



Test av skinnebruddsdeteksjon Lieråsen tunnel



01.02 – 02.02.2001

Jernbaneverket
Region Sør
2001

Innhold

0. DOKUMENTKONTROLLSIDE	3
1. BAKGRUNN.....	4
<i>Generell orientering.....</i>	<i>4</i>
<i>Tekniske data om tunnelen.....</i>	<i>4</i>
<i>Forløp før test av skinnebruddsdeteksjon.....</i>	<i>4</i>
2. GJENNOMFØRING.....	6
<i>Valg av bruddsteder</i>	<i>6</i>
<i>Gjennomføring</i>	<i>6</i>
<i>Resultater</i>	<i>6</i>
<i>Etter målingene</i>	<i>7</i>
3. KONKLUSJON	9
4. VEDLEGG	10

0. Dokumentkontrollside

03					
02					
01					
Rev	Revisjonen gjelder	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
Rapport: Test av skinnebruddsdeteksjon i Lieråsen tunnel		Dato:	08.03.2001		
		Utarbeidet av:	GKA		
		Kontrollert av:	HW		
		Godkjent av:	GKA		
		Arkiv bet.	r:\teknikk\tek\arkiv\rapporter\tek-109\		
		Erstatn for			
		Format	A4		
 Jernbaneverket Region Sør		Dokument id: Tek-109		Rev 00	

1. Bakgrunn

Generell orientering

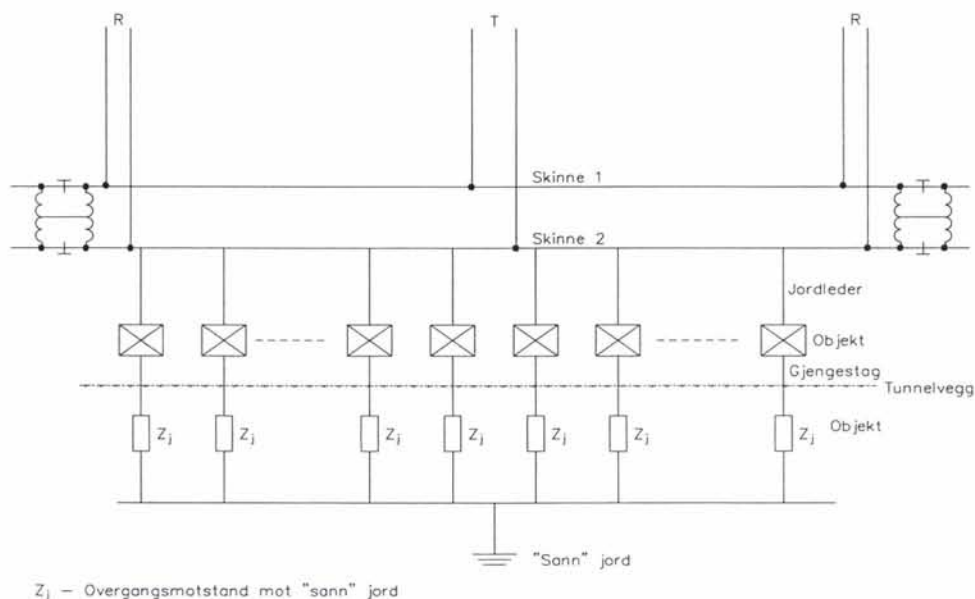
I henhold til pålegg fra Statens Jernbanetilsyn skal det monteres nødlysanlegg i Lieråsen tunnel innen 01.04.01. Denne installasjonen medfører at det blir etablert en rekke objekter (fordelingsskap, armaturer o.l.) langs den ene tunnelveggen.

Tekniske data om tunnelen

Lieråsen tunnel ligger mellom Asker st. og Lier hp, og ble åpnet for trafikk i 1973. Tunnelen er 10723 meter og har dobbeltspor. Det er fremført returledning gjennom hele tunnelen. Returlederne er montert på felles hengemast i tunneltaket sammen med det øvrige kl-anlegget. Det er montert en sugetrafo for hvert spor inne i tunnelen, i tillegg er det montert sugetrafo ved Lier hp like utenfor tunnelmunningen. Midtledning for returktretsen er ved Eriksrud. Ved Eriksrud er det enkeltisolerte sporfelte. Delet mellom Region Øst og Region Sør er ca 400m inn i tunnelen fra Asker. Påhugg ved Asker er ved km 24.514. Ved km 24.971 / 36.438 er det kjedebrudd. Påhugg ved Lier er ved km 46.702. Nødlysanlegget blir montert på tunnelvegg ved venstre spor (fra Asker). Tre av sporfeltene for dette sporet er spesielt lange. Sporfelt 428b/c er ca 2,9km, 442a/b er ca 2,8 km og 448a/b er ca 2,5km. Alle tre sporfelt er midtmatet.

Førløp før test av skinnebruddsdeteksjon

Det vil bli montert ca 450 nye objekter (fordelingsskap, armaturer o.l.) i tunnelveggen ved venstre spor. Objektene blir festet via gjengestag som gyses fast i tunnelveggen. Samtlige objekter er innenfor kontaktledningsanleggets slyngfelt, og vil følgelig bli tilknyttet ("jordet til") skinnegangen.



Figur 1 Prinsippkisse for "jording" av nye objekter

Beregninger som er foretatt¹ viser at overgangsmotstanden mellom skinnegang og ”sann” jord kan bli lav. Man kan ikke utelukke at overgangsmotstanden mellom skinnestreng og ”virkelig” jord vil komme ned under 30-40Ω for de lengste sporfeltene. Dette er svært gunstig med tanke på potensialer og berøringsspenninger i tunnelen. Men det har ikke vært mulig å dokumentere at skinnebruddsdeteksjonen ikke vil bli påvirket av dette. JD 550 kap 6 avsnitt 5, krever skinnebruddsdeteksjon på begge skinnestrengene.

Av hensyn til skinnebruddsdeteksjon ble det derfor besluttet at samtlige objekter skulle utisolereres fra gjengestagene. Dette gjennomføres ved å montere isolerende hylser og skiver mellom stag og objekt.

Siden alle objekter blir tilknyttet (”jordet til”) skinnegangen vil det oppstå et udefinert potensiale mellom gjengestag og objekt. Dette kan medføre at høye berøringsspenninger vil oppstå over en liten avstand. Størrelsen på berøringsspenningene er vanskelig å dokumentere². For å unngå fare for høye berøringsspenninger innefor et lite område kan ikke plasthylsene monteres, men uten plasthylsene kan man ikke utelukke at skinnebruddsdeteksjon i tunnelen blir påvirket. Krav til skinnebruddsdeteksjon og berøringsspenninger blir med andre ord motstridende.

Enkelte forhold i tunnelen gjør at det er usikkert om skinnebruddsdeteksjon fungerer i utgangspunktet (før nye objekter blir montert).

Følgende styrker påstanden om at skinnebruddsdeteksjon ikke fungerer som forutsatt:

1. Mye skitt på skinnegang/ballast.
2. Fester til hengemastene for kl-anlegget er boret opp i fjellet. Fjellet er stedvis svært fuktig. I tillegg er de fleste hengemastene tilknyttet skinnegangen med uisolert 50mm² Cu. Dette medfører to vesentlige forhold:
 - 2.1. Festene til hengemastene vil ha egenskaper som jordelektrode, eventuell fuktighet i tunneltaket vil gjøre disse egenskapene bedre.
 - 2.2. I jordlederene som er uisolert vil det gå kryptstrømmer ut i tunnelveggen, dette forverrer situasjonen. Alle jordledere burde vært isolert.
3. Lange sporfelter. Lengden på disse gjør at det kan etableres god kontakt mellom skinnestreng og ”sann” jord via tilknyttede objekter. Lange sporfelter vil ha flere objekter tilknyttet enn hva tilfellet er for korte sporfelter. Lengden på sporfeltene kan dermed være avgjørende for at det etableres tilstrekkelige parallelle strømveier for sporfeltstrømmen.

Med bakgrunn i ovennevnte ble det den 11.01.01 foretatt en gjennomgang og sammenligning av skinnefeil rapportert i BDB av personell fra Linjen og Signal. Denne gjennomgangen ga ingen indikasjoner på at skinnebruddsdeteksjon ikke fungerer. Kun en feil angående skinnebrudd er registrert av signal i BDB etter 1992. Dette stemmer overens med opplysninger i BDB fra Linjen. Feilen oppsto på sf. 418c (km 36.588) den 22.11.99 og sporfeltet ble belagt og skinnebruddet funnet. Det har i tillegg vært andre feil på skinnegangen i tunnelen, men siden disse ikke er fullstendige brudd (”elektriske brudd”) på skinnestrengen, blir ikke dette registrert og detektert av sikringsanlegget.

For å få en indikasjon på hvor pålitelig skinnebruddsdeteksjonen fungerer før nye objekter tilknyttes skinnegangen, ble det bestemt at det skulle foretas kontrollerte skinnebrudd på utvalgte steder i tunnelen.

¹ Rapport Q05 utarbeidet av BanePartner for prosjektet ”Nøddlys i Lieråsen tunnel”

² Det er gjennomført egne målinger for å avklare dette. Egen rapport fra dette vil bli utarbeidet.

2. Gjennomføring

Valg av bruddsteder

Alle metalliske objekter i tunnelen er tilknyttet ("jordet til") skinnestrengen som er nærmest tunnelveggen. Det ble valgt å foreta skinnebrudd på denne skinnestrengen siden sannsynlighet for avledning der vil være størst.

Det ble valgt å foreta "kontrollert" skinnebrudd på de tre lengste sporfeltene:

1. Sf. 448b ved km. 43.930, relé står på Eriksrud
2. Sf. 442a ved km. 41.915, relé står på Eriksrud
3. Sf. 428b ved km. 38.545, relé står på Solberg blokkpost.

Disse sporfeltene er midtmatet, og hvert sporfelt er totalt mellom 2,5 km og 2,9 km lange. Skinnebrudd ble foretatt midt i mellom sporfeltets matepunkt og retur på disse tre sporfeltene.

Gjennomføring

Skinnebrudd på Sf. 448b og Sf. 442a ble foretatt natt til 01.02.01., for Sf. 428b ble skinnebrudd foretatt natten etter.

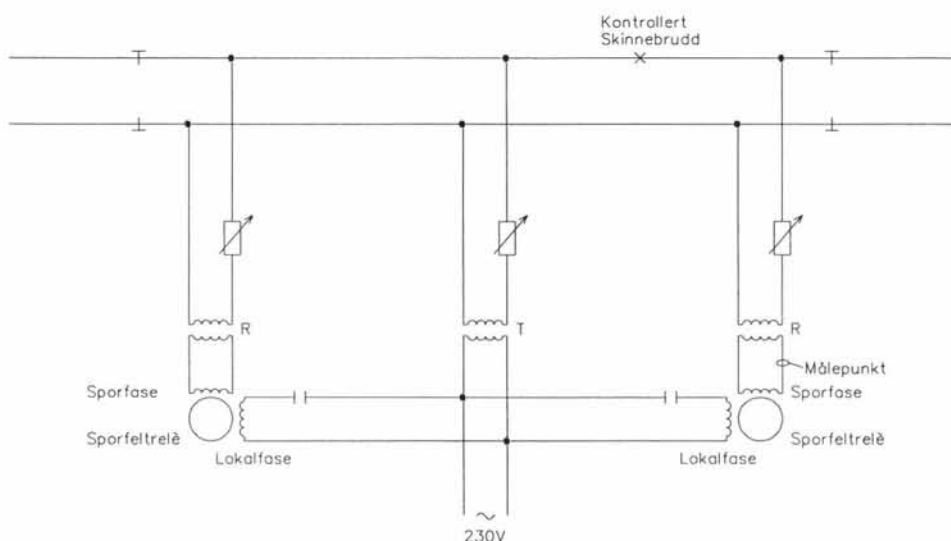
Kort forklart ble skinnestrengen kappet med vinkelsliper, de avtalte målinger av sporfeltstrøm og observasjoner av sporfeltrelé ble foretatt, før skinnestrengen ble sveiset sammen igjen.

Resultater

Målingene ble foretatt av gruppeleder signal Arne Løvstad (BaneProduksjon Sør, Hokksund)

Sporfeltstrømmen ble målt med frekvensselektivt tangampèremeter³ ved tilkobling til sporfeltrèle. Til orientering ble ikke kl-anlegget frakoblet under målingene.

Figuren under viser prinsippet for hvor sporfeltstrømmen er målt, samt hvor skinnebruddet ble foretatt. Skinnebruddet ble for øvrig tatt i skinnestreng som alle objekter er "jordet" til, og som ligger nærmest fjellveggen.



Figur 2. Prinsippskisse for test av skinnebruddsdeteksjon. Angivelse av målepunkt og skinnebrudd.

³ Type: Hioki 3281.

Resultater fra målinger før og etter skinnebruddet er angitt i tabellen under.

Sporfelt	Brudd km.	Før skinnebrudd		Under skinnebrudd		Kommentar
		Sporfeltstrøm	Frekvens	Sporfeltstrøm	Frekvens	
448b	43.930	400mA	104 Hz	190mA	101-106 Hz	Relé falt ikke, skinnebrudd ikke detektert.
442a	41.915	480mA	104 Hz	200mA	102-104 Hz	Relé falt ikke, skinnebrudd ikke detektert.
428b	38.545	340mA	105 Hz	6mA	105 Hz	Relé falt. Skinnebrudd detektert.

Tabell 1. Måleresultater for Sf. 448b, Sf. 442a og Sf. 428b.

Måleresultatene er grafisk oppstilt i vedlegg 2.

Som tabellen viser så ble ikke skinnebrudd på Sf. 448b og Sf. 442a detektert. Ved skinnebrudd ble sporfeltstrømmen ca. halvert og frekvensen noe ustabil for begge feltene.

Samtlige sporfeltrelé har angitt frafallsverdi i volt. Det er derimot vanskelig å angi nøyaktig frafallsverdien i ampere for reléene da dette er avhengig av faktorer som lengde på sporfelt, avledning o.l.

Målingene dokumenterer imidlertid at skinnebruddsdeteksjon for to av de tre testede sporfeltene i tunnelen ikke fungerer som forutsatt.

Siden sporfeltstrømmen halveres skyldes dette mest sannsynlig parallelle strømveier via objekter festet til tunnelveggen.

Dersom sporfeltstrømmen hadde endret seg lite ville årsaken til at skinnebrudd ikke ble detektert sannsynligvis være en direkte kobling over bruddstedet, f.eks. via kabelskjerm, jordleder e.l.

Det presiseres at målingene er foretatt før objekter til nytt nødlysanlegg var tilknyttet skinnegangen.

Til orientering har Sf. 448b og Sf. 442a forsyning fra samme statiske omformer, mens Sf. 428b har forsyning fra annen omformer. Dette er årsaken til at frekvensen er henholdsvis 104Hz og 105Hz.

Etter målingene

Under oppsummeringsmøte den 05.02.01 ble resultater fra tidligere målinger av berørte sporfelter fremlagt. Måleresultater fra inspeksjoner i 1999 og 2000 var tilgjengelige.

Sporfelt	Sporfeltstrøm	Sporfelt spenning	Matespenning fra omformer
448b	440mA	7,6V	210V
442a	350mA	5,9V	236V
428b	520mA	5,7V	208V

Tabell 2 Målinger foretatt under inspeksjon 01.02.1999

Sporfelt	Sporfeltstrøm	Sporfelt spenning	Matespenning fra omformer
448b	500mA	9,0V	212V
442a	500mA	9,9V	227V
428b	670mA	11,1V	216V

Tabell 3 Målinger foretatt under inspeksjon 16.04.2000

Disse måleresultatene, sammen med målingene før skinnebrudd (Tabell 1), er grafisk sammenstilt i vedlegg 1.

Det er benyttet forskjellige instrumenter ved de forskjellige målingene. Instrumentene har ikke vært kalibrert i den senere tid. Dette gjør at måleresultatene som fremkommer ikke er sammenlignbare. Dette er nok årsaken til at sporfeltstrømmen endrer seg så mye uten at det har vært foretatt justeringer i mellomtiden. For at de årlige målingene skal ha en verdi anbefales det at samme typen instrument benyttes, samt at instrumentene kalibreres jevnlig.

I ettertid av denne testen ble det oppdaget et skinnebrudd i tunnelen (19.02.01). Årsaken som er oppgitt er slag som en følge av vanddrypp. Siden det mangler strekk i skinnestrengen var det allikevel elektrisk forbindelse i bruddet. Dette medførte at signalet ikke gikk i "stopp". Dette vil være et forhold som gjør skinnebruddsdeteksjonen i tunnelen enda mindre pålitelig enn hva tilfellet er på fri linje.

3. Konklusjon

På tre av de lengste sporfeltene i tunnelen ble det foretatt skinnebrudd, og for to av dem fungerer ikke skinnebruddsdeteksjonen som forutsatt.

Årsaken til dette er mest sannsynlig avledning av sporfeltstrømmen som følge av skitt i skinnegangen og utførelsen av jording (bl.a. av hengemaster for kl-anlegget).

Et annet forhold som gjør skinnebruddsdeteksjonen i tunnelen enda mindre pålitelig enn hva tilfellet er på fri linje, er at det ikke er strekk i skinnestrengene. Dette medfører at det er mindre sannsynlighet at det oppstår et elektrisk skille i skinnestrengen ved et skinnebrudd, og at skinnebrudd derfor ikke detekteres.

Braketter for nytt nødlysanlegg i tunnelen blir utisolert fra fjellboltene nettopp for å ivareta hensynet til skinnebruddsdeteksjon. Dette medfører at det oppstår muligheter for farlige berøringsspenninger mellom brakett og fjellbolt. Det er også uklart hvor varig utisoleringen vil være under de forholdene som er i tunnelen. Det virker å være svært uheldig å ta hensyn til skinnebruddsdeteksjonen når den ikke fungerer som forutsatt, spesielt når krav til skinnebruddsdeteksjon og berøringsspenninger er motstridende. Man tilfredsstiller med dette ikke krav til berøringsspenning, eller krav til skinnebruddsdeteksjon.

Den gjennomførte testen av skinnebruddsdeteksjon er begrenset i omfang. Den omfatter kun tre av sporfeltene i tunnelen, og det ble ikke gjennomført målinger på jordledere for å avklare nærmere hvor og hvordan sporfeltstrømmens parallelle strømveier oppstår. For å kunne si noe mer sikkert om dette må man gjennomføre nye og mer omfattende tester.

Den gjennomførte testen avdekker imidlertid at skinnebruddsdeteksjonen i tunnelen ikke er til å stole på.

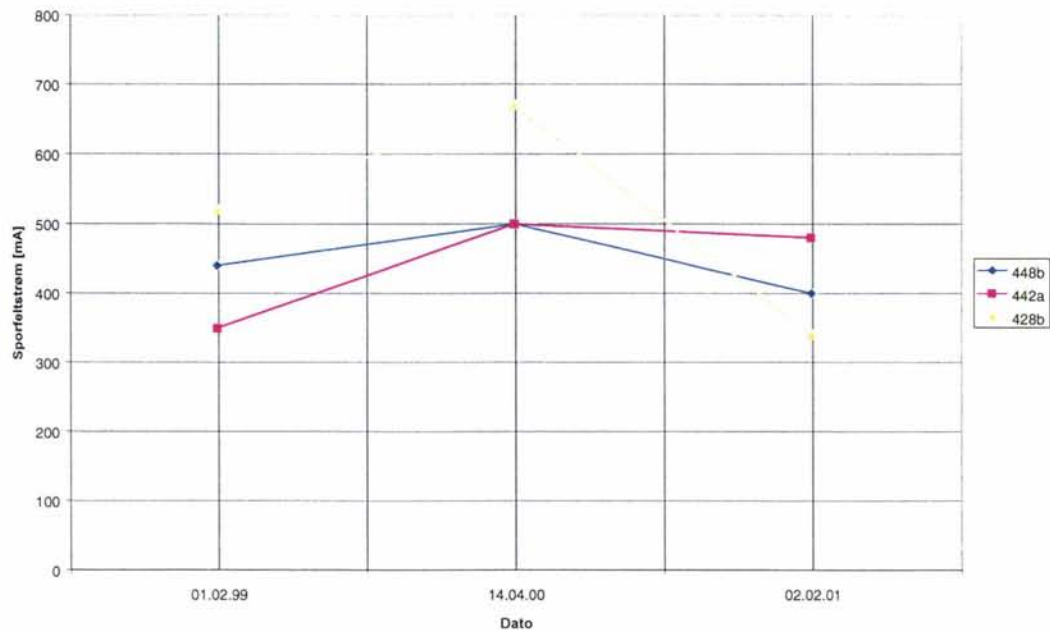
Rapporten "Skinnebruddsdeteksjon" utarbeidet 11.07.1997 av daværende Ingeniørtjenesten viser til statistikk fra rapporterte skinnebrudd mellom 1989 og 1996. Denne statistikken viser at av 1028 skinnebrudd er 353 brudd tverrsprekker ("elektriske" brudd) som ble detektert av sporfeltene. Det vil si at 66% av disse skinnebruddene ikke ble detektert av sporfeltene. Dette i tillegg til de ovennevnte forhold som påpeker at skinnebruddsdeteksjonen i Lieråsen tunnel er enda mindre pålitelig enn hva tilfellet er på fri linje, gjør at det anbefales at man gjennomfører andre tiltak for å detektere skinnebrudd. Ultralydkontroll kan være et godt alternativ da dette vil være et tiltak som oppdager svakheter i skinnegangen før de oppstår som skinnebrudd.

4. Vedlegg

1. Diagram 1: Grafisk oppstilling av måling av sporfeltstrøm for Sf. 448b, Sf. 442a og Sf. 428b gjennomført 01.02.99, 14.04.00 og 02.02.01
2. Diagram 2: Sporfeltstrøm før og under skinnebrudd 01.02 og 02.02.01
3. Returskjema/sporisoleringsplan for strekningen Asker - Brakerøya

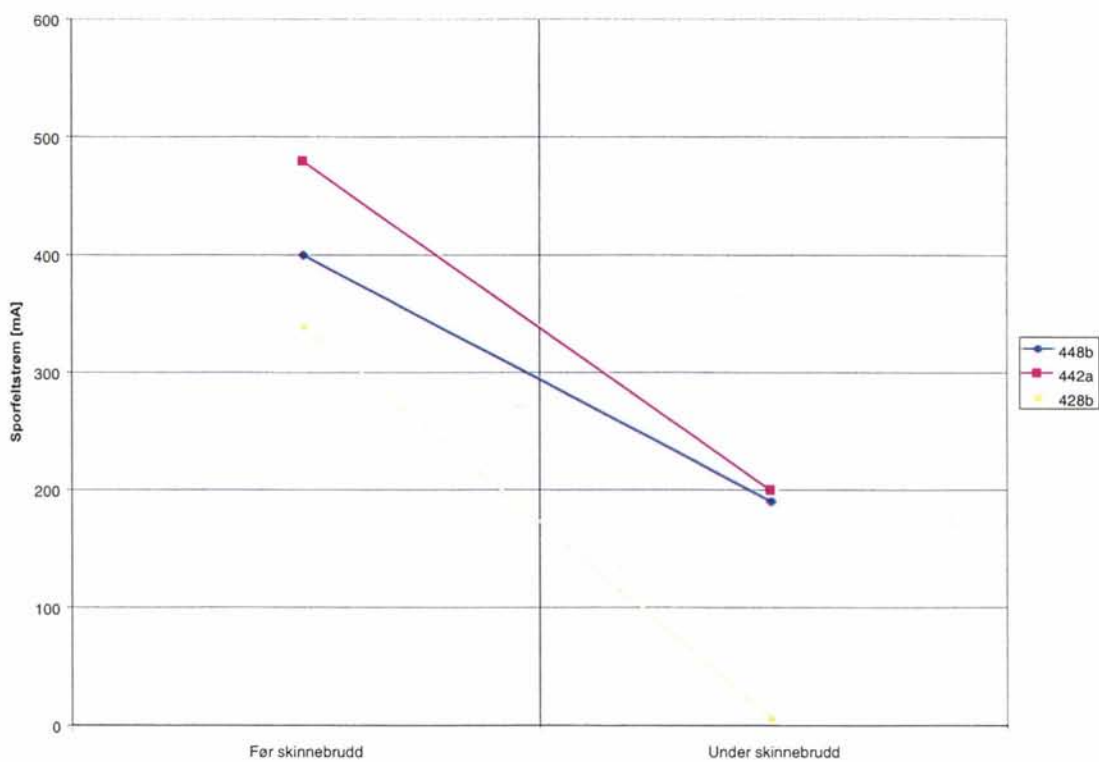
VEDLEGG 1

Grafisk oppstilling av måling av sporfeltstrøm for Sf. 448b, Sf. 442a og Sf. 428b gjennomført 01.02.99, 14.04.00 og 02.02.01



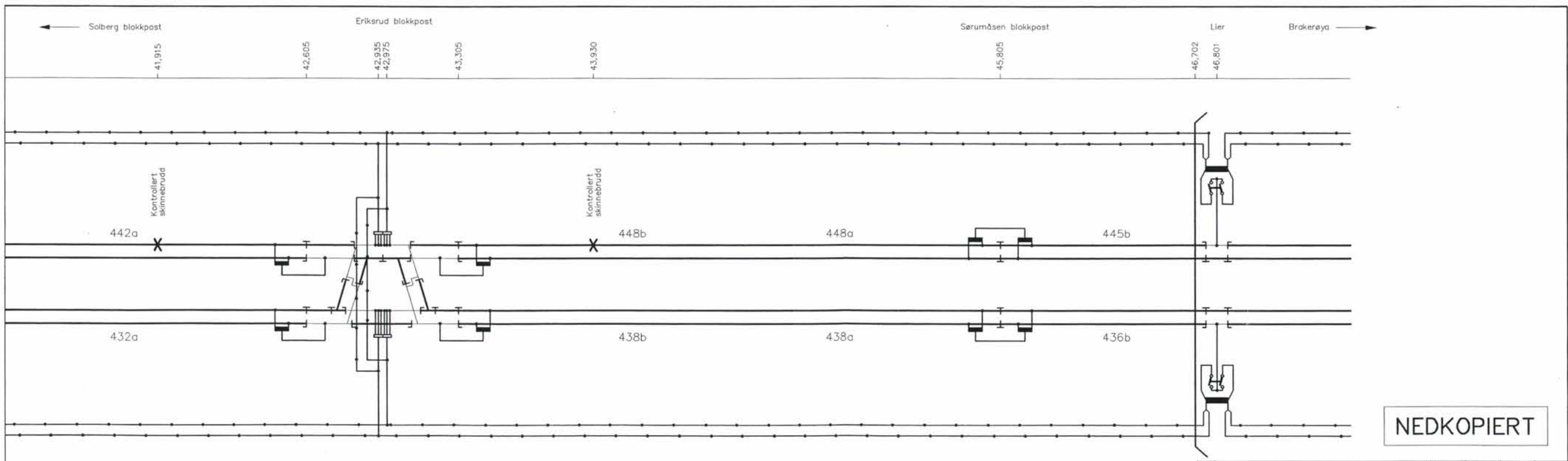
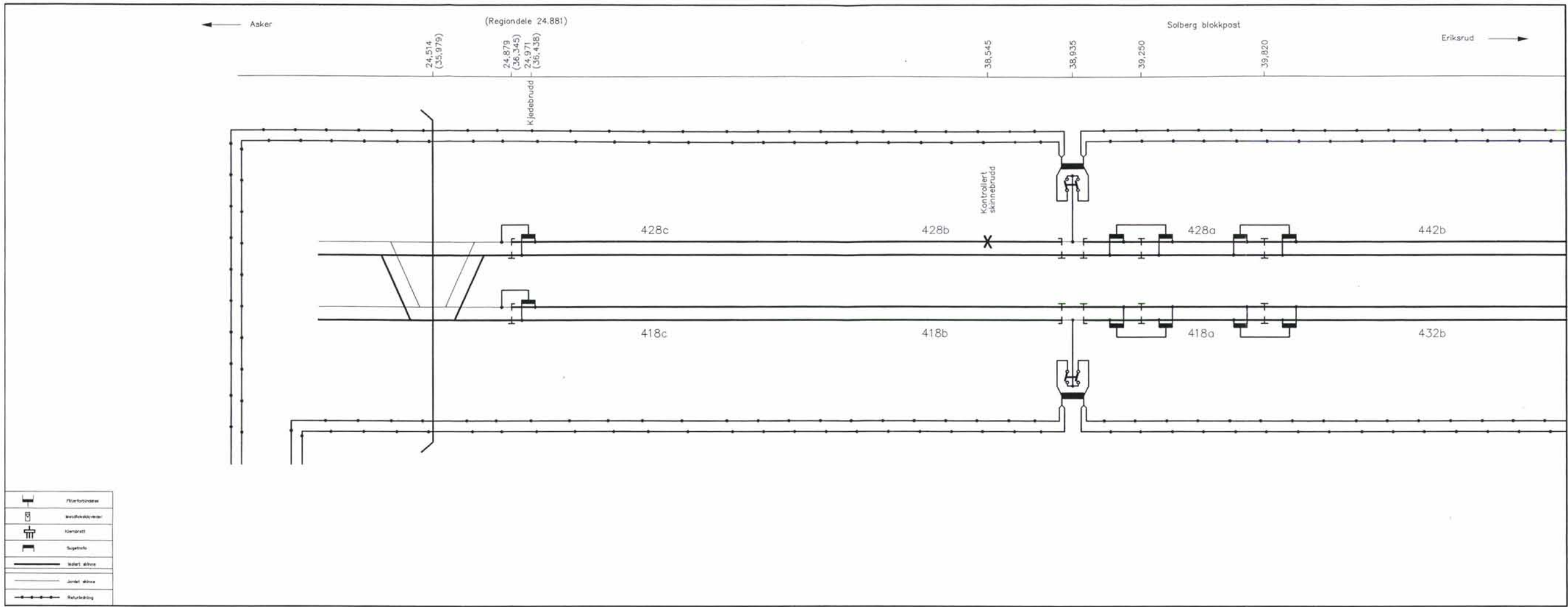
VEDLEGG 2

Sporfeltstrøm før og under skinnebrudd 01.02 og 02.02.01



VEDLEGG 3

Returskjema/sporisoleringsplan for strekningen Asker - Brakerøya



NEDKOPIERT

Merknader:

Sporfeltene 418 b/c, 428 b/c, 432 a/b, 438 a/b, 442 a/b og 448 a/b er midtmatet.
Tegningen er basert på Returskjema Tek-0022-001 rev. 02.

Rev. 0	Wahlgrun sjøder	Date	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
		Målestokk	Date	28.02.01	
			Tegnet av	JRG	
			Kontrollert av	HW	
			Godkjent av	DCA	
		Arkiv bet.	R:\arkiv\prosjektarkiv\0022		
		Format for			
		Format	A4F		
		Tegning nr	Tek-0022-003		
		Rev	0		



Jernbaneverket
Region Sør