Samsvarsliste AT-regelverk

Avsn	Kravtekst	Håndtering
1.1	Hensikt [Hele avsnittet]	Utgår Erstattes med tilsvarende beskrivelse for hver enkelt elektrisk utforming.
1.2	Omfang [Hele avsnittet]	Utgår Erstattes med tilsvarende beskrivelse for hver enkelt elektrisk utforming.
2	AT-ledere a) **Tverrsnitt:** AT-lederne skal dimensjoneres ut fra overføringsevne og termisk belastningsevne. 1. Utførelse: Spenningsforholdene for togene skal tilfredsstille kravene gitt Banestrømforsyning/Prosjektering/Energiforsyning 2. Utførelse: AT-systemet bør standardiseres for 120 km mellom matestasjoner og et ledertverrsnitt for NL og PL på 400 mm² Al.[1] 3. Utførelse: Ledertverrsnitt større enn 400 mm² Al bør av praktiske hensyn ikke benyttes.[1] 4. Utførelse: Belastningsstrømmen i PL og NL skal ikke føre til skadelig oppvarming av lederne ved de påregnelige driftsstrømmer og feilstrømmer (kortslutningsstrømmer) som kan oppstå i anlegget.[1] 5. Utførelse: Det skal ved beregninger tas høyde for spenningsfall på den aktuelle kl-seksjonen i tillegg til spenningsfallet i AT-lederne.[1]	Ivaretatt av Elutfoming E og Elutforming F. Tekst i underpunkt 3 er erstattet med angivelse av hvilken elektrisk og termisk kapasitet man får ved ulike ledertyper.
2.1.1	a) **Plassering av AT-ledere:** PL- og NL skal plasseres horisontalt symmetrisk om toppen av kl-mast. 1. Unntak: Lederne kan om nødvendig føres som kabler, flyttes lenger ut fra sporet (på egne masterekker) eller inn over sporet i skjæringer.[1]	Utgår Erstattet i Elutforming E med figur med normaltverrsnitt.
2.1.1	b) **Avstand mellom AT-ledere:** Minste faseavstand for PL og NL i opphengspunkt for spenn med horisontalt	Utgår

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	oppheng skal være 800 mm for å hindre sammenslag ved sterk vind. 1. Utførelse: Ved spesielt korte spennlengder kan kortere faseavstand vurderes. 2. Utførelse: Normal faseavstand bør være 1000 mm for standardisering og for større marginer mot sammenslag.[1][2] 3. Utførelse: Større faseavstand enn 1000 mm bør begrenses til så korte strekninger som mulig, av hensyn til impedans og EMC.[3] 4. Unntak: Minste faseavstand i tunnel kan være mindre slik som krav i Felles elektro/Prosjektering og bygging/Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse angir.	Erstattet i Elutforming E med henvisning til Felles Elektro.
2.1.1	c) **Høyde for AT-lederne:** PL- og NL skal monteres minimum 10,0 m over SOK.[1]	Utgår. Erstattet i Elutforming E med tegning av normaltverrsnitt og krav til direkte avstand mellom PL/NL og KL.
2.1.1	d) **Avstand mellom AT-ledere og kontaktledning:** Normalt skal avstanden mellom AT-ledere og kontaktledning være minst 2,0 m.[1] 1. Utførelse: Ved kryssing av sporet skal det kontrolleres at avstanden mellom bæreline og AT-lederne er minst 2,0 m hensyntatt miljølaster.[1]	Kravet er justert i Elutforming E slik at det blir tillatt å bruke mindre avstand på hele eller deler av strekningen på bakgrunn av (del)strekningens vedlikeholdskonsept.
2.1.1	e) **Identifisering av AT-ledere:** Positivlederen (PL) skal alltid være lengst mot høyre sett i stigende km-angivelse («ryggen mot Oslo»).[1] 1. Unntak: For dobbeltspor gjelder ikke dette, se AT-system på dobbeltspor.	Ivaretatt i Elutforming E som angivelse av anleggspraksis (ikke som krav).
2.1.1	f) **Merking av AT-ledere:** NL og PL skal merkes med varig og godt synlig skilt.[1]	Kravet utgår etter en vurdering som er angitt i endringsartikkelen.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	1. Utførelse: Merking skal minimum gjøres ved følgende steder: • alle tilkoblinger eller avgreininger til lederne i AT-systemet • alle overganger mellom luftledning og kabel • alle brytere • alle autotransformatorer 1. Utførelse: Det skal benyttes godkjente skilt merket med «PL» og «NL».	
2.1.1	g) **Forsterket oppheng:** Ved kryssing over kl-anlegget, samt ved kryssing over veier og beferdede områder skal AT-ledningene ha forsterket oppheng. Se for øvrig avsnitt Elsikkerhet.	Overført til «andre elektriske ledere». Dette er krav i FEF og gjelder egentlig uansett. Ved kryssing over kl er det ikke et sikkerhetsmessig behov for dette. Kravet fjernes derfor for kryssing over spor.
2.1.1	h) **Isolasjonskoordinering for AT-ledere:** Koordineringen skal gjøres på samme måte som for kontaktledningsanlegget, se Felles elektro, Prosjektering og bygging, Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse.	Utgår. Ivaretatt i Felles Elektro.
2.1.1	i) **AT-ledere i tunneler**: AT-ledere i tunneler skal utføres som uisolerte ledere der tunneltverrsnittet er stort nok til at nødvendige isolasjonsavstander opprettholdes. 1. Utførelse: Ledere i tunneler kan utføres som liner eller strømskinner, og med samme strømføringsevne som på tilgrensende dagstrekninger. 2. Unntak: Dersom tunnelens planlagte konsept for vedlikehold avhenger av at AT-lederne er spenningsførende under vedlikehold av kontaktledningen, kan bruk av kabler vurderes som alternativ.	Ivaretatt i Elutforming E og Elutforming F, avsnittet: «Føring av {PL og} NL gjennom tunneler og forbi tvangspunkter» Tegningen over normaltverrsnitt er overført til «andre elektriske ledere». Lærebokteksten er videreført med en justering.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	Blanke ledere i tunneler vil kunne kreve at spenningen frakobles for enkelte typer vedlikeholdsarbeid. Egen RAM-analyse for strekningen må belyse dette. Kabling av AT-ledere har tekniske og økonomiske ulemper og kabler brukes derfor kun der hvor det er nødvendig.	
2.1.1	j) **Innfesting av AT-ledere i tunneler**: Tilstrekkelig isolasjonsavstand i henhold til Felles elektro, Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse, Isolasjonsnivå i kontaktledningsnettet og tilhørende anlegg med nominell spenning på 15 kV. skal sikres i alle driftstilfeller.	Utgår. Ivaretatt i Felles Elektro
2.1.2	a) **Forlegning:** Kablene for PL og NL skal forlegges sammen, men med minst en kabeldiameters avstand for å sikre tilstrekkelig kjøling av kablene.[1] 1. Utførelse: Maksimal avstand mellom kabel for PL og NL kan være større enn én kabeldiameter, men bør ikke overstige faseavstanden for NL og PL fremført som luftledninger (normalt 1000 mm). 2. Utførelse: Ved behov for korte kabler, slik som under overgangsbruer, i kulverter etc. kan én av følgende forlegningsmetode brukes: • Kabler med høy strekkfasthet • Kabelkanal mellom kl-mastene • Kabler henges på ikke-strømførende wire innspent mellom kl-mastene	Utgår. Ivaretatt av Felles Elektro og av Andre elektriske ledere. Krav om kabeldiameters avstand er feil: Tett forlegning fører til lavere strømføringsevne, men strømføringsevnen er uansett ikke begrensende i våre anlegg. Andre elektriske ledere åpner for begge løsninger ved krav til termisk dimensjonering.
2.1.2	b) **Bruk av blanke ledere for AT-ledere istedenfor kabel:** For å redusere mulige problemer med elektrisk resonansstabilitet, skal uisolerte ledere i tunneler og andre steder som hovedregel benyttes. 1. Utførelse: Se krav for fremføring av AT-ledere i tunneler i avsnitt Luftledninger. 2. Dokumentasjon: Valg av kabel skal begrunnes.	Utgår. Ivaretatt av Elutforming E og Elutforming F.
2.1.2	c) **Strømføringsevne:** Kabeltverrsnitt skal velges for å tilfredsstille nødvendig strømføringsevne for forventet belastningsstrøm på strekningen[1].	Kravet er ivarettatt av Elutforming E, Elutforming F.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	1. Betingelse: Kabeltverrsnittet bør i tillegg velges slik at impedansen i sløyfen PL-NL totalt på strekningen mellom to matestasjoner ikke øker mer enn 10 % i forhold til om strekningen besto av kun blanke luftliner. 2. Betingelse: Maksimal strømføringsevne for kabler er oppgitt i Tabell	Angivelse av strømføringsevne for kabler er overført til «andre elektriske ledere».
3.1	a) **Omsetning:** Autotransformatorene skal gi en systemspenning i AT-systemet på nominelt 30 kV.[1] 1. Utførelse: Autotransformatorene skal være symmetriske med tre tilkoblingspunkter med merkespenningene +16,5 kV, 0 og -16,5 kV.[3]	Overført til «Komponenter - Autotransformatorer»
3.1	b) **Kortslutningsspenning:** Autotransformatorene skal ha meget lav kortslutningsspenning. 1. Utførelse: Autotransformatorene skal ha symmetrisk kortslutningspenning for de to fasene.[1][3] • For egne autransformatorer (eller vanlige transformatorer) i forbindelse med omformere i matestasjoner gjelder også kravet om meget lav kortslutnignsspenning.[3] Teknisk spesifikasjon angir en kortslutningsimpedans på 0,218 Ohm eller relativ verdi 0,4 % for enheter på 5 MVA. For å få lik relativ belastning for autotransformatorer som står montert nært og har forskjellig merkeytelse, vil valg av samme relative kortslutningsimpedans være å foretrekke, altså 0,4 %. Spesielt i prosjekter der utbygging og trafikkvekst skjer i flere trinn over mange år vil dette kunne bli viktig.	Overført til «Komponenter - Autotransformatorer»
3.1	c) **Ytelse:** Autotransformatorene bør ha en nominell ytelse på 5 MVA og ha nøytralpunkt som skal kunne belastes med hele merkeytelsen.[1][3] 1. Utførelse: Kortvarig er det ønskelig at autotransformatorene skal kunne belastes betydelig mer.[3]	Overført til «Komponenter - Autotransformatorer» Teksten er gjennomgått og justert.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	2. Unntak: I helt spesielle tilfeller kan det velges andre ytelser.[3] 3. Vurdering: Egne simuleringer i forbindelse med hovedplanen for banen skal dokumentere behov for større eller mindre ytelse.[3]	
3.1	d) **Tap:** Autotransformatorene bør ha lave tomgangs- og belastningstap.[1][3]	Utgår. «Lave tap» er ikke etterprøvbart. Økonomi og optimaliseringskrav skal ikke angis i Teknisk regelverk, men det forventes selvsagt at dette vurderes ved spesifisering.
3.1	e) **Økonomisk levetidsbetraktninger for autotransformatorer:** Ved innkjøp av autotransformatorer skal elektriske tap over forventet drifts-/levetid hensynstas.[1] 1. Utførelse: Transformatoren skal forutsettes å stå spenningssatt kontinuerlig (8760 timer pr. år) og tomgangs- og belastningstap beregnes ut fra dette. 2. Utførelse: Kalkulasjonspris for energi innkjøpt til jernbanen bør baseres på historiske priser over flere år. 3. Utførelse: For fastsettelse av økonomiske parametre som kalkulasjonsrente, levetid, årlig prisvekst, etc. bør «Metodehåndbok – Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen» legges til grunn. 4. Utførelse: En representativ belastningssyklus bør antas eller belastningssyklus i teknisk spesifikasjon benyttes for beregningene. 5. Utførelse: Beregnede tapskostnader bør tillegges transformatorens innkjøpskostnad ved sammenligning mellom ulike leverandører.	Utgår. Økonomi og optimaliseringskrav skal ikke angis i Teknisk regelverk, men det forventes selvsagt at dette vurderes ved spesifisering.
3.1	f) **Autotransformatorer ved overgang til BT-system:** Ved bygging av AT-systemet på deler av en matestrekning skal det undersøkes om det er behov for	Utgår Belastning av transformatorer er uansett del av prosjekteringen.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	to eller flere autotransformatorer i overgangen mellom AT- og BT-system.[1][3] 1. Verifikasjon: Dette behovet skal verifiseres ved beregninger.	Ved usikkerhet i prosjekter rundt dette må det løses med opplæring. Det er mange mulige løsninger her som hver har sine fordeler og ulemper. Dette kravet angir bare at dette skal undersøkes. Det gir ingen veiledning rundt hvordan man kan undersøke det.
3.1	g) **Autotransformatorer ved midlertidig overgang fra enkeltsporet strekning med BT-system til dobbeltspor med AT-system:** Autotransformatorer skal kobles sammen slik at PL fra begge sporene kobles mot kontaktledningen på sporet med BT-system.[5], i Figur 3 er dette vist for et tilfelle uten koblingshus. 1. Utførelse: Antall autotransformatorer og brytere skal vurderes i det enkelte tilfelle. 2. Utførelse: Behov for eget koblingshus skal vurderes i hvert enkelt tilfelle basert på selektivitet og tilgjengelighet.	Utgår Det er mange mulige måter å løse dette på, og den metoden som er angitt her fører ikke til lastdeling mellom autotransformatorene. Det er vanskelig å gi krav rundt hvordan dette skal løses, så vi tenker at dette må løses med opplæring.
3.1	h) **Standardisering:** Det bør benyttes samme type autotransformatorer i hele anlegget av hensyn til ombyttbarhet og reserve.	Utgår Teknisk regelverk skal stille krav til egenskaper men ikke til type.
3.1	i) **Påregnelige innkoblingsstrømmer:** Autotransformatorene innkoblingsstrømmer skal hensynstas ved spenningssetting av matestrekninger. 1. Utførelse: Lastskillebrytere for AT-ledere skal velges slik at de kan tåle innkoblingsstrøm ved spenningssetting av én autotransformator. 2. Utførelse: Prøvemotstand i omformerstasjon skal ha termisk kapasitet for påregnelige strømmer og tilstrekkelig antall innkoblingsforsøk, se krav i Banestrømforsyning, Prosjektering og bygging, Vern, Prøving ved innkobling.	Ivaretatt av krav til LS-brytere. Ivaretatt av krav til vern i matestasjoner.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
3.1	j) **Kabel for autotransformatorer:** Høyspenningskabler til autotransformatorer skal minimum dimensjoneres for nominell belastningsstrøm (referert til autotransformatorens primærspenning (30 kV)).[3]	Krav for dimensjonering av kabler gjelder generelt i «andre elektriske ledere». Det er gitt veiledning i «komponenter – autotransformatorer» om at kontinuerlig belastningsstrøm for en 5 MVA autotransformator er 150 A i PL og NL, og 300 A i retur.
3.2	a) **Avstand mellom autotransformatorer:** Avstand mellom autotransformatorer skal velges slik at potensialet i returkretsen begrenses til akseptabelt nivå i henhold til *Lenke:* Felles elektro, Prosjektering og bygging, Jording og utjevning, Potensial i returkretsen, og for å begrense indusert spenning til parallelle telekabler til akseptabelt nivå i henhold til *Lenke:* Felles elektro, Prosjektering og bygging, Jording og utjevning, Kabler for lavspenning. 1. Utførelse: Det kan alltid velges en avstand mellom autotransformatorer inntil 10 km. for enkeltspor og 15 km. for dobbeltspor. 2. Utførelse: For vurdering av økt autotransformatoravstand utover verdiene angitt i (1) kan potensial i returkretsen og indusert spenning til parallelle ledere ved ulik avstand mellom autotransformatorer og ved ulik avledning mellom returkrets og jord, som angitt i *Lenke:* Kontaktledning, Prosjektering og Bygging, Kontaktledningsutforming, Vedlegg; Elutforming-E legges til grunn. 3. Unntak: På strekninger som ikke har parallelle telekabler med gjennomgående metalliske elementer nærmere enn 100 m til hver side for jernbanetraseen, er det ikke nødvendig å vurdere indusert spenning. 4. Utførelse: Autotransformatorer skal plasseres ved hver avgang for enfaset koblingsanlegg.[5] 5. Utførelse: Tofaset koblingsanlegg med belastbart nullpunkt kan erstatte autotransformator(er).[5] • Tofaset koblingsanlegg uten belastbart nullpunkt påvirker ikke plassering av autotransformatorer.[5]	Overført til Elutforming E og Elutforming F, og til Komponenter, Transformatorer, Autotransformatorer (og skrevet om). Dette gjelder uavhengig av hvilket AT-system som velges.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	• Antall autotransformatorer og belastnignsevne må vurderes.[5] I spesielle tilfeller kan andre AT-systemer med sugetransformatorer og egne returledere vurderes om det settes uvanlig strenge krav til EMC-forhold. Egne utredninger for dette må i så fall gjøres.	
3.2	b) **Utfall av autotransformator:** Fordi utfall av en autotransformator vil føre til økt potensial i returkretsen og økt induksjon til parallelle telekabler, skal det finnes operative rutiner for å håndtere slike utfall. 1. Operative tiltak: Det skal finnes rutiner for raskt bytte av autotransformator slik at situasjonen med økte berøringsspenninger i anlegget blir mest mulig kortvarig. 2. Operative tiltak: Det bør finnes rutiner som begrenser berøring av returkretsen i aktuelt AT-vindu ved utfall av en autotransformator. 3. Operative tiltak: Rutiner for å begrense berøringsspenning ved utfall av en autotransformator kan omfatte begrenset strømtrekk fra tog i aktuelt AT-vindu ved utfall av en autotransformator.	Overført til Komponenter – Transformatorer – Autotransformatorer.
3.2	c) **Avstand til kl-anlegg:** Kabel fra kl-mast til autotransformator bør maksimalt være 60 m.[1] 1. Utførelse: Ved lengre kabler vil det være behov for overspenningsvern i begge ender, se *Lenke:* Felles elektro, Prosjektering og bygging, Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse, Overspenningsvern ved autotransformatorer.	Utgår Kravet framgår uansett fra Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse i Felles Elektro.
3.2	d) **Plassering av autotransformator:** Autotransformatorer skal installeres slik at følgende funksjonskrav ivaretas: • hindre adgang for uvedkommende • beskytte mot klimatiske påkjenninger • ha tilstrekkelig ventilasjon 1. Utførelse: Installasjoner for autotransformator skal utformes i henhold til NEK 440 og Felles elektro,	Overført til «Komponenter – Autotransformatorer» (og skrevet om)

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	Prosjektering og bygging, Elektrotekniske bygninger og rom. Signaloverføring fra sensorer eller lignende er normalt ikke nødvendig. Mobil lyskilde (hodelykt) brukes for vedlikeholdsarbeid der det ikke er tilgjengelig lokal elektrisk forsyning.	
3.2	e) **Tilgang til autotransformatorene:** Autotransformatorene bør plassere nær kjørbar vei slik at det ved bygging, inspeksjon og vedlikehold er mulig å komme til uten bruk av skinnegående kjøretøy.[1]. I praksis vil det være mest hensiktsmessig å plassere autotransformatorene i kiosk i utkanten av stasjonsområdene. Her vil det normalt være atkomst via vei og tilstrekkelig tomt/grunn eid av Bane NOR til at transformatoren kan plasseres på egen grunn. I tillegg vil det på stasjonene normalt være størst samtidig belastning fra to kryssende tog (med samtidig akselerasjon) slik at det ut fra elektrisk dimensjonering er mest gunstig å plassere transformatorene her. I spesielle tilfeller der flere autotransformatorer skal stå tett sammen kan egne bygg som kan romme flere enheter vurderes. Det er således ikke nødvendig å plassere flere enheter i hver sin separate kiosk.	Overført til «Komponenter – Autotransformatorer» (og skrevet om)
3.2	f) **Hensyn til bebyggelse:** kiosken med autotransformatoren skal stå lengst mulig unna andre tekniske viktige anlegg, bebyggelse, steder der folk oppholder seg og antennelige bygninger.[1] 1. Unntak: Om ikke dette kan gjøres skal egne vern for autotransformatorene vurderes, se e). 2. Utførelse: Ved plassering av autotransformatoren nær oppholdssteder for personer skal bygning eller kiosk utformes slik at installasjonen ved brann eller eksplosjon ikke representerer noen personrisiko.[3] 3. Utførelse: Ved plasseringen av autotransformatoren skal det også tas hensyn til akustisk støy som kan virke sjenerende på beboere i nærheten.[3] Erfaring så langt med autotransformator type KYRU 36 NC 3250 fra ABB er at den gir knapt hørbar støy utenfor kiosken. Ved målinger er det påvist at støyen (Mean sound level) fra denne autotransformatoren (uten kiosk) er på 44	Overført til «Komponenter – Autotransformatorer» (og skrevet om)

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	dB. Dette tilsvarer lydnivå i området mellom viskning og normal tale.	
3.2	g) **Plassering av autotransformator i forhold til spor:** Ved utsetting av kiosk for autotransformator skal det tas hensyn til plassering i forhold til spor. 1. Utførelse: Der utformingen av autotransformator, kiosk og fundament er planlagt med detaljer som for eksempel kabelinnføring, dørplassering, plassering av jordskinne i fundament og inspeksjons- og pumperør, skal det tas hensyn til dette ved plassering i forhold til spor. 2. Utførelse: Døren til kiosken bør vende bort fra spor. 3. Utførelse: Tilgang til instalasjonen bør planlegges slik at det ikke kreves sportilgang for å inspisere autotransformatoren. Det er gunstig om døren vender bort fra sporet slik at ikke snø og is ved brøyting sperrer døren. For å gjøre fremtidig tilsyn enkelt og minst mulig ressurskrevende vil kort avstand fra bilvei gi lettvint tilgang.	Overført til «Komponenter – Autotransformatorer» (og skrevet om)
3.2	h) **Tunneler:** Autotransformatorer skal i henhold til veiledning til FEF så langt det er praktisk mulig ikke plasseres i tunnel. 1. Utførelse: For tunneler opp til 12 km skal autotransformatoravstanden tilpasses mellom 6 og 12 km slik at autotransformatorene plasseres på utsiden av tunnelen. 2. Utførelse: For tunneler over 12 km skal veiledningen til FEF følges, som krever at oljefylte transformatorer plasseres i rom for høyspenningsanlegg som har trykkavlastning atskilt fra adkomst og rømningsveier. 3. Betingelse til 2: Teknologi skal konfereres ved plassering av autotransformator i tunneler.[3]	Utgår. Det er tillatt å plassere autotransformatorer i jernbanetunneler – som andre typer transformatorer. Kravet henviser til FEF – og det er feil. Veiledningen til FEF stiller krav vedrørende veitunneler, men det er ikke relevant for jernbane. Det vil ofte ikke være nødvendig å sette en autotransformator inne i en tunnel – vi må forvente at prosjekterende finner ut av hva som er mest hensiktsmessig – men det er ikke riktig å stille krav om dette.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
3.2	i) **Vern for autotransformatorene:** Impedansrele i mateenhetene skal normalt fungere som hovedvern for autotransformatorene.[1][6] 1. Unntak: Om autotransformatorene av noen spesiell grunn plasseres i eget rom for transformator i bygning skal alle de vern og utstyr som er vanlig for slike installasjoner vurderes. 2. Dokumentasjon: Alle vurderinger skal dokumenteres og begrunnes. Autotransformatorer i kiosk er ikke planlagt utstyrt med egne vern (Buchholtz-relé, differensialvern eller overtemperaturvern) eller effektbrytere for selektiv og hurtig utkobling. Årsaken til dette er lav risiko for feil, samt at kostnadene for denne typen vern og effektbrytere i tilknytning til hver autotransformatorer vil bli meget store.	Overført til «Komponenter – Autotransformatorer»
3.2	j) **Berøringssikre terminaler:** Det skal benyttes berøringssikre termineringer og kabelavslutninger på autotransformatorene for økt sikkerhet.	Overført til «Komponenter – Autotransformatorer»
3.2	k) **Påregnelige kortslutningsstrømmer:** Det skal hensyntas at autotransformatorene har en definert høyeste tillatelig kortslutningsstrøm ved dimensjonering av anlegget. 1. Utførelse: Om nødvendig skal to autotransformatorer (eventuelt flere) kobles i parallell der kortslutningsstrømmen er større enn hva autotransformatorene vil kunne tåle. 2. Utførelse: Andre tiltak for harmonisering kan vurderes, og eksempler er bruk av autotransformatorer som tåler større kortslutningsstrøm eller at det planlegges med statiske omformere i banestrømforsyningen som reduserer total kortslutningsstrøm. I henhold til teknisk spesifikasjon for autotransformatorer kreves det at disse konstrueres for en kortslutningsstrøm på 12 kA gjennom nøytralpunktet og 6 kA gjennom hver av viklingene. Med andre ord har autotransformatorene en definert høyeste tillate kortslutningsstrøm som i noen tilfeler er lavere enn kortslutningsytelsen i kraftsystemet.	Overført til «komponenter – autotransformator»

Avsn	Kravtekst	Håndtering
4.1	a) **Seksjonering av kontaktledningen**: Seksjonering av kontaktledningen bør gjøres med maksimalt 6 km avstand mellom hvert seksjonsdele slik som Figur 1 viser.[1] 1. Utførelse: Hver kl-seksjon skal mates via en skillebryter fra PL midt på seksjonen (T-mating).[1] 2. Utførelse: I tilfeller der matingen fra PL ikke kan skje midt på seksjonen kan forskyvninger tillates, og endematede seksjoner tillates. 3. Utførelse: For endematede kl-seksjoner bør lengden være maksimalt 3 km.[1] 4. Utførelse: Det skal ikke være seriekoplede brytere i kontaktledningen som gjør det mulig å sammenkoble to kontaktledningsseksjoner som hver for seg mates fra PL.[1] 5. Utførelse: Seriekoblede brytere kan benyttes fra en kontaktledningsseksjon mot sidespor, buttspor, industrispor eller lignede.[1]	Ivaretatt av Elutforming E.
4.1	b) **Spenning over seksjoner av kontaktledningen**: Det skal ikke være mer enn 1200 V mellom to kontaktledningsseksjoner ved de belastningsstrømmer som normalt opptrer i anlegget.[1][7][8] 1. Vurdering: På strekninger med liten belastning der det forventes å være bare ett tog inne på en kl-seksjonen av gangen og avstanden mellom togene normalt utgjør to seksjoner mellom autotransformatorer (20 – 24 km) kan kl-seksjonene tillates å være opp til 10 km lange (midtmatet).[1] Dagens praksis med forbigangsledning over stasjoner videreføres med AT-systemtet ved at AT-lderene har denne funksjonen.	Ivaretatt av Elutforming E.
4.1	c) **Uavhengig seksjonering av stasjoner:** Kontaktledningen på stasjoner (fra innkjør A til innkjør B) skal kunne seksjoneres uavhengig av det øvrige kl-nettet.[1] 1. Utførelse: Kontaktledningen for stasjoner utføres som en egen T-matet seksjon, se Figur 6.	Utgår Gjelder generelt og ikke spesifikt for AT-system eller Elutforming E. Det må da gå fram i kapittel for seksjonering.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
4.1	d) **Seksjonsfelt:** Skille mellom de ulike seksjonene i kl-nettet skal utføres som seksjonsfelt, se Kontaktledning, Prosjektering, Seksjonering.	Utgår. Dette står i Kontaktledning/Seksjonering.
4.1	e) **Seksjonering av kontaktledningen i forbindelse med koblingshus og matestasjoner:** Kontaktledningsseksjon skal normalt plasseres rett utenfor koblingshus eller matestasjon slik som Figur 4 og Figur 5 viser. 1. Unntak: På stasjonsområder følges krav gitt i Kontaktledning, Prosjektering, Seksjonering, Plasering av seksjonsfelt ved hovedsignal.	Utgår Figur 4 og 5 er overført til «komponenter – autotransformator»
4.1	f) **Elektriske tilkoblinger i seksjonsfelt**: skal utføres som beskrevet for parallellfelt, se *lenke:* Kontaktledning, Prosjektering, Seksjonering, Elektrisk tilkobling i seksjonsfelt.	Utgår.
4.2	a) **Seksjonering ved autotransformatorer:** AT-lederne skal kunne seksjoneres ved hver autotransformator, og for AT-leder i begge retninger, se Figur 6.[1] 1. Utførelse: Normalt skal bryterne for seksjonering plasseres i masten nærmest autotransformatoren.[3] 2. Unntak: Bryterne kan, der stasjonsutforming gjør det hensiktsmessig for frakobling, være plassert ved innkjørsignalene.[3]	Overført til Komponenter-Autotransformatorer.
4.2	b) **Samtidig utkobling av AT-ledere:** Det skal benyttes 2-polede lastskillebrytere som gir samtidig brudd i PL og NL.[1]	Overført til Elutforming E og Elutforming F.
4.2	c) **Fjernstyrte brytere:** Alle brytere i PL og NL bør være fjernstyrt.[1]	Ivaretatt i «Komponenter – brytere»
4.2	d) **Maksimumsavstand ved ensidig mating fra en autotransformator:** Ved utkobling av AT-ledninger mellom to autotransformatorer bør det alltid være en autotransformator på enden av den siste spenningssatte seksjonen mellom autotransformatorene.[1] 1. Utførelse: Ensidig matede seksjoner bør ikke være lengre enn 6 km totalt, regnet fra nærmeste autotransformator.	Utgår. Kravet er begrunnet med overført spenning til parallelle telekabler. Temaet er håndtert i Elutforming E og Elutforming F. Vi vurderer risikoen for brudd på grenseverdier ved avviksdrift som lav. Det er

Avsn	Kravtekst	Håndtering
		unødvendig begrensende å videreføre dette kravet.
4.2	e) **Brytere for AT-ledere ved matestasjoner:** Ved en matestasjon med AT-system i flere retninger (mer enn én linjeavgang til AT-system) skal alle AT-lederne kunne sammenkobles ved feil på en samleskinneseksjon eller ved feil på effektbryter på linjeavgangene fra samleskinneanlegget.[1] Behov for å slå av spenningen for en autotransformator ansees for å være meget lite. Autotransformatorene trenger normalt bare tilsyn og spenningen trenger ikke å være avslått for å gå inn i en kiosk for autotransformator for inspeksjon. Spesielt ved bruk av berøringssikre termineringer for AT-ledningene, blir ingen deler av autotransformatoren og kiosken berøringsfarlige. I sjeldne tilfeller der en autotransformator havarerer, vil tilkoblingene like godt kunne skrues av manuelt. Skillebrytere for hver autotransformator representerer dermed bare et unødvendig vedlikehold. Se forøvrig Figur 6.	Utgår. Temaet ivaretas av koplingskonseptet, men selve kravet ser ut til å utgå. En redusert versjon av lærebokteksten er tatt inn i Komponenter – Transformatorer – Autotransformatorer.
5	a) **AT-system på dobbeltspor:** Det skal bygges kl-anlegg med AT-system med seksjonert kontaktledning på dobbeltsporede strekninger.[9]	Utgår Temaet håndteres av «Elektrisk utforming av kontaktledning»
5	b) **Separate AT-systemer:** Det skal være separate AT-systemer for de to sporene med negativ (NL)- og positivleder (PL) på mastetopp for hvert av kl-anleggene.[9]	Utgår Dette er beskrevet i Koplingskonsept
5	c) **Separate autotransformatorer:** Det skal være separate autotransformatorer for hvert av sporene.[9]	Utgår Dette er endret for koplingskonsept 2L.
5	d) **Autotransformatorer på samme sted:** Autotransformatorene for de to sporene skal normalt plasseres på samme sted (samme km) og på hver sin side av traseen.[10] 1. Utførelse: Autotransformatorer kan stå hvor som helst i forhold til stasjoner og sporsløyfer.[9] 2. Unntak: Autotransformatorene kan unntaksvis plasseres på samme side av sporet om praktiske forhold tilsier det.[10]	Utgår Dette er beskrevet i koplingskonseptet.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	3. Utførelse: Ved plassering av autotransformatorer på samme side av sporet skal god og entydig merking av hvilken enhet som tilhører hvilket spor settes opp.[10]	
5	e) **Positivleder nærmest kl- anlegget:** Positivlederen (PL) for begge sporene skal være nærmest kl-anlegget for begge spor.[10] For tilfeller med sporgrupper og fremføring av flere sett med positiv- og negativleder på åk kan det være problematisk å indentifisere lederne. I slike tilfeller vil konsekvent fremføring av positivlederen til høyre sett mot stigende km kunne forenkle indentifiseringen. 1. Utførsel: Hver gruppe bør holdes adskilt for å forenkle vedlikeholdsarbeidet.[10] 2. Utførsel: På sporområder skal entydig og hensiktsmessig merking av hver gruppe av AT-ledere og den enkelte leder utføres.[10]	Håndtert i Elutforming E. Tilstrekkelig adskillelse og merking av ulike kurser er nødvendig og krav i FEF for at misforståelser og ulykker skal unngås. Dette er tatt med men teksten er skrevet om.
5	f) **AT-ledere i samsvar med aktuelt spor:** AT-ledere over stasjoner skal plasseres/forlegges slik at vedlikeholdsarbeid på disse kan utføres uten å påvirke trafikk i nabospor (frakobling eller disponering). 1. Utførelse: AT-ledere skal som hovedregel plasseres i topp av master nærmes spore de tilhører. 2. Utførelse: På stasjoner med flere grupper av AT-ledere kan disse, så langt mekaniske krefter tillater det, plasseres nærmest det spor de tilhører.[10] 3. Utførelse: Der en må begrense mekaniske krefter på åk, skal AT-ledere plasseres på mastene og merkes tydelig med hvilket KL-anlegg/spor de hører sammen med. 4. Utførelse: Fører plasseringen av AT-ledere i master til at disse føres over publikumsområder på stasjoner skal disse forlegges som kabel i kabelkanal forbi disse områdene.	Utgår Dette er ikke et nødvendig krav – generelle prosjekteringsregler vil gi fornuftig resultat her.
5	g) **Fjernbetjente brytere mellom positivleder (PL) og kontaktledning:** Det skal være fjernstyrte skillebrytere for forbindelsen mellom positivleder og kontaktledning.[10]	Utgår Gjelder generelt for Elutforming E. Er ikke spesielt for dobbeltspor.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
5	h) **Seksjonering av kontaktledningen:** Seksjonering av kontaktledningen bør gjøres med maksimalt 5 km avstand slik som Figur 1 viser. 1. Unntak: kortere seksjoner kan velges om belastningen tilsier det.	Utgår Håndtert med generelt krav i Elutforming E.
5	i) **Seksjonering av kontaktledning må tilfredsstille trafikkreglene:** Seksjoneringen skal utformes slik at krav i Kontaktledning/Prosjektering/Seksjonering pkt. 2.6.3 - Plassering av seksjonsfelt ved hovedsignal, blir oppfylt for begge signalene. Se for øvrig i Figur 7.	Ivaretatt av koplingskonsept.
5.1	a) **Seksjonering med brytere i sporsløyfer:** Det skal være mulighet for seksjonering med fjernbetjente 2-polet lastskillebrytere for NL og PL ved signalene i forbindelse med sporsløyfe.[9] 1. Utførelse: Seksjonering av kontaktledningen skal gjøres som vist i Figur 7.	Ivaretatt av koplingskonsept.
5.1	b) **Brytere mellom positivleder (PL) og kontaktledningen i sporsløyfer:** Mating fra positivleder til kontaktledningen skal skje via fjernstyrte skillebrytere.[10]	Utgår Ivaretatt av koplingskonsept.
5.2	a) Sonegrensebrytere utføres som for enkeltspor: Sonegrensebrytere skal utføres på samme måte som for enkeltsporede strekninger, se avsnitt Sonegrensebryter. 1. Unntak: Imidlertid kan det isteden settes opp enkle koblingshus med felles to-polet samleskinne for de to sporene. Dette vil bli en parallellkobling mellom de to kl-anleggene som øker overføringsevnene.[9]	Utgår. Håndtert i Banestrømforsyning.
6	a) **Avstand til omgivelsene:** FEF § 8-4 krever at kontaktledningsanlegg *skal* ha tilstrekkelig avstand til omgivelsene eller hindere for å unngå fare for personer og for materielle verdier.	Utgår. Generelt krav, er ikke spesielt for Elutforming E.
6	b) **Påvirkning på andre ledningsanlegg:** FEF §7-5 krever at fellesføringer av ledningsanlegg *skal* utføres slik at det ikke oppstår unødig fare ved overførte spenninger, induserte påvirkninger eller sammenslag.	Utgår Ivaretatt i Elutforming E og Elutforming F.
6	c) **Avstand innbyrdes:** FEF § 6-4 krever at spenningssatte deler *skal* ha tilstrekkelig avstand	Utgår. Ivaretatt i Felles Elektro.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	innbyrdes og til anleggsdeler med jordpotensiale for sikker drift.	
6	d) **Uavhengig AT-ledere:** Alle anlegg på enkeltsporet bane skal planlegges og bygges slik at det teknisk er mulig å frakoble og jorde kl-anlegget samtidig som AT-ledere er spenningssatt.[1] 1. Unntak: Dette gjelder ikke for tunneler der AT-ledere fremføres som uisolerte ledere.	Utgår. Ivaretatt av beskrivelse av elutforming E med høye master.
6	e) **Forberedelse for jordingskule:** Alle kl-master for anlegg med AT-system skal ha hull for jordingskule på egnet sted, beskrevet i Bane NORs systemtegninger for kontaktledningsmaster. 1. Utførelse: Jordingskule og -krok skal monteres på utvalgte kl-master etter behov på den enkelte strekning	Ivaretatt i Elutforming E og Elutforming F.
7	a) **Seksjonering av kontaktledningen:** Kontaktledningen *skal* i henhold til TSI-sikkerhet i jernbanetunneler være seksjonert i seksjoner ikke lengre enn 5 km. 1. Utførelse: Det *skal* være så få brytere som mulig. 2. Utførelse: Seksjonsskillene skal samordnes med plasseringen av signaler, avstand mellom togene i normal drift og antallet tog i tunnelen samtidig.[11][12] 3. Utførelse: Seksjonene bør være like lange.[12] 4. Utførelse: Det skal ikke være flere brytere for NL og PL enn det som regelverket for øvrig stiller krav om.[12] 5. Utførsel: På dobbeltspor skal kl-anleggene for hvert av sporene kunne seksjoneres og jordes uavhengig av hverandre. 6. Unntak: I tunneler der signalsystemet ikke tillater mer enn ett tog av gangen, trenger en ikke ta spesielt hensyn til seksjonering. 7. Unntak: Tunneler etter hverandre *skal* defineres som én tunnel om begge disse forholdene er oppfylt: 1. Det er kortere enn 500 m i fri luft mellom tunnelene. 2. Det ikke er mulighet for å komme inn på sikkert område mellom de to tunnelene.	Utgår. Ikke spesifikt for Elutforming E. TSI-en er til revisjon nå – Basert på høringsversjonen forventer vi at TSI-kravet blir et kan-krav.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	Med sikkert område menes her område der personer kan løpe unna jernbanesporet. Er det en bru over en elv mellom de to tunnelene er ikke dette et sikkert område.	
7	b) **Brytere for seksjonene:** Det *skal* i henhold til TSI-sikkerhet i jernbanetunneler være mulighet for både fjernstyring og manuell betjening av brytere for hver seksjon av kontaktledningen. 1. Utførelse: Plasseringen av brytere mellom PL og kontaktledningen midt på hver seksjon av kontaktledningen skal være som for AT-systemet generelt.[11][12] 2. Utførelse: Det skal brukes lastskillebrytere.[11][12] 3. Utførelse: Det *skal* være lys og komunikasjonsmuligheter ved bryteren for seksjonene.	Utgår. Dette er ikke spesifikt for Elutforming E. TSI-kravene er også endret sammenliknet med dette.
7	c) **Jording av AT-systemet (og indirekte jording av kontaktledningen – seriejord):** Det *skal* i henhold til TSI-sikkerhet i jernbanetunneler kunne foretas fjernstyrt frakobling og jording av kontaktledningsanlegg i tunneler. 1. Utførelse: I matestasjoner og koblingshus skal det være muligheter for frakobling og endepunktsjording av NL og PL for alle avganger til matestrekninger med tunneler.[11][12] 2. Utførelse: Frakobling og jording skal skje for alle innmatepunkter for den aktuelle tunnelstrekningen.[11][12] 3. Utførelse: Jordbryterne skal ha stillingsindikering for signal som bekrefter at jordingen er lagt inn.[11][12] 4. Utførelse: Brannmannskaper skal være instruert til å benytte spenningstester og jordingsutstyr som de selv bærer med seg til ulykkesstedet.[11][12]	Utgår Håndtert i vedlegg til Elektrisk utforming – om jording av kontaktledning i tunneler.
8	**a) Dimensjonering for minimumsavstand mellom AT-ledere og kl-anlegg:** Ved beregning skal det tas hensyn til maksimal pilhøyde og maksimal (dimensjonerende) vindutblåsning for de fast innspente ledningene.[1] 1. Utførelse: Det skal tas hensyn til den tilleggsbelastning som AT-ledningene påfører mastene.[1]	Utgår. Beskrives i krav til master og fundamenter.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	2. Utførelse: Det skal gjøres en vurdering av om mastene bør dimensjoneres for ytterligere belastning med flere ledere som eksempelvis langsgående jordleder i mast.[1] 3. Utførelse: Dimensjonering av master og fundamenter skal gjøres i henhold til Kontaktledning, Prosjektering, Konstruksjoner.	
8	b) **Kurvebardun:** Det bør unngås å benytte kurvebardun.[1]	Utgår. Gjelder generelt. Beskrives i krav til master og fundamenter.
9	Relevern på utgående linjeavganger vil fungere som vern for alle kortslutninger i kl-anlegget og AT-lederne, samt også være hovedvern for autotransformatorene. Innstillingen av vernene (distanse- og overstrømsvern) gjøres i henhold til Banestrømforsyning, Prosjektering og bygging, Vern.	Utgår som krav. Jernbanekompetanse.no bør få en læreboktekst om vern i AT-system (med kopling av målekretser, bruk av symmetriske komponenter, etc). Spesielt fordi AT-system i jernbane er den eneste anvendelsen vi kjenner til av tofasevern.
10.1	a) **Sonegrensebryter:** Der avstanden mellom to matestasjoner er 60 km eller lengre, skal det etableres en sonegrensebryter mellom matestasjonene, se figur Figur 8. 1. Utførelse: Sonegrensebryteren skal være utrustet som beskrevet i Banestrømforsyning, Prosjektering, Sonegrensebryter. 2. Utførelse: Sonegrensebryteren skal bryte PL og NL samt koble fra dødseksjonen for kontaktledningen, se Dødseksjoner.	Utgår Håndteres i Banestrømforsyning.
10.2	a) **Behov for dødseksjoner:** I AT-system skal det være dødseksjon ved hver sonegrensebryter.[1] 1. Effektbryteren i sonegrensebryteren skal i tillegg til å bryte forbindelsen til å bryte PL og NL også etablere enn dødseksjon i kl-anlegget.[1] 2. Dødseksjon i kl-nettet skal utføres som vist i Figur 9. 3. Dødseksjonen skal normalt ligge innkoblet.[1]	Utgår Håndteres i Banestrømforsyning og i Seksjonering.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	4. Lengden på selve dødseksjonen i kl-anlegget skal være minst 402 m og utføres i henhold til Kontaktledning, Prosjektering, Seksjonering.	
11	a) **Kompatibilitetstudie**:Analyser av lavfrekvent stabilitet og elektrisk resonansstabilitet skal gjøres i henhold til Banestrømforsyning, Prosjektering og bygging, Kraftsystem, Overharmoniske og dynamiske fenoméner. 1. Utførelse: Dersom det er sannsynlig at det oppstår resonansfrekvenser i området mindre enn 250 Hz skal stabilitetsanalyser gjennomføres. 2. Betingelse til 1: Teknologi skal konfereres ved kabelandel over 10 % på en matestrekning. Følgende forhold tilsier resonansfrekvenser lavere enn 250 Hz: • lange seksjoner mellom to matestasjoner med andel kabel over om lag 10 % av strekningen • ensidig matede seksjoner på omlag 40 km eller mer med kun ett omformeraggregat i drift • ensidig matede lange seksjoner over om lag 80 km	Utgår. Dette er krav i kraftsystemkapittelet og bør gjøres på utredningsnivå. Dette er tatt med som en referanse til Banestrømforsyning-Kraftsystem, der Banestrømforsyning-Kraftsystem har blitt utvidet noe for å beskrive dette.
11	b) **Spenningsregulatorens statikk:** På grunn av den lave overføringsimpedansen gitt av AT-system skal det vurderes en fallende spenningskarakteristikk i matestasjonene for å stabilisere disse mot hverandre og redusere effektflyten mellom dem, se også Banestrømforsyning, Vedlikehold, Energiforsyning. Ved innkobling av lange linjer er det fare for koblingsoverspenninger. Med linjer som har lave resonansfrekvenser (stort innslag av kabler) er sannsynligheten for store overspenninger større. Ved innkobling med effektbryter og prøvemotstand er dette uproblematisk, men ved innkobling uten prøvemotstand (med lastskillebryter eller effektbryter i sonegrensebryter) kan det gi uakseptabelt høye koblingsoverspenninger.	Utgår. Krav i Kraftsystem. Håndteres på utredningsnivå.
11	c) **Prøvemotstand:** Innkobling av lange linjer uten bruk av prøvemotstand bør begrenses.	Utgår Det er uansett krav om bruk av prøvekrets.

Avsn	Kravtekst	Håndtering
	1. Utførelse: kravene til vern ved innkobling i Banestrømforsyning, Prosjektering, Energiforsyning, Vern ved innkobling skal følges.	
12	a) **Forberedelse:** Ved fornyelse av kl-anlegg (nye master og nytt ledningsanlegg) på strekninger der AT-system senere kan være aktuelt å bygge ut, skal det ved planleggingen og gjennomføringen av kl-fornyelsen forberedes for AT-system.[1] 1. Utførelse: Master og fundamenter skal tilpasses AT-system.[3] 2. Utførelse: Det bør prosjekteres med færrest mulig kryssinger av sporet.[3] 3. Utførelse: Ved kryssing av sporet (sidebytte) skal systemtegning for kryssing med AT-leder benyttes slik at krav til utnyttelse og utbøying overholdes.[3] 4. Utførelse: Forberedelse for fremtidig seksjonering av AT-ledninger og kontaktledning bør utføres for det fremtidige AT-systemet.[3] 5. Utførelse: Dimensjonering av beskyttelsesjording skal gjøres slik at den tilfredsstiller kravene når det bygges AT-system.[3]	Utgår Skal defineres på utredningsnivå og beskrives i Elektrisk utforming.
12	b) **AT-ledere som returledere:** Dersom det bygges kl-anlegg forberedt for AT-system, så kan AT-lederne (midlertidig) benyttes som returledere i et BT-system.[3] 1. Utførelse: Sugetransformatorer skal da benyttes som vanlig.[3]	Utgår Skal defineres på utredningsnivå og beskrives i Elektrisk utforming.
13	a) **Overgang fra BT- og AT-system:** For å kunne drifte et kl-anlegg (også i en anleggsperiode) skal det enten være et operativt konvensjonelt kl-system med sugetransformatorer (BT-system) der minst halvparten av sugetransformatorene er i drift, eller et AT-system i henhold til kravene gitt her.	Utgår. Dette er del av generelle krav: Det skal alltid være mulig å kjøre planlagt togtrafikk på en kl-strekning. Detaljeringer av dette kan gjøres i veiledning ved behov.