

1 Generell risikovurdering av behovet for 2 sonegrensebryter

3 Innhold

4	1	Metode for grovanalyse	1
5	2	Forutsetninger for risikovurdering	4
6	2.1	Matestrekning	4
7	2.2	Matepunkter	5
8	2.3	Elektriske feil	5
9	3	Risikovurdering.....	5
10	3.1	Arbeidsgruppe	5
11	3.2	Farelogg.....	5
12	4	Konklusjon og anbefaling	10

15 1 Innledning

16 1.1 Bakgrunn

17 Denne risikovurderingen er et ledd i arbeidet med et rasjonelt og kostnadseffektivt koblingskonsept
18 for prosjektering, bygging, drift og vedlikehold av Bane NORs koblingsanlegg. For kontinuerlig
19 forbedring av Bane NORs Tekniske regelverk søker vi områder der en enkel forbedring kan gi stor
20 gevinst. Krav om sonegrensebryter ser vi på som et slikt område.

21 1.2 Hensikt

22 Hensikten med arbeidet oppsummert i denne rapporten var å revurdere behov for sonegrensebryter
23 med dødseksjon på enkeltspor med konvensjonelt kontaktledningsanlegg (dvs. uten
24 autotransformatorsystem).

25 1.3 Omfang

26 2 Metode for grovanalyse

27
28 **Risiko kan ses på som produkt av et utfall og sannsynligheten for dette utfallet.**
29 **Risikostyring handler om å ha et bevisst forhold til risiko og holde risiko på et akseptabelt**
30 **nivå. Dette dokumentet beskriver en metode for risikovurdering. Denne metoden heter**
31 **«grovanalyse» og egner seg godt når det er vanskelig eller upraktisk å tallfeste risiko.**
32

33 Forskrift om en felles sikkerhetsmetode for risikoevaluering og -vurdering gir følgende
34 definisjoner:
35

- 36 • *Risiko*: frekvensen av ulykker og hendelser som fører til skade (som skyldes en fare), og
- 37 alvorlighetsgraden av denne skaden
- 38 • *Risikoanalyse*: systematisk bruk av all tilgjengelig informasjon for å identifisere farer og
- 39 estimere risikoen
- 40 • *Risikoevaluering*: en framgangsmåte basert på risikoanalysen for å fastslå om det er
- 41 oppnådd et akseptabelt risikonivå
- 42 • *Risikovurdering*: den samlede prosessen som omfatter en risikoanalyse og en
- 43 risikoevaluering
- 44 • *Risikohåndtering*: den systematiske anvendelsen av prinsipper, framgangsmåter og
- 45 praksis for å analysere, evaluere og holde risikoer under kontroll

46

47 Risikovurderingsmetoden som er valgt er «grovanalyse» etter skjema i Tabell 1. Den

48 inneholder følgende felt:

49

- 50 • Fare: Situasjon med potensiell skade eller feil» etter forståelsen av hazard og IOMC i
- 51 henholdsvis EN50126-1 og prIEC 62278-X (se eventuelt Tabell 6).
- 52 • Årsak: Etter forståelsen av failure cause i henholdsvis EN50126-1 (se eventuelt Tabell 6).
- 53 • Konsekvensklasse etter Tabell 2 for driftsforstyrrelser og etter EN50126-1:1999 tabell 3
- 54 for sikkerhet
- 55 • Frekvensklasse etter Tabell 3 for driftsforstyrrelser og etter EN50126-1:1999 tabell 2 for
- 56 sikkerhet
- 57 • Risikoklasse etter Tabell 4 gitt etter produktet av konsekvens og frekvens vist i for Tabell
- 58 5 driftsforstyrrelser og etter EN50126-1:1999 tabell 5 og 6 for sikkerhet
- 59 • Tiltak med restrisiko
- 60 • Kommentar

61

62 **Tabell 1: Risikovurderingsskjema**

ID	Delsystem/ alternativ	Risikovurdering						Kommentar
		Risikoanalyse				Risikoevaluering		
		Fare	Årsak	Konsekvens (-klasse)	Frekvens (-klasse)	Risiko (- klasse)	Evt. Tiltak med restrisiko (-klasse)	
		Redusert R						
		Redusert A						
		Redusert M						
		Redusert S						
		Redusert L(Ø)						
		Redusert K						

63

64 **Tabell 2: Konsekvenskategorier for sikkerhet, driftsforstyrrelser og vedlikeholdspåvirkning**

Konsekvens av skade eller feil	Definisjon	Eksempel
(Katastrofal)	Dødsulykker og/eller flere alvorlige skader. En skade som: <ul style="list-style-type: none"> gir større skade på miljøet 	(brukes ikke for driftsforstyrrelse og vedlikeholdspåvirkning, kun for sikkerhet og miljø)
Betydelig/kritisk	Enkel dødsulykke og/eller alvorlig skade. En skade som <ul style="list-style-type: none"> hindrer togbevegelse eller trafikk større enn en spesifisert tid, genererer kostnader større enn et spesifisert nivå, eller gir betydelig skade på miljøet. 	Driftsforstyrrelse: <ul style="list-style-type: none"> innstilling av tog forsinkelse mer enn X timer følgforsinkelser Vedlikeholdspåvirkning: <ul style="list-style-type: none"> vedlikeholdsregime må endres krever omfattende vedlikehold (mer enn ~1-3 dag) krever viktige ressurser som er vanskelig tilgjengelig
Marginal	Mindre personskaade. En skade som <ul style="list-style-type: none"> må rettes for at systemet skal kunne levere som spesifisert og som ikke medfører større forsinkelse eller kostnader enn et gitt minimumsnivå, eller utgjør en betydelig trussel for miljøet. 	Driftsforstyrrelse: <ul style="list-style-type: none"> forsinkelse(r) Vedlikeholdspåvirkning: <ul style="list-style-type: none"> påbegynt vedlikehold blir ikke ferdig i tide til planlagt trafikk krever mer ressurser medfører logistiske problem
Ubetydelig	En skade som <ul style="list-style-type: none"> ikke hindrer at systemet leverer som spesifisert og ikke oppfyller kriteriet for betydelig eller større. 	Driftsforstyrrelse: <ul style="list-style-type: none"> økt kjøretid men likevel ikke forsinkelse (dvs. innenfor marginer) Vedlikeholdspåvirkning: <ul style="list-style-type: none"> planlagt vedlikehold må utsettes

65

66 Nedring av kontaktledning regnes typisk som en betydelig skade.

67

68 **Tabell 3: Frekvensklasser**

Frekvens av fare	Definisjon
Kontinuerlig	Fare er kontinuerlig
Ofte	Hender med sikkerhet flere ganger i systemet levetid
Sporadisk	Forventet å hende flere ganger i systemet levetid
Sjelden	Forventet å hende en gang i systemet levetid
Mulig	Hender muligens en gang i systemet levetid
Usannsynlig	Ekstremt lav forventning til at faren oppstår. Det kan antas at fare ikke oppstår

69

70 **Tabell 4: Risikokategorier**

Risikokategori	Tiltak
Uakseptabel	Risiko skal elimineres (drastisk tiltak kan være nødvendig)
Uønsket	Tiltak bør vurderes
Akseptabel	Ingen så lenge en har kontroll på utviklingen av risikoen
Neglisjerbar	Ingen

71

72 **Tabell 5: Risikomatrixe**

	Katastrofal	Betydelig/kritisk	Marginal	Ubetydelig
Kontinuerlig	Uakseptabel	Uakseptabel	Uakseptabel	Uønsket
Ofte	Uakseptabel	Uakseptabel	Uønsket	Uønsket
Sporadisk	Uakseptabel	Uønsket	Uønsket	Akseptabel
Sjelden	Uønsket	Uønsket	Akseptabel	Neglisjerbar
Mulig	Uønsket	Akseptabel	Neglisjerbar	Neglisjerbar
Usannsynlig	Akseptabel	Neglisjerbar	Neglisjerbar	Neglisjerbar

73

74 **Tabell 6: Samling av begreper fra EN50126-1 og prIEC 62278-X**

EN50126-1 Safety og delvis RAM	Oversettelse	prIEC 62278-X Rolling stock RAM	Oversettelse	Forslag kraftsystem
Human injury	Skade	IOMC (Impact on Operational capability, passengers Comfort or Maintenance)	Innvirkning på drift, komfort eller vedlikeholdbarhet	Driftsforstyrrelse Manglende vedlikehold
Hazard	Fare	PIOCM (Possible IOMC)	Mulig innvirkning på ..	Fare
Hazard log	Farelogg	PIOCM log		Farelogg
Risk	Risiko	RAM risk	RAM risk	Risiko
Failure cause	Årsak			Årsak

75

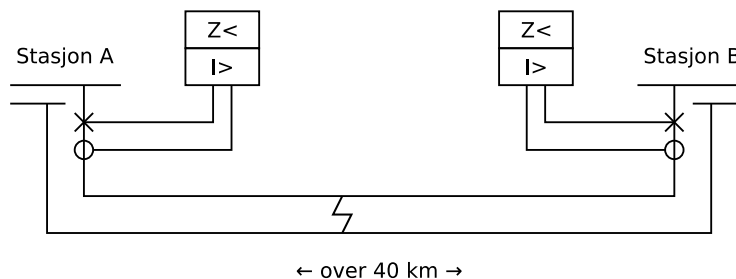
76

3 Forutsetninger for risikovurdering

77

3.1 Matestrekning

78 Til grunn for risikoanalysen har vi valgt å legge en tenkt enkeltsporet elektrisk jernbane vist i Figur 1.
79 Kontaktledningsanlegget til denne banen er konvensjonelt (ikke autotransformatorsystem) og er
80 matet fra begge ender. Avstand mellom matepunktene er forholdsvis lang (over 40 km).



81

82

Figur 1 - Lang matestrekning

83 3.2 Matepunkter

84 Matepunktene er utstyrt med brytere dimensjonert for å bryte påregnelige kortslutningsstrømmer
85 (effektbrytere) og vern. Hovedvernet er distansevern og reservevernet er overstrømsvern.

86 Det er ikke spesifisert om matepunktene er tilkoblet egne mateenheter. Vi antar likevel at spenningen
87 ved matepunktene er tilstrekkelig stiv og ikke endrer seg betydelig med belastning på strekningen.

88 3.3 Elektriske feil

89 Vi tar ikke hensyn til alle mulige elektriske feil på strekningen (f.eks. høyomige feil) og velger å betrakte
90 kun kortslutning mellom kontaktledning og retur. En slik kortslutning kan oppstå hvor som helst på
91 matestrekningen med lik sannsynlighet. Sikksakk i Figur 1 viser en slik kortslutning.

92 4 Risikovurdering

93 4.1 Arbeidsgruppe

94 Risikovurderingen ble gjennomført over to dager av følgende arbeidsgruppe:

- 95 1. Frode Dahl (Infrastruktur, Område Vest, Teknisk operativ støtte vest)
- 96 2. Erik Tage-Hansen (Infrastruktur, Energi, Plan)
- 97 3. Andreas Tutturen (Infrastruktur, Energi, Plan)
- 98 4. Svein Røilid (Kunde og trafikk, Trafikk Sør/Vest, Elkraft Kristiansand)
- 99 5. Steinar Danielsen (Infrastruktur, Teknisk avdeling, Elkraft)
- 100 6. Stanislav Pika (Infrastruktur, Teknisk avdeling, Elkraft)

101 4.2 Farelogg

102 Risikovurderingen ble gjennomført som en grovanalyse etter metoden beskrevet i kapittel 0. Utfylt
103 risikovurderingsskjema er vist i Tabell 7.

104 4.3 Risikohåndtering

105 Fareloggen ligger til grunn for videre risikohåndtering som er vist i vedlegg 1.

Tabell 7 - Farelogg

ID	Delsystem/ alternativ	Risikovurdering					Kommentar	
		Risikoanalyse		Risikoevaluering				
		Fare	Årsak	Konsekvens (-klasse)	Frekvens (-klasse)	Risiko (-klasse)		Evt. Tiltak med restrisiko (-klasse)
1	Koblingsanlegg (koblingshus, matestasjon o.l.)	Betydelige forsinkelser for tog	Seksjonert strekning (arbeidsområde i midten) Omformerer på stasjon A stopper og starter opp igjen. Omformerer A går i øydrift Behov for sammenkoble to deler av strekningen som kanskje ikke er i fase	<i>Marginal (tog kan ikke passere seksjonering, må koble ut effektbryter og fase inn omformer på nytt)</i>	<i>Kontinuerlig (seksjonering pga. arbeid skjer nærmest hver dag)</i>	Uakseptabel	Dødseksjon og fasesperre og lastskillebryter ELLER Effektbryter med vern (fasesperre er ikke nødvendig) ELLER Sette begge omformere i drift i stasjon A ELLER Rutiner for innkobling mellom elkraftsentral og Energis driftsentral	Forutsetning: Omformer A er i øydrift.
2	Utgående linje – vern (gammelt)	Manglende verndekning ved feil der hvor kun hovedvernet har dekning.	Matestrekning er lang OG Kortslutningsytelse er lav OG Belastningsstrømmen er høyere eller sammenlignbar med kortslutningsstrøm OG Hovedvernet har feilet OG Kortslutning utenfor overstrømsvernets dekningsområde (som typisk er på 40%--70%)	<i>Betydelig/kritisk -- Elektrisk feil ikke blir utkoblet i tide</i>	<i>Sporadisk (pga. vernets utforming)</i>	Uønsket	Selvovervåking av hovedvern ELLER Distansevern som reservevern ELLER Sonegrensebryter som tilleggsreservevern for reservevern ELLER Strømsprang som tilleggsfunksjon i reservevern	Forutsetter normal vegetasjonskontroll og normal tilstand på anlegget

ID	Delsystem/ alternativ	Risikovurdering					Kommentar	
		Risikoanalyse		Risikoevaluering				
		Fare	Årsak	Konsekvens (-klasse)	Frekvens (-klasse)	Risiko (-klasse)		Evt. Tiltak med restrisiko (-klasse)
3	Utgående linje – vern (nytt)	Manglende verndekning ved feil der hvor kun hovedvernet har dekning.	Matestrekning er lang OG Kortslutningsyte lse er lav OG Belastningsstrømmen er høyere eller sammenlignbar med kortslutningsstrømm OG Hovedvernet har feilet OG Alarmen fra selvovervåking ikke blir håndtert OG Kortslutning utenfor overstrømsvernets dekningsområde (som typisk er på 40%--70%)	<i>Betydelig/kritisk</i> -- Elektrisk feil ikke blir utkoblet i tide	<i>Mulig</i> (pga. selvovervåking)	<i>Akseptabel</i>	Distansevern som reservevern ELLER Sonegrensebryter som tilleggsreservevern for reservevern ELLER Strømsprang som tilleggsfunksjon i reservevern ELLER Opplæring av operatører i hvordan håndtere feilmelding fra selvovervåking ELLER Gjøre feilmeldingen mer synlig i operatørgrensesnittet	
4	Utgående linje - Matekabel	Manglende verndekning ved forbikobling av omformerstasjonen	Matekabelen kobles ut for reparasjon eller vedlikehold OG T-mating OG elektrisk feil i kontaktlednings anlegget	<i>Betydelig/kritisk</i> (fare for nedbrenning)	<i>Sjelden</i>	<i>Uønsket</i>	Bruk av sone 3 i naboomformerstasjoner ELLER Spenningssette gjennom stasjonsavgang i stedet der det er mulig ELLER Bruk av eget parametersett for vern i nabostasjoner OG nødvendig opplæring av elkraftoperatører ELLER Sonegrensebryter som tilleggsvern ELLER Dødseksjon (nærme stasjonen ELLER midt på strekningen på begge sider)	
5	Kontaktledningsanlegget	Redusert selektivitet ved utkobling av stående feil	Lang matestrekning	<i>Marginal</i> (forsinkelser?)	<i>Ofte</i> -- (stående feil ca. 2 ganger i året på en matestrekning)	<i>Uønsket</i>	Automatisk styrt skillebryter, eventuelt med dødseksjon	Hvorfor er det ikke behov for dødseksjon utenfor omformerstasjoner? – Erik undersøker.

ID	Delsystem/ alternativ	Risikovurdering						Kommentar
		Risikoanalyse		Risikoevaluering				
		Fare	Årsak	Konsekvens (-klasse)	Frekvens (-klasse)	Risiko (-klasse)	Evt. Tiltak med restrisiko (-klasse)	
6	Kontaktledningsanlegget	Forsinkelser hvis for lang feilsøkingstid	Lang strekning	<i>Marginalt</i> -- Kun ca. 25% av tog på matestrekning en (de som kjører på den «friske» halvdelen bort fra feilen) får oppleve fordelene av automatisk seksjonering.	<i>Ofte</i> -- (stående feil ca. 2 ganger i året på en matestrekning)	Uønsket – tiltak nødvendig (avhengig av frekvens)	Funksjon «avstand til feil» i moderne vern ELLER Dødseksjon med automatisk styrt skillebryter	Forutsatt at prøveutrustningen er dimensjonert for antall innkoblinger som er nødvendig for effektiv feilsøking. Kostnyttevurderingen for Sørlandsbanen (sju matestrekinger): Med utgangspunkt i 3 tog per år, 40 års levetid, 200 passasjerer per tog, 200 kr. per passasjer per time: ca. 5 MNOK i utgift i løpet av 40 år.
7	Kontaktledningsanlegget	Hovedvernet ikke dekker frem til neste stasjon ved tilbakemating	Tilbakemating nærme stasjon A og feil langt unna stasjon A gir impedans i II kvadrant, utenfor impedanskarakteristikken til de fleste impedansvern.	Marginalt eller betydelig/kritisk (Feilen ikke kobles ut fra stasjon A og kan føre til nedbrenning)	Fra ofte (jf. BanePartner på oppdrag fra Jernbaneverket Hovedkontoret og Bane Energi, Vernstudie – Teoretiske undersøkelser, 2002) til mulig (jf. rapport 760277 «Vurdering av banestrekninger mtp tilbakematet effekt 760277 Vurdering av banestrekninger mtp tilbakematet effekt» s. 15)	Mellom neglisjerbar og uakseptabel	I og med at usikkerheten i risiko er så stor, er det nødvendig med vurdering i hvert tilfelle. Sterkt avhengig av innstillingsmuligheter i vern.	
8	Kontaktledningsanlegget	Feil på strekning ved spenningssettning av en strekning som ikke er spenningsatt fra før.	Etter arbeid på en delstrekning kan man ikke garantere at strekningen er feilfri	Ubetydelig (økt kjøretid)	Kontinuerlig (vanlig driftshendelse)	Uønsket (tiltak bør vurderes)	Manuell sammenkobling under belastning (lastskillebryter med fasesperre og dødseksjon)	

ID	Delsystem/ alternativ	Risikovurdering					Kommentar	
		Risikoanalyse		Risikoevaluering				
		Fare	Årsak	Konsekvens (-klasse)	Frekvens (-klasse)	Risiko (-klasse)		Evt. Tiltak med restrisiko (-klasse)
9	Kontaktledningsanlegget	Feil på strekning ved spenningssetting av en strekning som ikke er spenningsatt fra før.	Etter arbeid på en delstrekning kan man ikke garantere at strekningen er feilfri	Marginal eller betydelig/kritisk (Ødelagte brytere fører til forsinkelser, litt avhengig av hvor denne bryteren er og andre omstendigheter)	Sjelden	Uønsket eller akseptabelt	Tilstrekkelig hurtigfungerende vern ELLER Riktig dimensjonering av lastskillebrytere ELLER Redusere menneskefeil, følge rutiner for spenningssetting nøye ELLER Akseptere restrisiko	
10	Kontaktledningsanlegget	Sprukket isolator som det er vanskelig å finne?		Betydelig/kritisk (lang feilsøkingstid)	Mulig	Akseptabelt	Spenningssette med full effekt ELLER Funksjon «avstand til feil» i moderne vern ELLER Befare strekningen, spenningssette og lytte etter feil ELLER Befare strekningen og detaljundersøke hver isolator ELLER Termografering av anlegget ELLER Fornye isolatorer på gamle strekninger (tiltak for å redusere frekvens)	Mindre relevant for nye anlegg pga. type isolator, men kan være relevant for kabelmuffer.

5 Konklusjon og anbefaling

Vi har gjennomført en formell risikovurdering og avdekket enkelte risikoer. De fleste av disse lar seg håndtere på andre og rimeligere måter enn tradisjonell «sonegrensebryter» (dvs. automatisk styrt effektrbyter med tilhørende vern- og kontrollanlegg) og dette bør være akseptabelt å vurdere i hvert spesifikt tilfelle for å slippe overinvestering i prosjektering, drift og vedlikehold av anlegg. Identifiserte tiltak danner grunnlag for endringer i Bane NORs tekniske regelverk.

Hovedendringer:

- For alle identifiserte farer er det foreslått flere og rimeligere risikoreduserende tiltak enn sonegrensebryter. Sonegrensebryter er derfor fremdeles tillat (spesielt på steder hvor slike anlegg finnes fra før) men ikke lenger påkrevet.
- Verndekning ved forbikobling av matestasjon er håndtert veldig nøye, og det er foreslått flere tiltak. Tiltaket som gjør mest nytte for seg synes å være bruk av sone 3 i stasjonen som forbikobles og i nabostasjoner.
- Vernkonsept 1 og 2 er slått sammen til ett enhetlig vernkonsept.
- Det oppfordres til bruk av feillokalisator i vern av utgående linjer og aktivt nyttegjøre informasjonen fra feillokalisatoren ved feilsøking.