Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.

RISIKOANALYSE, FØRING AV LUFTKABEL (ADSS)

I KONTAKTLEDNINGSMAST

			Einar Langdal Digitalt signert av Einar Langdal Dato: 2024.07.04 11:32:22 +02'00'	michal Digitalt signert av michal Dato: 2024.07.04 10:49:57 +02'00'	fospal Digitalt signert av fospal Dato: 2024.07.04 12:21:11 +02'00'
001	Første utgivelse	04.07.2024	LANEIN	MICHAL	FOSPAL
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av

Risikoanalyse, Føring av luftkabel (ADSS) i kontaktledningsmast	Ant. sider **21**	Fritekst 1d	
		Fritekst 2d	
		Fritekst 3d	
	Produsent	Bane NOR	
	Prod. dok. nr.		
	Erstatning for		
	Erstattet av		
BANE NOR	Drift Dokument nr. RA-2024-1154		Rev. 001

Innhold

1. Innledning 3
1.1. Bakgrunn 3
1.2. Formål 3
1.3. Omfang og avgrensninger 3
1.4. Forutsetninger 3
1.5. Terminologi 3
1.6. Arbeidsgruppens sammensetning 4
2. Metode 4
3. Systembeskrivelse 6
3.1. Problemstilling 6
3.2. Krav i Teknisk regelverk [3] 9
3.3. Krav i FEF 10
4. Identifisering problemstillinger, farer og forslag til tiltak, samt vurdering av risiko 11
4.1. Konklusjon mot Bane NORs risikoakseptkriterier 13
5. Risikoanalyse FEF 14
5.1. Diskusjon 15
5.2. Konklusjon avvik fra krav om fellesføring i FEF 16
6. Vedlegg 17
7. Referanser 17
8. Revisjonsoversikt 17

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Kontaktledningsmaster kan brukes til føring av fiber langs deler av banen som ikke har muligheter til andre føringsveier for fiberkabler.
I forskrift for høgspenningsanlegg, FEF [1], står det i veiledning [2] til § 6-5. Fellesføring (utdrag):

- *Fellesføring høyspenning - teleanlegg*
    - *Fellesføring mellom høyspenningsluftledning og luftledning for teleanlegg er tillatt når høyspenningsluftledningen er utført med belagt line eller som luftkabel, og teleledningen er utført som selvbærende kabel med isolert bæreline eller tilsvarende.*
    - *Høyspenningsluftledning/kabel skal ligge øverst.*

For fiberkabel i luftledning langs spor er ikke kravet hensiktsmessig. Det er ikke praktisk mulig å føre ADSS under kontaktledning der ADSS må krysse over spor.

1.2. Formål

Risikoanalysen skal svare ut avvik fra krav fra veiledning til § 6-5 FEF [1].

Risikoanalysen vil være en del av underlaget for generiske krav Bane NOR skal stilles til i ADSS i kontaktledningsanlegget (KL-anlegget).

1.3. Omfang og avgrensninger

Denne RAMS-analysen er generisk for fellesføring av fiberkabel i kontaktledningsmast

OPGW-kabel er ikke en del av analysen. Primærformål med OPGW-kabel i KL-mast er jording, og OPGW-kabel er en del av høgspenningsanlegget.

Analysen er avgrenset til føring av ADSS-kabel i KL-anlegg, dvs. føring ned langs KL-mast, oppheng i KL-mast og over KL-ledning.

ADSS som ikke er festet KL-anlegget er ikke en del av analysen.

1.4. Forutsetninger

Kabelkanal er hoved-løsning for plassering/føring av ADSS. Unntak fra den løsning skal begrunnes.

1.5. Terminologi

Forkortelse/Uttrykk	Beskrivelse/Definisjoner
ADSS	All-Dielectric Self-Supporting. Selvbærende kabel.
AT-ledere	Kraftledninger som i toppen av kontaktledningsmast med spenningsnivå +/- 15 kV
BL	Bæreline. Bæreline henger over kontakttråd. Bæreline brukes, sammen med hengetråder, for å holde kontakttråd i jevn høyde over sporplan.
EKOM	Omfatter Elektroniske kommunikasjonsnett som bruker transmisjonssystemer (transmisjonsmedier og transmisjonsutstyr), togradio aksess, -kjernenett og informasjonsanlegg til systemer for togframføring. Ligger i TRV, bok 560 EKOM.
FEF	FOR-2005-12-20-1626 Forskrift om elektriske forsyningsanlegg.
KL	Kontaktledning

Forkortelse/Uttrykk	Beskrivelse/Definisjoner
KL-anlegg	Kontaktledningsanlegg
KL-mast	Kontaktledningsmast
OPGW	Optical Ground Wire / Optical Fiber Composite Overhead Ground Wire Fiberoptisk kabel brukt i fellesføring med høyspenning.
Sammenslag	Med sammenslag menes, i denne analysen, sammenslag mellom ledninger i kontaktledningsanlegg. Sammenslag kan oppstå bl.a. som følge av vindlast.
TRV	Teknisk regelverk

1.6. Arbeidsgruppens sammensetning

Analysemøte ble gjennomført 6. oktober 2023 og 1. mars 2024. Analysemøte den 6. oktober hadde mye fokus på togframføringssikkerhet. Mye av resultatene fra analysemøte 6. oktober 2023 er lagt i vedlegg 2. Analysemøte 1. mars fokuserte på krav i FEF [1]. Samlet sett er det vurdert at gruppens samlede kompetanse og erfaring er egnet for de forhold som vurderes.

Navn	Stilling/rolle	Bedrift/enhet	06.10.2023 (Togframførings-sikkerhet)	01.03.2024 (FEF)
Pål Foshaugen	Leder for Teknisk regelverk og Elkraftsystem	Bane NOR Jernbaneteknikk	X	X
Gustav Foseid	Teknisk prosjekteringsleder (EKOM)	Bane NOR IKT Infrastruktur	X	
Johan Seljås	Fagansvarlig Lavspenning og Felles Elektro i TRV	Bane NOR Jernbaneteknikk	X	X
Bjørn Ivar Olsen	Fagansvarlig kontaktledning i TRV	Bane NOR Jernbaneteknikk	X	X
Einar Langdal	RAMS-rådgiver	Bane NOR Jernbaneteknikk	X	X
Ander Back	Assisterende sakkyndig driftsleder	Bane NOR Elsikkerhet		X

Etter analysemøte er utkast til rapport sendt ut på høring til alle analysedeltakerne. Alle kommentarer fra høring er blitt tatt hensyn til i denne versjonen av analysen.

2. Metode

Analysegruppen har sett på krav i FEF [1] og i veiledning til FEF [2].

For denne analysen er de mest relevante krav i FEF i § 6-5. Fellesføring og § 8-5. Sikkerhetstiltak for master i kontaktledningsanlegg.

I veiledning til FEF står det at «Høyspenningsluftledning/kabel skal ligge øverst». Dette er et generelt krav til Fellesføring mellom høyspenningsluftledning og luftledning for teleanlegg. For ytterligere informasjon, se kapittel 3.1. Veiledningen [2] gir også beskrivelse for hvordan avvik fra krav i veilederen skal behandles. For ytterligere informasjon, se kapittel 3.3.

I veilederen anbefales det både å bruke risikoanalyser og å bruke «… en relevant aksepterte internasjonal norm fra IEC, CENELEC, IEEE, …» «… som grunnlag for utførelsen av anlegget.». Analysegruppen har søkt i relevante internasjonale normer, men har ikke funnet beskrivelser av løsninger eller krav som kan brukes som grunnlag for løsninger for føring av ADSS i KL-mast.

Skal krav i veileder er ikke å anse som absolutt krav, ref. innledning til veiledning FEF [2]. Avvik fra krav skal begrunnes og risikovurderes.

I denne analysen er det gjennomført en enkel vurdering av konsekvensen av å ikke følge krav i veiledning til FEF veiledning om at høyspenningskabel skal ligge øverst.

Risikovurderingen ser i utgangspunktet kun på problemstillinger som følger av at krav i FEF-veiledning, om at høyspenningskabel skal ligge øverst, ikke følges for ADSS-kabel i KL-anlegg.

Som grunnlag for analysen er det hentet ut rapport om uønskede hendelser knyttet til fellesføring i KL-anlegg. Oppsummering av gjennomgang av uønskede hendelser er vist i vedlegg 1.

Risikovurderingen er tredelt:

- Del 1 er en innledende vurdering av risiko knyttet til trafikksikkerhet. Denne vurderingen er kun et underlag for den videre vurderingen som ser på konsekvens ved å avvike fra skal-krav i veiledningen til FEF. Analysen er vist i vedlegg 2.

- Del 2 er en indentifisering av problemstillinger og farer som følge av at skal-krav i veiledning til FEF ikke følges. Identifiseringen er vist i kapittel 4

- Del 3 er en vurdering av farer knyttet til fellesføring i høyspenningsanlegg, ref. § 7-5 i FEF [1]. Analysen er vist i kapittel 5. Farer vurderes knyttet til følgende temaer:
    - Overførte spenninger.
    - Induserte påvirkninger.
    - Sammenslag.
    - Arbeid på ledningsanlegg skal kunne utføres på en trygg måte.

Hovedkonklusjonen fra denne analysen er om Bane NOR kan fravike krav i veiledning til FEF [2], under § 6-5 Fellesføring, under avsnitt «Fellesføring høyspenning – teleanlegg»:

- Høyspenningsluftledning/kabel skal ligge øverst.

3. Systembeskrivelse

ADSS er fiberkabler som brukes til Bane NORs transmisjonssystemer. ADSS-kabelen er en del av Bane NORs infrastruktur.

Ledningsanlegg blitt vurdert å være en hensiktsmessig og kostnadseffektiv måte å føre ADSS på strekninger der det er begrenset med føringsveier, kabelkanaler eller føringsveier.

Normalt skal fiber føres i kabelkanal. En del eksiterende baner har ikke kabelkanal langs hele banen. For strekninger uten kabelkanal kan det være utfordrende å finne gode løsninger for føring av fiber, spesielt i punkter der det er behov for å krysse med fiber over spor og KL.

Fiber skjøtes på bakken (og skap plassers på KL-mast).

Selve kabelen som vanligvis bruker har 144 fibre og finnes i flere varianter.

Felles for ADSS-kabler:

- Laget for installasjon i luftanlegg, og er laget for å kunne strekkes.
    - Er selvbærende, og har en maksimal strekklengde.
- De er laget for å ikke være elektrisk ledende, pga. at det er vanlig å føre ADSS sammen med høyspenning. ADSS er også laget på slik måte at interferens / induksjonsspenning skal unngås. Dersom ADSS kommer i kontakt med høyspenning i luftledning vil ADSS-kabelen være ufarlig på bakkenivå.
- ADSS har en beskyttende kappe, og materiale for å hindre vanninntrengning i kabel.

Krav til luftanlegg for fiberkabel er gitt i Bane NORs Teknisk regelverk.

3.1. Problemstilling

Forskrift om elektriske forsyningsanlegg [1] (FEF) skriver i veiledning til § 6-5 [2] at «*Høyspenningsluftledning/kabel skal ligge øverst*». Dette er et generelt krav til Fellesføring mellom høyspenningsluftledning og luftledning for teleanlegg.

For kontaktledning på jernbanen er dette et krav det ikke er mulig å tilfredsstille. Kravet ligger i veiledning, og er ikke et absolutt krav. Bane NOR og DSB er kjent med problemstillingen.

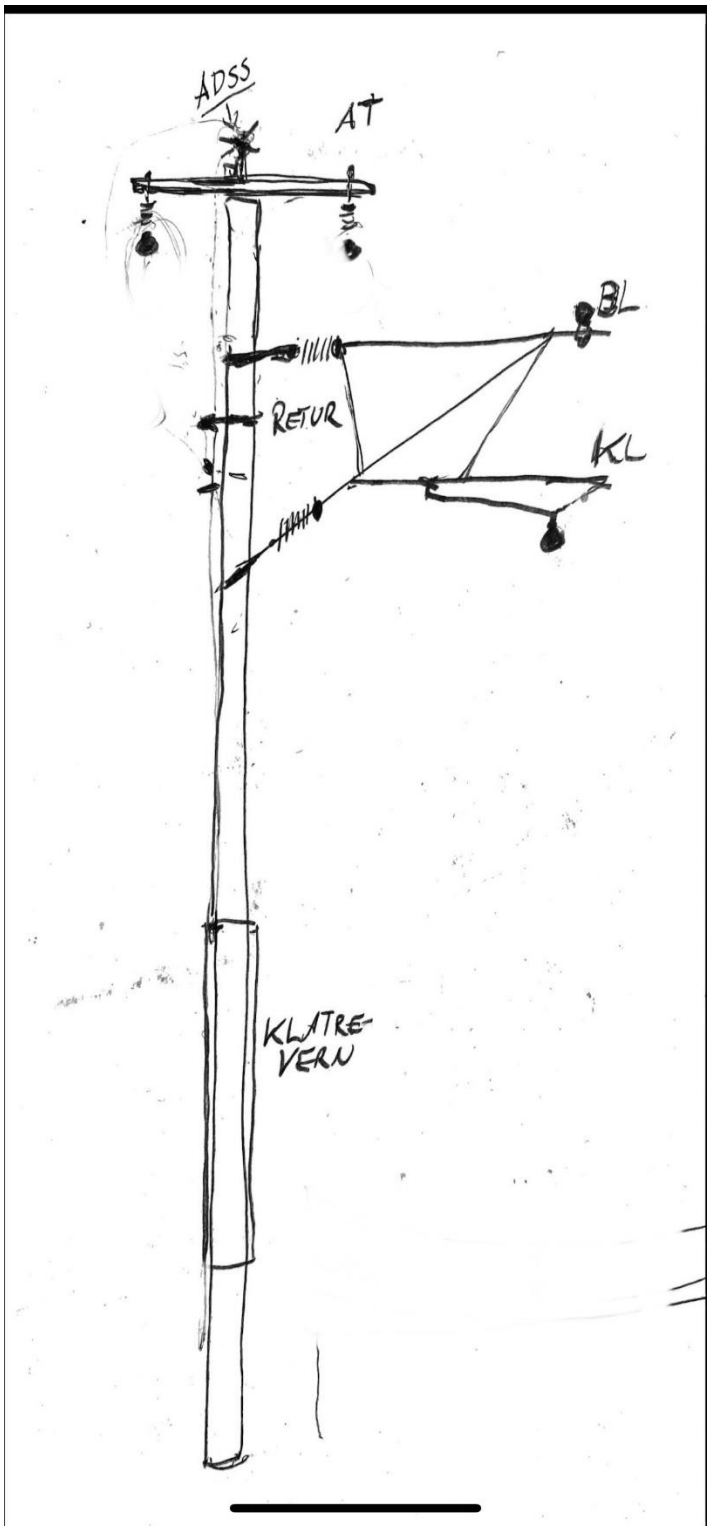
Bane NOR ADSS-kabler en del av jernbaneinfrastrukturen og brukes, som hovedregel, ikke av andre enn Bane NOR.

Denne risikoanalysen ser kun på farer knyttet til at Bane NOR ikke kan tilfredsstille kravet til at høyspenningsanlegg, ifølge veiledning, skal ligge øverst ved fellesføring med luftledning for teleanlegg.

I tillegg er det et ønske om å oppdatere krav til fiberkabel i KL-mast i Teknisk regelverk, dvs. standardiserte krav til ADSS-kabler i KL-mast. Figur 1 viser ADSS-kabel festet i KL-mast. Bildet viser ikke anbefalt løsning. På bildet er det brukt piggisolator på AT-ledning, mens det i dag er vanlig å bruke hengende isolatorer. Figur 2 viser en enkel skisse, hvor ADSS-ledning er plassert på toppen av KL-mast og AT-ledning er festet i hengende isolatorer.



Figur 1 ADSS – den ledningen som her festet inn med «strømpe». AT er festet på pigg-isolator.



Figur 2 Enkels skisse, med plassering av ADSS på topp av KL-mast. BL = Bæreline. KL = Kontaktledning. AT = AT-ledning. AT-ledning på nye anlegg er festet i «hengende» isolator.

3.2. Krav i Teknisk regelverk [3]

Teknisk regelverk stiller krav til luftkabelanlegg for fiberkabel i bok 560 Ekom/Prosjektering og bygging kapittel 7 Kabelanlegg avsnitt 3.1, ref. TRV:01194.

I kravteksten står følgende:

1. *Utførelse: Ved oppheng av fiberkabel i kontaktledningsmaster skal det benyttes hensiktsmessig innfesting.*
2. *Utførelse: Ved oppheng av fiberkabel skal kabelprodusentens retningslinjer for montasje av ADSS eller OPGW kabel benyttes*

I tillegg viser TRV:01194 til REN blad 2015 [4].

Et kapittel [5], **NB!** merket som utgått 12.2.2019 (BIOL), satte noen krav til ADSS i kontaktledningsanlegg. Teksten er vist under:

*a) **Fiberkabel i KL-mast:** Det kan etableres fiberkabel (ADSS) opphengt i kontaktledningsanleggets stålmaster.*

1. ***Utførelse:** Plassering av fiberkabel på stålmaster gjøres i henhold til krav stilt i FEF*
2. ***Utførelse:** Det skal gjennomføres og dokumenteres at master har tilstrekkelig kapasitet*
3. ***Utførelse:** Det skal dokumenteres at fundamentet har tilstrekkelig stabilitet og kapasitet*
4. ***Utførelse:** Det skal sjekkes og dokumenteres at tilleggsforskyvning av kontaktledning ligger innenfor tillatte toleranser*
5. ***Utførelse:** Ved skjøt på luftkabel skal skjøteboks og kveileramme henges på mast i høyde 3 m*
6. ***Utførelse:** Ved avtapping av luftkabel skal skjøtekum benyttes*

3.3. Krav i FEF

Krav om fiberkabel i KL-anlegg er ikke eksplisitt beskrevet i FEF [1], De mest relevante delene av FEF er kapittel 6 Høyspenningsluftlinjer og kapittel 8 Elektriske jernbaneanlegg.

FEF gir generelle krav om sikkerhetsavstand og sikkerhetstiltak. Blant annet gir § 8-5 krav om at master skal være vanskelig å klatre i for allmennheten. Kontaktledningsmaster har klatrevern som forhindrer klatring i mast.

FEF [1] har ingen krav som eksplisitt beskriver fiberkabler i høyspenningsanlegg.

§ 6-5 Fellesføring i FEF [1] gir krav til fellesføringer i høyspenningsanlegg generelt. En del av kravene går på farer ved overførte og induserte spenninger samt sammenslag. I tillegg kreves det at arbeid på ledningsanlegget skal kunne utføres på en trygg måte.

I DSBs veileder [2] til § 6-5 er det gitt eksplisitt krav til fellesføring av fiberoptisk kabel. Veiledningen er tydelig på at fellesføring er tillatt, men med noen forutsetninger. Den viktigste for problemstilling i denne analysen er at «Høyspenningsluftledning/kabel skal ligge øverst», ifølge veileder.

Veiledningens krav om at høyspenningsluftledning skal ligge øverst er ikke mulig å tilfredsstille med ADSS i fellesføring i KL-anlegg. Konkret så er det kryssing av ADSS over spor og under høyspenning som ikke er mulig å utføre på en måte som vil tilfredsstille kravet i veilederen. Alternativt må det etableres føringsveier under sporet i hvert kryssingspunkt. På kurverike baner, slik som Gjøvikbanen, Sørlandsbanen og Kongsvingerbanen vil det kunne medføre behov for omfattende arbeid med å etablere føringsveier under sporet alle steder der KL-master bytter fra den ene til den andre siden av spor.

I innledning til FEF er det gitt en beskrivelse for hva som kreves dersom krav i veiledning til FEF ikke tilfredsstilles.

- Forskriftens sikkerhetskrav anses normalt oppfylt ved å følge løsninger/anbefalinger i veiledningen. Der veiledningen benytter begrep "må" eller "skal" anses den foreslåtte løsningen å være den som fullt ut oppfyller forskriftens krav. Valg av annen løsning skal i slike tilfeller begrunnes/dokumenteres.
- Forskriften har satt fokus på risikovurdering og bruk av risikoanalyse i forbindelse med elektriske forsyningsanlegg. Ved oppføring av nyanlegg og endring i eksisterende anlegg, skal det gjennomføres en risikovurdering. Ut fra risikovurderingen og anleggs art, skal det velges en relevant aksepterte internasjonal norm fra IEC, CENELEC, IEEE og norske oversettelser av disse, som grunnlag for utførelsen av anlegget. Det er mulig å benytte forskjellige normer for de forskjellige deler av et anlegg, for eksempel en norm for jording og en annen norm for mekanisk dimensjonering. Veiledningen anbefaler enkelte steder bruk av navngitte standarder for å oppfylle forskriftskrav. Velges eventuelt andre løsninger, må disse være tilsvarende eller bedre og analysert/dokumentert av kompetent organ/person.

4. Identifisering problemstillinger, farer og forslag til tiltak, samt vurdering av risiko

Etter grov risikoanalyse, vist i vedlegg 2, ble det gjennomført en identifisering av relevante problemstillinger, farer og mulige tiltak. I tillegg ble det gjort en enkel vurdering av risiko knyttet til hver av problemstillingene. Tabell 1 viser identifiserte problemstillinger, tiltak og vurdering av risiko.

Tabell 1 Identifisering av problemstillinger. farer og forslag til tiltak, samt vurdering av risiko

#	Problemstilling	Fare	#	Tiltak	Vurdering risiko
FG 1	Føring av ADSS-kabel i KL-mast utføres på forskjellige måter, men der vi har størst variasjon er det i kryssing av spor. Noen eksempler: - På stasjoner, så krysser fiberkabel typisk i åk, men det er flere varianter. - Det brukes en del festemateriell, bl.a. kroker på master og spir på åk. - På Kongsvingerbanen er det eksempel på at ADSS er montert / hengt mellom AT-leder og KL. - På nye master skal det være hengeisolator på nye kontaktlednings-anlegg med AT-system, og ikke pigge-isolator, som er brukt på Kongsvingerbanen. - Når ADSS skal bytte fra den ene til den andre siden av sporet, er utfordringer knyttet til hvordan ADSS skal føres over KL, samt enten over eller under, AT-ledning, mate-, forsterknings- og forbigangsledning.	Manglende kontroll på montering av ADSS fører til manglende kontroll på sikkerhets-avstand mellom ADSS og strøm-førende kabel.	TG 1	Standard løsning for kryssing av ADSS fra ene til andre siden av spor. (Ved kryssing av ADSS i luftspenn over spor, skal ADSS over kontaktledningen.)	Uten tiltak: Ikke tilstrekkelig formell kontroll av føring av ADSS i luftspenn i KL. Med tiltak: Standardisert løsning. Risiko knyttet til føring av ADSS i KL-anlegg ivaretas med standardisert løsning.
FG 2	ADSS fører til en ekstra belastning på KL-anlegget.	Manglende restkapasitet til å ta last fra ADSS.	TG 2	Belastning fra ADSS på KL-mast – kan være inkludert i beregning av master som skal brukes, som en del av prosjekteringen. (Last fra ADSS er liten ift. andre laster på mast)	Samme som over. Se pkt. 1
			TG 3	Dimensjonering av ADSS, strekkfasthet, pilhøyde og dimensjonerende spennlengde – som del av TRV på EKOM.	

#	Problemstilling	Fare	#	Tiltak	Vurdering risiko
FG 3	Det er begrensninger på spennlengde på en ADSS i luftspenn. Maksimal spennlengde varierer avhengig av type kabel. Spennlengde er en del av spesifikasjonen til ADSS.	Bruker ADSS som ikke er egnet for spennlengde. Spennlengde på KL kan være på opptil 75 meter.	TG 4	Ved prosjektering, vedlikehold og endring av ADSS må FDV-informasjon være tilgjengelig, bla. annet må informasjon om maksimal spennlengde være tilgjengelig.	Samme som over. Se pkt. 1
FG 4	Snø- og is-last påvirker hvor mye kabel henger ned. Det er heller ikke noen produksjon av egenvarme i ADSS-kabel. Hvor mye kabel henger ned avhenger av snølast. Det er sannsynlig at ADSS siger mer enn OPGW. ADSS har heller ikke leder, og vil ikke produsere noe egenvarme. Samtidig er nedheng på ADSS generelt mindre enn nedheng på strømleder. Selv om fiberkabel kommer i kontakt med KL- så er kabelen ufarlig på bakkenivå.	Is-last på ADSS. Kabel kan få større nedheng enn beskrevet datablad for ADSS. I ytterste konsekvens kan kabel skades, men det er lite sannsynlig.	TG 5	Overdimensjonere ift. spennlengde ved bruk av ADSS.	Samme som over. Se pkt. 1
FG 5	ADSS-kabler føres ved jevne mellomrom ned til skap på bakkenivå. Kabel føres da i KL-mast. Løsningen for hvordan nedføring av ADSS-kabel kan påvirke hvor klatrevennlig KL-masten er.	Nedføring av ADSS kan redusere funksjonen til klatrevern.	TG 6	Standardisert løsning for nedføring av ADSS-kabel, som ivaretar funksjonen til klatrevern.	Samme som over. Se pkt. 1
FG 6	Fare for kontakt med spenningsførende deler ifm. arbeid på ADSS i KL-mast	Kontakt med høyspenning.		Ingen tiltak er identifisert.	Fare for kontakt med høyspenning ivaretas av regler for arbeid i og ved spor.
FG 7	Det er krav til avstander mellom fiberkabel og høyspenningsanlegg. (Ref. avstandskrav)	Sikkerhets-avstand – for avstand mellom ADSS og høyspenning ivaretas ikke.	TG 7	Fiberkabelen som er montert i nærheten av høyspenningsanlegg må håndteres som en del av høyspenningsanlegget – settes krav til avstander, som tar hensyn dynamikk i systemet som skyldes forventet last på kabel.	Samme som pkt. 1

Føring av ADSS-kabel på bruer, der det er trangt, samt tunneler:

- Tunneler: Etabler et oppheng som kommer utenfor profiler, og heng ADSS utenfor KL-anlegget, f.eks. på vegg eller i bakken / i kanal. Når kabelen kommer dit, er resten utenfor omfanget til denne vurderingen. 0,5 meter avstand mellom ADSS og ledere som gjelder.
- Overgangsbruer: OK, så lenge det ikke er kryssing av KL så gjelder det at ADSS skal ha minst 0,5 meter avstand til ledere.

Gjennomgang av farer knyttet til føring av ADSS i KL-anlegg viser at det er noen farer knyttet til dagens praksis for føring av ADSS i KL-anlegg. For alle farene er det identifisert tiltak.

Tiltakene er generiske og bør gjennomføres uavhengig av krav i veiledning FEF § 6-5.

4.1. Konklusjon mot Bane NORs risikoakseptkriterier

Denne risikoanalysen er generisk.

I vedlegg 1 er det en oversikt som viser rapporterte uønskede hendelser knyttet problemstillingen. Det er funnet noen få relevante saker. Det er ikke funnet saker med stort risikopotensial. Alle saker som er rapportert er klassifisert med liten alvorlighetsgrad.

I vedlegg 2 er det gjennomført en enkel vurdering av risiko knyttet til Bane NORs topphendelser. Gjennomgangen fant at ADSS i KL-mast har liten påvirkning på topphendelsene. Det har en viss påvirkning på topphendelsene «Sammenstøt tog-objekt» og «Personer skadet i og ved spor».

Gjennomgangen av risiko knyttet opp mot togframføringssikkerhet viser at det er noe usikkerhet som skyldes mangler i beskrivelse av hvordan ADSS skal monteres i KL-anlegg. Anbefalte tiltak går på utarbeidelse av standardiserte løsninger som tas inn i relevante deler av Bane NORs tekniske regelverk.

Vurdering mot Bane NORs risikoakseptkriterier må gjennomføres for hvert enkelt prosjekt, for den relevante banestrekningen og relevant anlegg.

Det er analysegruppen vurdering at etablering av ADSS i KL-anlegg tilfredsstiller Bane NORs risikoakseptkriterier [6], gitt at forutsetningene under er gyldig.

Konklusjonen har følgende forutsetninger:

- Anbefalte tiltak i analysen følges opp, og standardiserte løsninger er etablert i Bane NOR sitt styringssystem, fortrinnsvis i Teknisk regelverk.
- Det gjennomføres en dokumentert begrunnelse for hvorfor ADSS etableres i KL-anlegg og ikke kabelkanal.
- Egen risikoanalyse for etablering av ADSS på strekning gjennomføres og dokumenteres.

5. Risikoanalyse FEF

Bane NOR ønsker å bruke annen løsning enn det som er beskrevet som skal krav i veiledning til FEF [2]. Følgende skal-krav kan ikke tilfredsstilles med etablering av ADSS i KL-anlegg:

- Høyspenningsluftledning/kabel skal ligge øverst.

I veilederen til FEF [2] står det at forskrift anses normalt som oppfylt ved å følge løsninger/anbefalinger i veileder.

Der veileder [2] benytter begrep «skal» eller «må» anses «anses den foreslåtte løsningen å være den som fullt ut oppfyller forskriftens krav. Valg av annen løsning skal i slike tilfeller begrunnes/dokumenteres.»

Forskriften [1] setter fokus på fokus på risikovurdering og bruk av risikoanalyse i forbindelse med forsyningsanlegg. I veileder [2] står det at «Ut fra risikoanalysen og anleggs art, skal det velges en relevant aksepterte internasjonal norm fra IEC, CENELEC, IEEE og norske oversettelser av disse, som grunnlag for utførelsen av anlegget.»

I forberedelsene til risikoanalysen ble de aktuelle normer gjennomgått for å undersøke om det var relevante krav som kunne brukes ved vurdering av annen plassering av ADSS enn anbefalt løsning i veileder [2]. Det ble ikke funnet noen andre aksepterte internasjonale normer som ble vurdert å være relevant for problemstillingen som vurderes i denne analysen.

Selve kravet om høyspenningskabel skal ligge øverst, dvs. over ADSS-kabel, har bakgrunn i hvordan vanlige anlegg for overføring av høyspenning fungerer. Med KL-anlegg vil ikke det være mulig å ha ADSS kabel hengende under KL der det er behov for å krysse ADSS fra den ene til den andre siden av sporet. ADSS ville da bli hengende i profilet til toget og strømavtager.

De vanlige høyspenningsanleggene har ikke samme utfordringer som jernbanen har med tog med strømavtager som er i kontakt med kontaktledning. KL-mastene plasseres i ytterkurve og vil bytte side hver gang det går fra høyre- til venstre-kurve og omvendt. I tillegg er det behov for å krysse over spor på andre steder, f.eks. på stasjoner. Så lenge ADSS skal monteres i KL-anlegg vil det være behov for å krysse ADSS-kabel over spor.

Tabell 2 viser risikoanalyse av avvik fra krav i veileder til FEF [2].

Tabell 2 – Risikoanalyse FEF – Avvik fra krav i veileder til FEF.

Fare #	Fare/ kritisk enkelt-hendelse	Årsak	Eksisterende barrierer	Vurdering av risiko	Tiltak #	Risikoreduserende tiltak	Effekt av tiltak (Forventet)
FF 1	Overførte spenninger	Spenning fra høyspenningskabel overføres til ADSS.	ADSS er konstruert for ikke å være strømledende.	ADSS vil ikke kunne overføre spenning fra høyspenning. ADSS vil ikke kunne lede strøm ned til bakkenivå.	TF 1	Standardiserte løsninger for bruk av ADSS i KL-anlegg.	Forutsigbare løsninger bidrar til å redusere risiko ytterligere.
FF 2	Induserte påvirkninger	Høyspenningsledning kan påvirke andre ledere i nærheten.	ADSS inneholder ikke strømleder.	Ingen fare for indusert påvirkning.	TF 1	Standardiserte løsninger for bruk av ADSS i KL-anlegg.	Forutsigbare løsninger bidrar til å redusere risiko ytterligere.

Fare #	Fare/ kritisk enkelt-hendelse	Årsak	Eksisterende barrierer	Vurdering av risiko	Tiltak #	Risikoreduserende tiltak	Effekt av tiltak (Forventet)
FF 3	Sammenslag	ADSS føres i nærheten av høyspenningsleder.	Ved montering av ADSS er det krav til sikkerhets-avstand til høyspenning. ADSS er ikke strømledende.	Risiko er lav. I de fleste tilfeller vil konsekvensen ved sammenslag mellom ADSS og høyspenningsleder være liten.	TF 1 TF 2	Standardiserte løsninger for bruk av ADSS i KL-anlegg. ADSS har relativt lite nedheng og plasseres øverst, dvs. over AT og BL i KL-anlegg. For annen plassering skal det gjennomføres og dokumenteres egne beregninger som viser at det ikke er fare for sammenslag.	ADSS har mindre nedheng enn AT, BL og andre ledere. Ved å plassere ADSS øverst reduseres risiko ytterligere. Forutsigbare løsninger bidrar til å redusere risiko ytterligere.
FF 4	Uhell ved arbeid på anlegg	Høyspenning føres i samme området ADSS føres.	Alt arbeid på jernbanens anlegg skal gjennomføres iht. til regler om arbeid i og ved spor. All skjøting og tilkobling til ADSS skal utføres på bakkeplan.	Bane NOR har regler for arbeid i og ved spor. Kun Bane NOR bruker ADSS. All skjøting og tilkobling av ADSS skjer på bakkeplan, uten fare for kontakt med høyspenning. (TRV:01324 og TRV:01325 [3]) Risiko er lav.	TF 1	Standardiserte løsninger for bruk av ADSS i KL-anlegg.	Forutsigbare løsninger bidrar til å redusere risiko ytterligere.

5.1. Diskusjon

I forbindelse med analysemøte ble det diskutert forskjellige aspekter av problemstillingen.

Ved føring av ADSS i jernbaneanlegg skal ADSS i utgangspunktet føres i kabelkanal eller i kryssing under spor. Der det ikke er mulig å legge ADSS i kabelkanal eller i kryssing under spor, er løsningen å krysse ADSS over både bæreline og over AT.

På Kongsvingerbanen er det ADSS i KL-mastene. Gjøvikbanen har begynt med føring av ADSS i KL-master. Årsaken til at det er valgt å ha ADSS i KL-anlegget i stedet for i kabelkanal på Gjøvikbanen og på Kongsvingerbanen er at det mangler kabelkanaler på store deler av banen. Begge baner er kurverike baner. I tillegg fører eksisterende utforming av underbygning og linjegrøfter på Kongsvingerbanen og på Gjøvikbanen at det er krevende å etablere kabelkanal langs hele banen. Bygging av kabelkanaler vil kreve store ressurser for å sikre tilstrekkelig profil for etablering av kabelkanal i henhold til krav i teknisk regelverk.

Iht. krav i Teknisk regelverk [3] skal laster på KL-master og åk beregnes. Det betyr at ekstra belastning fra ADSS også skal beregnes og dokumenteres, som en del av prosjekteringen.

Krav til utforming / standardisering av ADSS i KL-anlegg må ligge på EKOM. Kravet må beskrives i EKOM. Det må vises til regelverk og hvilke løsninger som kan brukes til å henge fiberkabler i KL-master. Det er kun for Bane NOR sitt eget anlegg som kravene vil gjelde for.

I NEK 440 finnes ingen henvisning til føring av fiberkabel i KL-mast.

Det er ikke funnet noen relevante regelverk internasjonalt som beskriver krav til plassering av fiberkabel i høyspenningsanlegg.

CENELEC EN-50119 sier ingenting om plassering av fiber i høgspenningsanlegg.

Communication cables – skal være utenfor sikkerhetsavstand, som er 40 cm. (Står i en hjelpetekst).

En sjekk av standarder i IEEE viste at de omhandler standard elkraft og at standardene ikke nevner jernbane i det hele tatt.

Plassering av ADSS må vises på tegning. Det må lages en TRV: -referanse som viser anbefalt plassering av ADSS i KL-mast.

Alt arbeid i og ved spor skal være i henhold til prosedyre STY-601050 «Sikkert arbeid i og ved Bane NORs infrastruktur».

Der AT krysser parallelt med ADSS må sikkerhetsavstand ivaretas. Ved å la ADSS være øverst ved felles kryssing over spor vil ADSS ha mindre nedheng enn AT-kabel. Det bidrar til å ha kontroll på sikkerhetsavstand.

I datablad til ADSS så er det eksempler på at beregnet nedheng for ADSS er 5 cm på 65 meter. Kabler av kobber og aluminium vil ha større nedheng enn ADSS.

Ved etablering av en generisk løsning anbefales det at ADSS ligger over bæreline og AT-ledning ved kryssing over spor. Det bør også tillates løsning med ADSS mellom AT og bæreline, men da må det dokumenteres, gjennom prosjektering, ~~ved å dokumenteres~~ at sikkerhetsavstand opprettholdes. Standard løsning vil være med «nedheng»-isolator og ikke pigg-isolator på AT.

Anbefalt løsning vil da være ADSS øverst, og over AT i nye anlegg. Det er ikke fare for overslag med en slik løsning, f.eks. i forbindelse med fugler som setter seg på ADSS.

5.2. Konklusjon avvik fra krav om fellesføring i FEF

Normal legges ADSS i føringsvei ved spor.

Der det ikke er hensiktsmessig å legge ADSS i føringsvei ved spor er det vurdert at ADSS kan festes på KL-mast.

Det anbefales også at det lages standart løsning for ADSS i KL-mast og at standard løsning blir tatt inn i Bane NORs tekniske regelverk.

Med oppfølging og dokumentasjon av anbefalte tiltak er det analysegruppens vurdering at det kan velges annen løsning enn krav i §6-5 i veiledning FEF [2], som sier at Høyspenningsluftledning/kabel skal ligge øverst ved fellesføring med ADSS.

Det betyr at dersom normalløsning, med ADSS i føringsvei i spor ikke er praktisk mulig, tillates det at ADSS føres i KL-anlegg.

6. Vedlegg

Enkel risikoanalyse - Trafikksikkerhet

7. Referanser

Ref.	Referanse	Beskrivelse
[1]	FOR-2005-12-20-1626	Forskrift om elektriske forsyningsanlegg
[2]	-	DSB, Veiledning til forskrift om elektriske forsyningsanlegg, januar 2006 (https://www.dsb.no/lover/elektriske-anlegg-og-elektrisk-utstyr/veiledning-til-forskrift/veiledning-til-forskrift-om-elektriske-forsyningsanlegg/)
[3]	-	Bane NOR, Teknisk regelverk https://trv.banenor.no/wiki/Forside
[4]	RENT blad 2015, VER 1.1 03 / 2022	Fremføring av Ekom på høyspenningsmaster https://www.ren.no/doc/api/rest/download/renblad/2015 (innlogging)
[5]	-	Utgått kapittel i Teknisk regelverk (Merket som utgått 12.2.2019) (Kontaktledning/Prosjektering/Konstruksjoner) https://trv.banenor.no/wiki/Kontaktledning/Prosjektering/Konstruksjoner
[6]	STY-604892	Risikostyring sikkerhet – konsernprosedyre. Risikoakseptkriterier er beskrevet i kap. 3.2 og ALARP-prinsippet er beskrevet i kap. 3.6

8. Revisjonsoversikt

Rev når	**Dato**	**Hovedendring**
REV		

Vedlegg 1 Registrerte uønskede hendelser

Gjennomgang uønskede hendelser

Et søk i hendelsesdatabasen Synergi for perioden januar 2018 til juli 2023 gir 16 treff når vi kombinerer søk på uønskede hendelser knyttet til kontaktledningsanlegg og hvor teksten inneholder ordet fiber.

Tabell under viser en kort oppsummering uønskede hendelser der fiberkabel har vært involvert.

Tabell 3 – Saker fra 2018 til 2023 der fiberkabel har vært involvert

Saksnr.	År	Beskrivelse	Alvorlighets-grad[1]	Relevans
662870	2022	Kvam -Sjoa – Løs (retur)-ledning over 500 m. Ledning falt ned. Fibertråd henger på to punkter.	4 - Liten	Liten
659832	2022	Kabel for LIV (fiber) krysser over kontaktledning på begge sider av stasjonsområdet. Nittedal st. prosjekt vest. Viser til at det er utført en analyse som viser at det er ok, og at de ikke har funnet at det strider mot noen regelverk (viser ikke til FEF §6-5). Anbefaler utføring av risikovurdering.	4 - Liten	Stor
612100	2021	Plog på LTR 17 fikk tak i jordingsledning til mast. Trolig ikke blitt gravd ned etter fiberpløying. Jording var i dette tilfelle snurret rundt fiberkabelen i lufta (OPGW). «Bare flaks at det her ikke ble nedriving av KL-anlegget.». I tillegg ble det avdekket at rør til fiber var lagt feil.	4 - Liten	Stor
609506	2021	Der fiberkabel krysser Kl. i område ved Skjærli Bp. er det så mye snø og is på fiberkabel at det ser ut til at den ligger nedpå bærelina. (Saken er lukket, ingen tiltak registrert i Synergi.	4 - Liten	Stor
597207	2020	Jording fra mast 302 til sporet delvis avrevet etter ballastfordeler har gått på strekningen. Også avdekket fiberrør som ikke er grav langt nok ned. Fiberrør lagt for grunt.	5 - Liten	Liten
567779	2019	Eina - Gjøvik. En fibertråd henger over kontaktledningen. Kl - vakta er kontaktet. Kl- vakta fjernet snø på fibertråden.	5 - Liten	Stor
567730	2019	Eina-Jaren: fører xxx melder om fiberkabler som følger kontaktledningen ligger nedpå bærelina flere plasser mellom Eina og km. 94. Dette pga. mye snø.	5 - Liten	Stor
566441	2019	Tre nær KL-anlegget mellom Ulsberg og Berkåk. Km 458,9 ved Styggdal tnl. Ulsberg-Berkåk. Trefall over spor, KL-anlegg og fiberkabel. Dette grunnet sterk vind.	5 - Liten	Liten
552287	2018	DT Fiberprosjekt – Gjøvikbanen. Problem med å stramme opp kabel førte til at den hang på kontaktledningen. Kabel måtte strammes opp før sporet kunne leveres tilbake, hvilket medførte 10 min forsinkelse.	5 - Liten	Stor

[1] Alvorlighetsgrad, som klassifisert i Synergi, Bane NORs database for uønskede hendelser.

I løpet av 5 år er det funnet 9 registrerte saker i Synergi som har relevans for problemstillingen fellesføring av tele og høyspenningskabler i luftspenn. Antallet saker er relativt lite, og alvorligheten på de fleste sakene er vurdert som lav.

Det er vanskelig å trekke konklusjoner på så lite grunnlag. Noen få betraktninger:

- I 3 saker rapporteres at fibertråd henger ned på kontaktledningsanlegget som følge av snø på fiberkabel.
- I 2 saker beskrives at feil plassering (føring) på kabel, i grunn/på bakkenivå, er blitt avdekket ifm. at det har vært arbeid på strekningen. I ett av tilfellene tok plog på lastetraktor tak i OPGW-kabel. De skriver selv at det kunne har ført til skader på KL-anlegg.
- I 1 sak er det at det har vært problem med å stramme opp fiber-kabel. Ut fra saken ser det ut som dette er et problem som oppsto ifm. installasjon, og ikke med trafikk på sporet.
- I 1 sak er det rapportert om at krav fra veiledning til FEF § 6-5 ikke er tilfredsstilt. (Bakgrunn for denne risikoanalysen).
- I 1 sak er det rapportert om tre som har falt over spor, KL-anlegg og fiberkabel. Det er ikke rapportert skader på anlegget i Synergisaken.
- I 1 sak er det rapportert om løs returledning, og fibertråd er eksplisitt nevnt i saken uten at det er klart om det er feil på fibertråd.

Vedlegg 2 Risikoanalyse Trafikksikkerhet

Risikoanalysen er generisk og ikke knyttet til spesifikt KL-anlegg eller spesifikk banestrekning, utover at den kun gjelder de deler av Bane NORs baner som har kontaktledningsanlegg.

Risikoanalysen starter med en grov vurdering, ved at risiko ved at veiledningskrav vurderes, på et overordnet nivå, opp mot Bane NORs toppehendelser.

Vurdering mot Bane NORs topphendelser

En gjennomgang av Bane NORs topphendelser er gjennomført for å gjøre en grov sortering av hvilke risikoer som er relevante ved fellesføring av fiberkabel (ADSS) i KL-anlegg. Tabell 4 gi en kort oppsummering av Bane NORs topphendelser.

Tabell 4 - Beskrivelse av Bane NORs definerte topphendelser

Topphendelse	Dekker følgende enkelthendelser
Avsporing	Feil på rullende materiell, overbygning, underbygning, utglidninger, og overhastighet.
Sammenstøt tog-tog	Sammenstøt tog mot tog og annet skinnegående materiell som arbeidsmaskiner med mer.
Sammenstøt tog-objekt	Påkjørsel av ulike objekter på åpen strekning og i tunneler: ras, dyr, større steiner, endebutt, kjøretøy som tilfeldig har kommet på linjen (ikke på PLO).
Brann	Brann i tog, brann langs spor og i tunnelutrustning som har betydning for passasjerer og togpersonale.
Passasjerer skadet på plattform	Passasjerer skadet ved av- og påstigning i rette og kurvede plattformer, og kryssing av spor til midtplattformer. Inkluderer også hendelser som for eksempel passasjerer faller ut gjennom dører under fart og passasjerer skadet i tog.
Personer skadet ved PLO	Påkjørsel av person eller av kjøretøy på PLO.
Personer skadet i og ved spor	Påkjørsel av person langs sporet, avsporing av farlig gods, kontakt med høyspentanlegg.

Tabell 5 er en enkel vurdering av hvilke av Bane NOR sine topphendelser som er relevante for vurdering av farer knyttet til togframføring.

Tabell 5 - Topphendelser – relevans

Topphendelse	Vurdering	Relevant
Avsporing	ADSS kan ikke føre til topphendelsen, som følge av at den henger i KL-mast. Topphendelsen kan føre til skade på kabel, men det vil ha liten betydning for konsekvensen ved topphendelsen.	Nei
Sammenstøt tog-tog	ADSS kan ikke føre til topphendelsen, som følge av at den henger i KL-mast. Topphendelsen kan føre til skade på kabel, men det vil ha liten betydning for konsekvensen ved topphendelsen.	Nei
Sammenstøt tog-objekt.	Lite relevant. (Mulighet for at tog, hvis det treffer kabel som henger ned i profil, kan dra med seg kabel eller slynge med seg kabel opp i KL-anlegget – slik at neste tog drar med seg kabel og skader KL eller master. Kan ha betydning for krav som skal stilles. Men faren har liten eller ingen sammenheng med krav i veiledning til FEF § 6-5.	Ja
Brann	ADSS kan ikke føre til topphendelsen, som følge av at den henger i KL-mast. Topphendelsen kan føre til skade på kabel, men det vil ha liten betydning for konsekvensen ved topphendelsen. Ikke relevant. (I lange tunneler, hvor det stilles krav til materialer (TSI-SRT) brukes det andre kabler.)	Nei
Passasjerer skadet på plattform	Kabel kan i verste tilfelle falle ned og treffe personer på plattform. Lite relevant. Tretthetsbrudd i fester kan føre til at kabel faller ned på plattform. Sannsynligheten for en slik hendelsen er liten, og sannsynlig konsekvens er lav. ADSS-kabel er ikke strømførende, og det er ufarlig, ved berøring, på bakkenivå.	Nei
Personer skadet ved PLO	ADSS kan ikke føre til topphendelsen, som følge av at den henger i KL-mast. Topphendelsen kan føre til skade på kabel, men det vil ha liten betydning for konsekvensen ved topphendelsen, og vil ikke ha sammenheng med krav i veiledning FEF § 6-5.	Nei
Personer skadet i og ved spor	Kabelen er ikke strømførende, og det er rutiner for arbeid i og nær ved strømførende anlegg. En problemstilling er at ADSS kan henge ned på høyspenningskabler på grunn av snølast/is på kabel. Eventuelt kan høyspenningskabel henge ned på ADSS. Kan ha betydning for krav som skal stilles.	Ja

Ut fra den overordnede vurderingen av hvile konsekvenser problemstillingen med at veiledning til FEF § 6-5 ikke følges er det funnet liten relevans / påvirkning på topphendelsene.

Det mest relevante som er funnet i den overordnede vurderingen er at det er behov for å se på kravene som stilles til ADSS i fellesføring mellom høyspenningsluftledning og luftledning for teleanlegg.

Videre oppfølging av trafikksikkerhet ved fellesføring av ADSS i KL-anlegg vil først være aktuelt i forbindelse med risikovurdering av etablering av ADSS i KL-anlegg på en eksplisitt strekning.