhet\*\* i én matestasjon ikke fører til overbelastning av andre mateenheter i samme stasjon eller nabostasjoner. I Oslo-området\*\*\* skal energiforsyningen dimensjoneres slik at det ikke fører til overbelastning av mateenheter i matestasjonene med en mateenhet planlagt ute av drift i en matestasjon og samtidig utfall av en mateenhet i en annen matestasjon. Dimensjonerende belastning\*\*\*\* legges her til grunn.
4. Energiforsyningen dimensjoneres slik at spenningen på strømvaktaker ikke underskrider 12,0 kV ved utfall av en mateenhet\*\* i en matestasjon. Dersom stasjonen kun består av en mateenhet vil kravet ikke gjelde.

\* Med normal driftssituasjon menes her belastning etter utarbeidet trafikkprognose og uten utfall av mateenheter\*\* i en matestasjon.

\*\* Med mateenhet menes her en omformerenhet i en omformerstasjon eller en transformator i en transformatorstasjon i forbindelse med en fjernledning.

\*\*\* Med Oslo-området menes her banestrekningene med baneprioritet 1 i østlandsområdet.

\*\*\*\* Med dimensjonerende belastning menes her høyeste påregnelige timelast, høyeste påregnelige 6 min verdi og høyeste påregnelige 2 s verdi, angitt av utarbeidet trafikkprognose inkludert et ytterligere påslag i belastningen på +20 %.

### 3 TILGJENGELIGHET

Tilgjengeligheten defineres som :

$$T = (( NDT - UT ) / NDT ) * 100 \%$$

T = Tilgjengelighet [ % ]  
NDT = Normal driftstid [ timer, min eller s ]  
UT = Utilgjengelig tid [ timer, min eller s ]

Regneperioden skal være 1 år.

Utilgjengelig tid, UT, defineres fra det tidspunkt en feil oppstår til feilen er utbedret med et fratrekke på stipulert utrykningstid for driftspersonell til stasjonen. Stipulert utrykningstid er 1,5 t pr år ved alvorlige feil og 3 t pr år ved feil. Dersom utrykningstiden er lengre skal den inngå i beregningen av utilgjengelig tid, UT.

Med feil menes driftsforstyrrelser der matestasjonen ikke kontinuerlig kan mate ut minst 100 % av installert effekt for matestasjonen på alle utgående kabelavganger.

Med alvorlig feil menes driftsforstyrrelser der matestasjonen ikke kontinuerlig kan mate ut minst 50% av installert effekt for matestasjonen på alle utgående kabelavganger.

Tilgjengeligheten berøres ikke av godkjente vedlikeholds- og revisjonsplaner for anlegget.

#### 3.1 Tilgjengelighet for en matestasjon

Hver enkelt matestasjon skal etter definisjonen over ha en tilgjengelighet på minimum 99,99% mot alvorlige feil, og minimum 99,50% mot feil.

Matestasjonen skal konstrueres slik at driftssikkerheten blir høy. Selv med én feil i anlegget (med eventuelle følgefeil) skal matestasjonen fortsatt kontinuerlig kunne mate minst 50 % av installert effekt for matestasjonen, ut fra alle kabelavganger (for utgående linjeutrustninger godtas det at en 15 kV-seksjon av hovedsamleskinnen er ute av drift ved en feil på 1-fase hovedsamleskinnen).

MTBF (Mean Time Between Failures/Gjennomsnittlig tid mellom feil) for matestasjonen når nedetiden er mer enn 5 min, skal være større enn 4000 t for alvorlige feil og 2000 t for feil. MTBF for alle alvorlige feil for matestasjonen skal være større enn 1000 t.

MTTR (Mean Time To Repair/Gjennomsnittlig reparasjonstid) for matestasjonen skal være mindre enn 4 t både for feil og alvorlige feil. Tiden skal beregnes fra reparatør er ankommet til stasjonen og til matestasjonen er i full drift igjen.

#### 3.2 Levetid

Levetiden for anlegget skal være minst 40 år.

## 4 1-FASE BELASTNING

Matestasjonene skal kunne mate ut effekt til alle typer last som kan forekomme i 1-fase nettet. (Alle typer rullende materiell, togvarme, sporvekselvarme med mer.)

Kortvarig minimumsspenning i kontaktledningsanlegget ved belastning er 11 kV (inntil 10 min). Kortvarig maksimumsspenning som belastningen kan generere er 18 kV (inntil 5 minutter). [EN 50163]

### 4.1 Dimensjonerende kortslutningsstrøm

En matestasjon skal dimensjoneres ut fra en kortslutningstrøm på 20 kA i 1 s ved spenning 16,5 kV på 1-fase siden.

### 4.2 Overharmonisk belastningsstrøm

Matestasjonene må dimensjoneres for å tåle belastning med til dels store andeler overharmoniske komponenter.

$$\text{THD} = \sqrt{\frac{I_s^2 - I_1^2}{I_1^2}}, \quad K = \sqrt{\frac{I_s^2 - I_1^2}{I_s^2}}, \quad \text{THD} = \sqrt{\frac{K^2}{1 - K^2}}$$

THD = Total Harmonic Distortion

K = Klirrfaktor

$I_s$  = Effektiv-verdien av sum strøm

$I_1$  = Effektiv-verdien av strømmens grunnharmoniske ( Her: ved 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz )

Matestasjoner skal dimensjoneres slik at den skal kunne mate ut 100 % av installert ytelse ved THD ≤ 0,31, cos φ = 0,9 og 16,5 kV ut på 1-fase 15 kV nettet og 65 % av installert ytelse ved THD = 0,96.

De enkelte overharmoniske størrelser kan antas å se ut som vist i tabell 5.1 (overharmoniske vist i pu, ref  $I_s$ )

Tabell 5.1 *Belastningens antatte fordeling av de enkelte overharmoniske ved forskjellige verdier av THD*

THD	K	$I_s$	$I_1$	$I_3$	$I_5$	$I_7$	$I_9$
0,31	0,3	1,00	0,95	0,27	0,11	0,07	0,04
0,58	0,5	1,00	0,87	0,46	0,19	0,12	0,07
0,96	0,7	1,00	0,71	0,62	0,25	0,16	0,09

## 5 SPENNINGSKVALITET

Spenningen i kontaktledningsanlegget er nominelt 15 kV -20/+15 % (12 kV – 17,25 kV). Matestasjonsspenningen skal kunne stilles mellom 15 kV og maksimalt 17,25 kV ved normal drift.

Matestasjonsspenningen skal kunne reguleres slik at den varierer som en lineær funksjon av reaktiv og aktiv sum strøm for hele stasjonen. Innstillingsområdet skal være så stort at matestasjonens innstilte spenning ved merkelast skal minst kunne varieres mellom - 15 % og + 20 % fra innstilt "tomgangsspenning". Reguleringen av omformerstasjonene skal kunne skje trinnløst.

En matestasjon skal i normal drift holde effektivverdien av spenningen på utgående 1-fase linjefelt med +/- 1 % avvik i forhold til innstilt verdi. Kravet gjelder ikke ved strømbegrensing.

Stasjonsspenningens toppverdi skal ikke under noen omstendighet overstige 31 kV, oppmålt med integrasjonstid på 100 µs.

Ved mating av en ubelastet linje (uten noe form for dempefilter i enden) skal overharmoniske toner i 1-fasespenningen ikke overstige 3 % av grunntonen for en enkelt overtone, eller 4 % for den samlede effektivverdi av overharmoniske spenninger. Linjen skal kunne være opp til 100 km lang.

For hver mateenhet skal spenningen ut kunne reguleres trinnløst fra 0 til 17,25 kV for impedanseprøver / termofotografering (utmating av konstant strøm) i kontaktledningsnettet. Det må finnes en vender for hver utgående linjeavgang som muliggjør en slik ekstraordinær matesituasjon.

Frekvensen på spenningen ut av en matestasjon skal nominelt være  $16 \frac{2}{3}$  Hz med variasjonsområdet +/- 0,2 %.

## 6 STABILITET 1-FASE SIDEN

Matestasjonen skal ikke selv forårsake effektpendlinger i 1-fase nettet.

Matestasjonen skal kunne operere som normalt selv om kontaktledningsanlegget inneholder spenningshevende tiltak i serie/parallell med kontaktledningsanlegget.

Stående pendlinger i 1-fase nettet på opptil 2 kV skal ikke få konsekvenser for driften av matestasjonen.

Effektpendlinger får ikke utløse noen mateenheter. Effektpendlinger i 1-fase nettet med bakgrunn i transiente driftssituasjoner, skal ikke føre til at mateenheter løser ut. Ved eventuelle transiente spenningsvingninger over 17,25 kV skal omformerstasjoner stabilisere seg etter 0,5 s.



## 7 SAMKJØRING

En matestasjon skal kunne starte opp mot spenningsløs kontaktledning. Matestasjonen skal kunne mate ut energi på 1-fase nettet uten å arbeide parallelt med andre matestasjoner.

### 7.1 Effektflyt

Mateenhetene i matestasjonene skal kunne synkroniseres inn mot Jernbaneverkets nett og mate ut energi på 1-fase nettet parallelt med andre mateenheter tilkoblet 1-fase nettet i andre tilgrensende matestasjoner.

Matestasjonen skal prosjekteres for full samkjøring på 1-fase-siden uten at det oppstår unødvendig reaktiv effektflyt.

Tilgrensende matestasjoner/koblingsanlegg skal ikke få nevneverdig dårligere egenskaper på grunn av innføring av den nye matestasjonen. Innen start av prøvedriften skal det utføres beregninger som skal resultere i optimal innstilling av levert matestasjon samt andre tilgrensende matestasjoner med tanke på best mulig samkjøring mellom matestasjonene. Nødvendig innjustering av tilgrensende matestasjoner skal utføres i løpet av prøvedriftperioden.

Effektflyt mellom tilstøtende matestasjonsanlegg skal dokumenteres ved målinger og godkjennes av Jernbaneverket Hovedkontoret.

### 7.2 Startprosedyrer

Mateenhetene i samme matestasjon skal kunne starte og stoppe automatisk etter lastbehov på 1-fase nettet og med henblikk på å oppnå best mulig virkningsgrad.

Mateenhetens starttid fra startimpuls gis til innkobling av 15 kV effektbryter for mateenhetene etter avsluttet innfasing skal maksimalt være 7 s for statiske omformerstasjoner og transformatorstasjoner. Roterende omformerstasjoner skal ha maksimal starttid på 4 min for mateenhetene.

### 7.3 Faseomforming, synkronisme

Spennings frekvens fra en matestasjon skal i stasjonær drift og i samkjøring med nærliggende matestasjoner være helt synkron med frekvensen fra de nærliggende matestasjonene dersom også disse er i stasjonær drift.

Frekvensomforming 50 Hz til  $16 \frac{2}{3}$  Hz skal være synkron og  $16 \frac{2}{3}$  Hz spennings belastningsvinkel ( $\Psi_0 (I/I_n)$ ) (defineres som faseforskjell mellom 3-fase nettets R fase og 1-fase spenningen, referert til grader på 1-fase siden) skal kunne stilles fritt og skal kunne varieres som en funksjon av laststrømmen ( $I_G$ ) og lastvinkelen ( $\cos \phi_G$ ). 1-fase-nettets belastningsvinkel ( $\Psi_0 (I/I_n)$ ) skal kunne stilles etter belastningsvinkelen til dagens roterende omformeraggregat i Jernbaneverket, som har en merkeytelse på 3.1, 5.8, 7.0 og 10 MVA. Formålet er å oppnå en

best mulig lastfordeling mellom matestasjonene på den aktuelle banestrekningen. Det er ønskelig med minst mulig reaktiv effektlyt i 1-fase nettet. For at det skal være mulig å stille belastningsvinkelen etter forskjellige roterende omformeraggregater, skal belastningsvinkelen kunne innstilles etter følgende formel:

$$\Psi_0 = \Psi_{0,ref} + \frac{1}{3} \arctan(x_{qM} * I_G * \cos \mathbf{j}_G) + \arctan \frac{x_{qG} * I_G * \cos \mathbf{j}_G}{1 + x_{qG} * \sin \mathbf{j}_G} \quad (5.1)$$

der:

$$x_{qM} = X_{qM} * I_N / U_N$$

$$x_{qG} = X_{qG} * I_N / U_N$$

- $x_{qM}$  er motorens synkrone tverreaktans for en omformerenhet
- $x_{qG}$  er generatorens synkrone tverreaktans for en omformerenhet
- $\Psi_{0,ref}$  er "tomgangsinnstilling" for belastningsvinkelen.
- $x_{qM}$  og  $x_{qG}$  skal være justerbar i reguleringsutrustningen, slik at karakteristikken kan tilpasses andre typer omformerenheter. Reguleringen må kunne stilles så langt ned at belastningsvinkelen blir konstant for ulik utmatet strøm. Reguleringsutrustningen skal være forberedt for fremtidig regulering av amplitude og belastningsvinkel ved hjelp av ytre styresignaler.

Belastningsvinkelen skal ved idriftsettelse innstilles lik et roterende 10 MVA omformeraggregat. Et diagram med belastningsvinkelkarakteristikken for et 10 MVA omformeraggregat er i vedlegget for kapittelet. For et 10 MVA omformeraggregat er  $x_{qM} = 49\%$  og  $x_{qG} = 53\%$ .

Referansen for belastningsvinkelen i "tomgang" må kunne reguleres fra  $0^\circ$  til  $+35^\circ$  i forhold til "tomgangsinnstilling"  $\Psi_{0,ref}$  for roterende 10 MVA omformeraggregat ( $\Psi_{0,ref}$  ligger i området  $39,5^\circ - 40,5^\circ$ )

## 7.4 Funksjonskrav ved overlast og kortslutning

Mateenhetene får ikke løse ut på grunn av raske endringer i impedansen i 1-fase nettet. Dette innebærer blant annet at mateenhetene skal dimensjoneres for å kunne mate ut mot en kortslutning uten å ta skade når kortslutningen oppstår eller opphører og 1-fase nettets spenning momentant bygger seg opp.

Mateenhetene skal konstrueres slik at overlast på 1-fase nettet verken skal løse ut stasjonen eller noen av mateenhetene. Mateenhetene skal være utrustet med strømbegrensende utstyr som trer i funksjon ved en spesifisert last ved eller høyere enn merkelast. Dersom spenningen synker under en innstillbar spenning (mulig innstillingsområdet 8-14 kV) etter at strømbegrensningen er inntrådt, skal matestasjonen kobles ut.

## 8 TILBAKEMATING

Matestasjoner skal dimensjoneres for påregnelig bremseenergi uten at det påvirker driften. Primært skal bremseenergien beholdes i 1-fase nettet. Omformerstasjonen skal mate effekten tilbake på 3-fase nettet når kontaktledningsanlegget ikke absorberer bremseenergien. Det kan gis dispensasjon fra dette kravet dersom det kan vises at kravet er uhensiktsmessig.

Krav til spenning gitt i avsnitt 5 skal overholdes ved tilbakemating.

## 9 UTEFFEKT SOM FUNKSJON AV KLIMATISKE FORHOLD

En matestasjon skal ha funksjonsområde for utetemperaturer fra  $-50^{\circ}$  C til  $+50^{\circ}$  C, og skal kontinuerlig kunne mate ut :

- minimum 100% av nominell ytelse for utetemperaturer fra  $-50^{\circ}$  C til  $+30^{\circ}$  C.
- minimum 70 % av nominell ytelse for utetemperaturer fra  $+30^{\circ}$  C til  $+40^{\circ}$  C.
- minimum 50 % av nominell ytelse for utetemperaturer fra  $+40^{\circ}$  C til  $+50^{\circ}$  C.

## 10 GENERELLE KRAV TIL BYGG

Vitale anleggsdeler i forbindelse med energiforsyningen skal sikres etter NVE's "Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg". Melding om nybygging, ombygginger og endringer skal spesifiseres med tegninger og spesifikasjoner og meldes/varsles til NVE for godkjenning. Krav til klassifisering vil avgjøres av NVE i hvert enkelt tilfelle.

### 10.1 Krav til branninndeling

Bygningen skal minst deles i separate brannceller for hver omformerenhet, hvert høyspenningsrom, hvert transformatorrom, kontrollrom, øvrige rom som har betydning for stasjonens tilgjengelighet og rom som ikke har betydning for tilgjengeligheten. Brannceller skal dimensjoneres for brannklasse REI-M 120 (A120). Dublerte anleggsdeler som er bygd for å øke redundansen i anlegget skal utføres slik at brann i en del ikke skal antenne redundant del.

Røyk fra en branncelle skal ikke spres til en annen branncelle. Dette kravet gjelder ikke brannceller innen samme mateenhet.

### 10.2 Brannvarsling og brannslukking

Bygningen skal være utstyrt med automatisk slukkeanlegg for hovedtransformatorrom med separat utløsning for hvert rom.

Det skal installeres automatisk brannvarslingsanlegg som dekker alle rom. Anlegget skal være FG-godkjent. En feil i brannvarslingsanlegget skal ikke redusere matestasjonens tilgjengelighet. Deteksjon av brann i en mateenhet skal gi totalstopp av denne mateenheten, og ikke påvirke de øvrige mateenheters tilgjengelighet. Deteksjon av brann i øvrige anlegg som er nødvendig for utmating av effekt skal gi totalstopp for hele stasjonen. Driftssentralen skal varsel ved brann.

## 11 UTGÅENDE LINJEUTRUSTNING, 15 KV 1 FASE

### 11.1 Funksjon

Utgående linjeutrustning er et 1-fase høyspenningsanlegget og skal dimensjoneres for  $16 \frac{2}{3}$  Hz med nominell driftsspennning mellom fase og jord lik 15 kV og høyeste kontinuerlige spenning 17,25 kV og en maksimalspenning på 18 kV i maksimalt 5 min. [EN 50163]

Utgående linjeutrustning skal bestå av hovedsamleskinne med mulighet for oppdeling i minst 2 seksjoner, reservesamleskinne, utgående linjefelt og reservefelt.

Reservefeltet skal kunne benyttes mot hvilken som helst linjeavgang ved feil/revisjon på et utgående linjefelt.

Alle linjefelt både fra hver enkelt omformerenhet og fra hver utgående linje skal holdes adskilt, med full redundans seg i mellom.

Brann i et linjefelt skal ikke skade utstyr i et annet linjefelt.

### 11.2 Kapasitet

#### Merkeedata som skal følges for 15 kV koblingsanlegg:

Merkespenning	15 kV (+15 % /-20 %)
Merkefrekvens	$16 \frac{2}{3}$ Hz
Isolasjonsnivå	50/125 kV
Merkestrøm hovedsamleskinne	2000 A
Merkestrøm utgående linje	1200 A
Kortslutningsholdfasthet	20 kA, 1 s

Utgående linjefelt skal dimensjoneres for enhver aktuell påregnelig belastning og tåle minimum 10 koblinger i timen for hvert linjefelt. Utgående linjefelt skal tåle minimum tre påfølgende gjeninnkoblinger for hver linje.

Isolasjonsnivå fase – jord for linjefeltene skal minimum være 24 kV med merkeholdespenning ved driftsfrekvens (50 Hz) 50 kV og merkelynimpuls holdespenning 125 kV. Effektbryter skal følge [EN 50152-1] og [IEC 60056] med minimum merkeholdespenning ved driftsfrekvens (50 Hz) 50 kV og merkelynimpuls holdespenning 125 kV. Mate- og returkabler skal dimensjoneres etter kap. 10 og ha isolasjonsnivå 36 kV, i henhold til kap. 9 [JD 510].

### 11.3 Dimensjonering

Det skal som hovedregel anordnes en linjeavgang for hvert hovedspor i hver retning fra matestasjonen. Større stasjonsområder skal utrustes med egen utgående linjeavgang. For hver utgående linje skal det være en egen returforbindelse.

Antall reservefelt skal dimensjoneres ut fra overordnede krav til tilgjengelighet. Det skal dog minst være et reservefelt for hver 8. utgående linjeavgang. Dersom det er mer enn et reservefelt skal de kobles mot ulike hovedsamleskinneseksjoner.

Utvidelsesmulighet av antall linjefelt skal vurderes i hvert enkelt tilfelle med hensyn på lokale forhold og utbyggingsplaner.

Fordeling av linjeavgangene på hovedsamleskinneseksjonene må koordineres mot koblingsbildet i kontaktledningsanlegget slik at alle strekninger kan spenningssettes ved kobling av kontaktledningsbrytere ved en feil på hovedsamleskinnen.

Ved en feil på hovedsamleskinnen skal det fortsatt kunne mates ut effekt over minst 50 % av utgående linjeavganger.

#### 11.4 Grensesnitt

Grensesnittet mellom matestasjon og kontaktledningsanlegg for matekabel/-ledning er tilkoblingsklemme på skillekniv i kontaktledningsmast.

Grensesnittet mellom matestasjon og kontaktledningsanlegget for returkabel er tilkobling til returledning/filterimpedans/jernbaneskinne.

## 12 VERN FOR UTGÅENDE LINJEUTRUSTNING OG KONTAKTLEDNINGSANLEGG

### 12.1 Generelt

En matestasjon skal ha vern som forhindrer at personer og komponenter tar skade og hindrer eller begrenser følgefeil. Vernutrustningen skal være oppbygd selektivt slik at bare den feilbefengte delen av anlegget blir satt ut av drift.

Det skal være primær- og sekundærvern som dekker hele 15 kV-anlegget inklusive kontaktledningsanlegget.

### 12.2 Vern- og selektivetsplan for utgående linjeutrustning og kontaktledningsanlegget

Det skal utarbeides vern- og selektivetsplaner for anlegget i henhold til retningslinjer gitt i [IFEA 1987] eller tilsvarende. Dersom vernet har flere parametersett, skal det angis betingelser for bruk av de ulike sett.

Selektivetsplanen skal være både tabellarisk og grafisk og angi både tids- og stedsselektivitet for mulige feilsituasjoner i 15 kV-anlegget.

Vern- og selektivetsplaner skal fremlegges for Jernbaneverket Hovedkontoret for godkjenning ved permanent endringer og for nye anlegg.

Det skal foretas impedansmålinger på kontaktledningsanlegget for hver utgående linje i matestrekningsens fulle lengde. Målingene med tilhørende utregninger skal dokumenteres.

### 12.3 Vernoppdeling

Vernutrustningen i 15 kV koblingsanlegg inndeles i følgende:

- Innkommende linjeavgang
- Samleskinne
- Utgående linjeavgang
- Reservebrytere

Vern for innkommende linjeavgang er ikke direkte behandlet her. Det skal være god selektivitet ved feil i ovennevnte anleggsdeler.

Vernene skal inndeles i to uavhengige grupper som betegnes SUB 1 og SUB 2. Denne oppdelingen skal være gjennomført både mekanisk og elektrisk. Primærvern og sekundærvern skal være logisk plassert i SUB'ene. Det skal være separat hjelpekraftforsyning, egne rekkeklemmer, ledninger, kabler osv. for hver SUB slik at en feil ikke påvirker vernene i begge SUB'ene.

SUB 1 og SUB 2 skal mates fra separate strømtransformator-kjerner og spenningskretser med separate sikringskurser. Videre skal SUB'ene være oppdelt med separate sikringskurser for



mating (hjelpespenning) til elektronikkretser og utløsningskretser. Manøver- og signalkretser skal ha separate sikringskurser. SUB 1 skal omfatte primærvern og SUB 2 samleskinnevern og sekundærvern.

Forslag til fordeling av vern i SUB'ene:

SUB 1:

- Distansevern
- Momentant overstrømsvern (Kortslutningsvern)
- Overbelastningsvern

SUB 2:

- Overstrømsvern
- Underspenningsvern
- Bryterfeilvern

Distansevern skal brukes som primærvern for kontaktledningsanlegget. Som sekundærvern skal det benyttes overstrømsvern. Ved utløsning av distansevern, overbelastningsvern og overstrømsvern skal effektbryterne for de respektive utgående linjefelt løse.

Samleskinnevernet skal minimum bestå av et underspenningsvern med konstanttid. Samleskinnevernet skal løse ut alle brytere som er tilkoblet samleskinnen.

## 12.4 Vern i matestasjoner

Det skal benyttes selvovervåkende vern som gir beskjed ved feil på vernet. Alle vern skal ha testuttak.

Feilfrekvens for vern skal være mindre enn 0,005%. Kravet gjelder for testverdier lik innstilt verdi +/- 5 %. Kravet skal gjelde for alle følgende tilfeller:

- Vernet skal løse en gang i døgnet.
- Vernet skal løse en gang i uken.
- Vernet skal løse en gang i året.
- Vernet skal løse hvert 10. år.

Vernets driftssikkerhet skal dokumenteres. Frekvens for feilutløsning av vernene skal dokumenteres.

For vern som ikke tidligere er godkjent av Jernbaneverket Hovedkontoret skal typegodkjenningsprotokoll leveres for granskning og godkjenning. Jernbaneverket skal ha mulighet til å teste nye konstruksjoner.

Testprotokoller for SAT-tester skal utarbeides for alle vern. Testene skal utføres ved tilnærmet normale feilbetingelser. (Så langt det er mulig skal prøvene baseres på endring av primærverdier.) Distansevernet skal testes med reelle kortslutninger både i sone 1 og 2.

### 12.4.1 Vern mot overstrøm og kortslutning i kontaktledningsnett

For utgående linjefelt og reservefelt skal det monteres retningsfølsomt distansevern og stillbart overstrømsvern. Ved ensidig mating mot driftsbanegårder og større stasjoner/sporarrangementer kan distansevern erstattes av ekstra overstrømsvern.

Det primære vernet mot kortslutninger i kontaktledningsanlegget er distansevernet. Vernet skal ha minst 2 soner. Sone 1 bør dekke inntil 85 % av strekningen mot neste koblingsanlegg. Sone 1 skal innstilles slik at man ikke får utløsning på grunn av høye laststrømmer. Total utkoblingstid for sone 1 skal være mindre enn 100 ms. Sone 2 skal innstilles for å dekke 150 % av strekningen til neste koblingsanlegg. Vernets sone 2 skal ha en tidsforsinkelse på 0,2 s. Tidsregistreringen for sone 2 skal normalt startes med et strømsprang på minst 200 A i løpet av 0,2 s. Sonens tidsregistrering skal, dersom matestasjonen er i strømgrense, startes med et spenningsprang på minst 2 kV i løpet av 0,2 s. For sone 2 skal det være mulig å foreta omkobling mellom 2 forskjellige innstillinger via fjernkontrollanlegg. Distansevernet bør ha et innebygget momentant overstrømsvern for å ta høye kortslutningsstrømmer/nærliggende kortslutninger.

Det sekundære vernet mot kortslutninger i kontaktledningsanlegget er overstrømsvernet. Maksimal utkoblingstid for sekundærvernet skal være mindre enn 0,7 s. Det bør ha to uavhengige innstillingstrinn, et for høystrøm med konstanttid og et for lavstrøm med konstant- eller inverstid. Høystrømtrinnet skal stilles inn slik at I er større enn feilstrømmen ved feil på ledningsenden og lavere enn feilstrømmen ved feil på halve strekningen og mating fra begge endene. Lavstrømtrinnet skal være innstilt slik at I er mindre enn feilstrømmen ved feil på ledningsenden, men I bør være større enn antatt største belastningsstrøm. Hvis dette ikke er mulig skal andre løsninger vurderes (for eksempel vernkommunikasjon med nabokoblingsanlegg). Dersom vernet har ett innstillingstrinn skal dette stilles inn på samme måte som lavstrømtrinnet.

Dersom det ved kortslutning er begrenset feilstrøm og avstandsavhengig spenning, (en situasjonen som vil opptre ved matestasjoner som har strømgrense) skal det være sekundærvern som dekker kortslutninger når matestasjonen er i eller ved strømgrense.

For å hindre overbelastning av kontaktledningsanlegget kan det benyttes termisk-overbelastningsvern. Dette vernet er et strømvern som tar hensyn til utetemperatur og beregner temperaturøkning i kontaktledningen.

### 12.4.2 Under- og overspenningsvern

Det skal monteres stillbart underspenningsvern for vern av samleskinne og utgående linjer ved linjeavgangene. Innstillingsområde skal være minimum 6 - 16 kV med justerbar tidsforsinkelse på minimum 0,2 - 5 s som skal løse effektbryteren i utgående linjefelt.

For å verne mot overspenninger skal det monteres overspenningsvern/overspenningsavleder på alle utgående kabelav ganger som beskrevet i kap. 7 [JD 510]. Ved valg av vernenivå på overspenningsavlederen skal det tas hensyn til laveste isolasjonsnivå på anlegget som skal vernes.

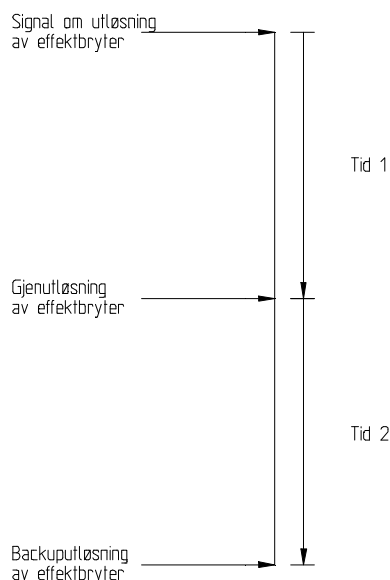
### 12.4.3 Vern ved bortfall av manøverspenning

Effektbryter skal løse ut dersom nødvendig hjelpekraft for denne eller tilkoblet verneutrustning faller bort.

### 12.4.4 Bryterfeilvern

Det skal vurderes å installere bryterfeilvern for alle effektbrytere i koblingsanlegget.

Bryterfeilvernets tidsregistrering skal startes av de andre vernenes eller nødfrakoblingens utløsningsimpuls til brytere. Ved feil på normalutløsning av bryter skal bryterfeilvernet resultere i utløsning av bryteren etter en viss tid.



Figur 5.1 Bryterfeilvernet tidsforløp

Bryterfeilvernets tidsinnstilling, tid 1 og tid 2: 0,1 – 5 s, se figur 5.1.

**Gjenutløsning:** Dersom normalutløsning ikke har skjedd innen tid 1 skal utløsningsimpuls gis via den andre SUB'en.

**Backuputløsning:** Dersom gjenutløsning ikke har skjedd innen tid 2 (beregnet fra gjenutløsning startet) skal omkringliggende brytere i egen stasjon få utløsningsimpuls. Med omkringliggende brytere menes brytere som spenningssetter bryter med feil.

### 12.4.5 Vernutrustning mot 100 Hz komponenter

I det følgende skisseres alternative krav til dimensjonering av en statisk omformerstasjon med hensyn til 100 Hz komponenter, der minimum ett av kravene skal oppfylles.

- Maksimumskrav
- Minimumskrav ( 3 krav som alle må oppfylles )

#### Maksimumskrav

Omformerstasjonen skal utrustes slik at omformerstasjonen ikke leverer enkeltfrekvenser i frekvensområdet 87 - 113 Hz som overskrider 2 A i mer enn 1 s.

#### Minimumskrav

1. Kravet gjelder selvgenerert strøm, som funksjon av enkeltfrekvenser, fra statisk omformerstasjon, minimum i frekvensområdet 92 Hz - 108 Hz, innmatet fra gjeldende omformerstasjon på tilhørende 16 kV samleskinne.
2. Strømstyrken i det aktuelle frekvensområdet forårsaket av den statiske omformerstasjonen skal ikke overstige 1 A i mer enn 1 s.  
Merknad: Man behøver ikke realisere dette ved hjelp av et utkoblingsvern.
3. Punkt 1-2 skal verifiseres av 3'de part og dokumenteres med et sertifikat/bevis utstedt av 3'de part. 3'de part skal godkjennes av begge parter, det vil si leverandør og Jernbaneverket.

Alternativ til punkt 2.

Det skal implementeres et vern som kobler ut omformereren dersom strømstyrken i det aktuelle frekvensområdet overstiger 5 A i 1 s.

Merknad til punkt 1, 2, 3 og "alternativ til punkt 2":

Ved å realisere ovennevnte med hensyn på den totale strømmen som mates av omformerstasjonen isteden for den selvgenererte, antas kravene 1 og 2 for fullstendig oppfylt.

### 12.4.6 Vern ved innkobling

#### Vern mot stor fasevinkel- eller spenningsforskjell

Det skal installeres innstillbart vern som hindrer innkobling ved stor fasevinkel- eller spenningsforskjell når både hovedsamleskinne og utgående kabelavgang er spenningsatt.

#### Test mot kortslutning før innkobling

Hvert utgående linjefelt skal før utgående linjebryter (effektbryter) legges inn, teste hovedsamleskinnen og linjeavgangen for eventuelle kortslutninger, dersom de ikke allerede før innkoblingen er spenningsatt. Testen skal ikke belaste kontaktledningsanlegget med mer enn 25 A i normalt maksimalt 2 s. Det skal installeres reservevern som sikrer utkobling av denne testen etter maksimalt 6 s. Det skal i hvert enkelt tilfelle vurderes om tidsintervallene kan reduseres.

**Automatisk gjeninnkobling:**

Opptil 3 automatiske gjeninnkoblingsforsøk skal foretas dersom effektbryteren er utløst av distansevern, overstrømsvern, 100 Hz vern eller underspenningsvern på et utgående linjefelt. Gjeninnkobling foretas 5 s etter at effektbryteren er utløst og deretter henholdsvis 30 s og 180 s etter at forutgående gjeninnkoblingsforsøk er avsluttet. Hvis tredje gjeninnkoblingsforsøk er mislykket skal bryteren blokkeres slik at ny innkobling bare kan gjøres etter en debløkkering og en ny inn-kommando er gitt fra kontrolltavle/fjernkontroll.

Et innkoblingsforsøk anses som mislykket dersom:

- vern mot stor fasevinkel- eller spenningsforskjell hindrer innkobling.
- test av hovedsamleskinne og kabelavgang for eventuelle kortslutninger utføres uten at effektbryteren legges inn.
- effektbryteren på nytt får utkoblingsimpuls fra et vern innen en stillbar tidsforsinkelse (normalt: 0 - 90 s fra siste gjeninnkoblingsforsøk).

Debløkkering av en bryter som er gått i blokkade skal gjøres ved å gi utkommando, enten lokalt eller fjernt, til bryteren som allerede ligger ute. En debløkkering skal ikke forårsake start av nytt gjeninnkoblingsforsøk. Gjeninnkoblingsenhetene for de forskjellige utgående linjefeltene skal være separate. Dersom man i et gjeninnkoblingsforløp ønsker å stoppe det videre forløpet, skal dette kunne gjøres ved en manøver på aktuell bryter. Dette skal skje uten at det medfører signalet «Blokkering» på bryteren.

Dersom effektbryteren er utløst av overbelastningsvern kan innkobles foretas når temperaturen er tilbake på normal-nivå.

## 13 JORDING

### 13.1 Generelt

Alt utstyr skal jordes i henhold til gjeldende norske normer og forskrifter. For utføring av jording i grensesnittområdet mellom matestasjonsanlegg og kontaktledningsanlegg refereres det til kap. 6 [JD 510].

### 13.2 Funksjon

Jording av kabler og utstyr skal koordineres mot Jernbaneverkets øvrige infrastruktur. Dette for å sikre at anleggene ikke påvirker/forstyrrer hverandre unødvendig.

Koordineringsansvaret for jording mot Jernbaneverkets øvrige infrastruktur skal ivaretas av ansvarlig for matestasjonsanlegget.

#### 13.2.1 Beskyttelsesjord og driftsjord

Alle jordsamleskinner skal tilknyttes en sentral hovedjordsamleskinne. Hovedjordsamleskinnen skal igjen være direkte forbundet med anleggets jordelektrode(r). Returskinne skal tilknyttes sentral hovedjordsamleskinne. Hovedjordsamleskinne og returskinne skal monteres slik at de er lett tilgjengelige.

Jordingsanlegget inkludert hovedjordledere til ulike deler av anlegget, skal dimensjoneres spesielt med tanke på at overharmoniske driftsstrømmer skal ledes til god jord, slik at de overharmoniske strømmene ikke forstyrrer øvrig utstyr i og i nærheten av matestasjonen. Totalt skal hovedjordsamleskinnen ha en overgangsmotstand mot sann jord som er mindre enn 15  $\Omega$ .

#### 13.2.2 Utgående linjeutrustning

Høyspenningsrom utføres med egen jordsamleskinne som igjen er tilknyttet hovedjordsamleskinne. Jordsamleskinnen skal monteres i 15 kV-rommet. Høyspenningsskapene skal ha tilkoblingspunkt for arbeidsjord i front.

## 14 MÅLINGER OG MÅLEUTSTYR

### 14.1 Generelt

Krav til målinger med hensyn til nødfrakobling, se spesielt avsnitt for nødfrakobling.

For oppfølging av stasjonens energileveranse skal det være energimåling sum 1-fase stasjon og for hver linjeavgang med nøyaktighetsklasse 0,5s.

Generelt gjelder at totale målefeil ikke skal overstige 1 %.

### 14.2 Sum stasjon

Energimåling fra en omformerstasjon til 1-fase nettet skal skje ved kombinasjonen spenningsmåling på 1-fase samleskinnen og strømmåling på returstrømskretsen. Totalt skal det etableres måleutstyr for samtlige komponenter: P, Q, U og I.

- Transformator for energimåling skal være på 20 VA.
- Minimum nøyaktighetsklasse skal være på 0,5s.

Måleutstyr for følgende målinger skal som minimum etableres:

- Strøm (mA) for alle nødfrakoblingssløyfe-anlegg ved bruk av strømsløyfer.
- Sum utgående aktiv effekt fra matestasjonen (MW), 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz.
- Sum utgående reaktiv effekt fra matestasjonen (+/- MVar), 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz.
- Sum utgående strøm fra matestasjonen (+/- A), 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz.
- Produsert og tilbakematet 1-faseenergi, 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz for matestasjonen (kWh \* 100).

### 14.3 Utgående linjer

Måleutstyr for følgende målinger skal som minimum etableres for utgående linjer:

- Spenning hovedsamleskinne, 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz fra alle ev. seksjoner.
- Energi, 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz for alle utgående felt. Toveis måler (kWh \* 100), nøyaktighetsklasse skal være på 0,5s.
- Spenning, 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz for alle utgående felt.
- Strøm, 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz for alle utgående felt.

## **15 FJERNSTYRING**

### **15.1 Generelt**

Enhver matestasjon skal kunne overvåkes og styres på en effektiv, sikkerhetsmessig og hensiktsmessig måte.

### **15.2 Signalomfang**

I forbindelse med opprettelse av egen driftsentral for matestasjonsanlegg vil kapittelet bli omarbeidet.

For å få en effektiv overvåking og kontroll av energiforsyningen, bør alle målinger angitt under avsnittet for "Målinger og måleutstyr" overføres til fjernstyringssentralen.



## 16 NØDFRAKOBLING

Det skal etableres nødfrakobling i matestasjoner i henhold til kap.12

## 17 OMGIVELSER OG MILJØ

### 17.1 Generelt

Utstyr som plasseres ved spor/til offentlig utsyn skal være gjennomtenkt, og utført slik at det ikke skjemma omgivelsene.

Utstyr og komponenter skal under drift funksjonere sikkert og i henhold til funksjonsspesifikasjonen under alle miljømessige forhold som utstyret kan forventes å bli påvirket av.

Det skal oppgis opplysninger om alle komponenters helsemessige konsekvenser for personell og miljø, med tanke på utslipp ved brann, eksplosjon, lekkasjer, fordampning, gassavgivelser m.m. Opplysningene skal være tilgjengelige for minimum anleggets driftspersonell og personell som normalt ferdes i anleggets umiddelbare nærhet.

### 17.2 Klimatiske forhold

Matestasjoner skal ha funksjonsområder for alle påregnelige klimatiske uteforhold som ikke inngår i kategorien "naturkatastrofer". Med funksjonsområde menes her at matestasjonen skal ha spesifisert virkemåte. Se for øvrig avsnitt 9.

### 17.3 Akustisk støy

Akustisk støy overfor naboer skal være i henhold til de anbefalinger som "Støybok for saksbehandling i kommunene" setter for industri.

Alle anlegg skal tilfredsstille de lokale og statlige miljøkrav.

### 17.4 EMC

Krav til EMC kan deles inn i to deler:

- Elektromagnetisk immunitet
- Elektromagnetisk stråling

Følgende normer for EMC i industri/høyspenningstilstand skal følges for matestasjonen:

- Cenelec norm EN 50082-2: (Elektromagnetisk immunitet)
- Cenelec norm EN 50081-1: (Elektromagnetisk stråling)
- Cenelec norm EN 50081-2: (Elektromagnetisk stråling)

Anlegget skal konstrueres med tanke på å begrense elektromagnetiske felt.

## 17.5 Psofometrisk støystrøm

Psofometrisk støystrøm (definert i CCITT direktiv) fra en omformerstasjon skal ved mating av en ubelastet linje (uten noen form for dempefilter i enden) ikke overstige 0,5 A i sum returstrøm inn til omformerstasjonen. Linjen skal kunne være opp til 100 km lang.

Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv (som forventes å trafikkere den aktuelle strekningen) i en avstand 20 km fra matestasjonen skal psofometrisk støystrøm (definert i CCITT direktiv) ikke overstige 1,5 A målt i sum strøm gjennom lokomotivet. Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noen form for dempefilter i enden).

## 17.6 Impulsstøy fra energiforsyningsanlegg

Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv (som forventes å trafikkere den aktuelle strekningen) i en avstand 20 km fra matestasjonen skal ingen enkeltfrekvens målt på lokomotivene overstige følgende verdier:

- 5 A i frekvensområdet 300 Hz - 10 kHz
- 3 A i frekvensområdet 10 kHz - 50 kHz
- 1 A i frekvensområdet 50 kHz - 100 kHz

Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noen form for dempefilter i enden).

## 17.7 Radiostøy

Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv (som forventes å trafikkere den aktuelle strekningen) i en avstand 20 km fra matestasjonen skal grenseverdier for radiostøy spesifisert i NEK-EN 55011 overholdes.

Kravet gjelder ved matestasjonen og ved kontaktledningsnett 5 km og 20 km fra matestasjonen i materetningen. Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noen form for dempefilter i enden).