TRAFIKVERKET

RAPPORT (TRV 2018:93385)

# EG-Försäkran om överensstämmelse

## Kontaktledningsystem SYT 9.8/9.8

Driftkompatibilitetskomponent

Delsystem Energi

Uhte-18- 104 version 3.0

Yta för bild

Innehåll

1. Inledning. ..... 3
2. Slutsatser ..... 3
3. Omfattning ..... 3
4. Tillämpad metod ..... 3
5. Granskning ..... 4
6. Systembeskrivning och avgränsning ..... 4
7. Sammanfattning av bedömningen ..... 5
8. Normer och standarder ..... 6
9. Bedömning av driftkompatibilitetens prestanda och specifikation ..... 6
10. Jämförelser ST15/15, SYT15/15, ST9.8/9.8 ..... 11
11. Referenser ..... 12
12. Bilaga A, Simulering ..... 14
13. Bilaga B, mätning ..... 16
14. Bilaga C, Erfarenhet ..... 17
15. Bilaga D Resultat från simuleringar SYT 9.8/9.8 ..... 19

# 1. Inledning.

Trafikverkets kontaktledningssystem SYT 9.8/9.8 ska vara möjlig att installera på den svenska delen av det transeuropeiska järnvägsnätet och ska därför uppfylla krav på driftskompatibilitet.

Trafikverket har själva utvecklat och definierat kontaktledningssystemet SYT 9.8/9.8 vilket ger Trafikverket två olika roller, nämligen:

- Leverantör av kontaktledningssystemet SYT 9.8/9.8 i form av en driftkompatibilitetskomponent

- Köpare av kontaktledningssystemet för installation i Trafikverkets järnvägsnät

Denna tekniska rapport redogör för kontaktledningssystemet SYT 9.8/9.8 överensstämmelse som driftkompatibilitetskomponent.

# 2. Slutsatser

Bedömningen är att kontaktledningssystemet SYT 9.8/9.8 överensstämmer med kraven för en driftkompatibilitetskomponent.

EG-kontrollförklaring enligt modul CA kan skrivas av producenten som i detta fall är Trafikverket.

# 3. Omfattning

Bedömningen har gjorts enligt kommissionens förordning 1301/2014 av den 18 november om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende delsystemet Energi i unionens järnvägssystem. Hädanefter benämns denna förordning kort, TSD Energi.

Consolidated version : EUR-Lex - 02014R1301-20230928 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

Tillägg A, Tabell A.1 Bedömning av driftkompatibilitetskomponent: kontaktledning

# 4. Tillämpad metod

För bedömning av driftkompatibilitetskomponentens överensstämmelse har modul CA, Intern tillverkningskontroll använts. Detta tillåts i de fall komponenten har släppts på EU-marknaden före ikraftträdandet av denna TSD. Kontaktledningssystemet SYT 9.8/9.8 har installerats på Trafikverkets järnvägsnät sedan mitten av 90-talet är ska därför anses vara släppt på marknaden innan offentliggörandet av TSD Energi.

Intern tillverkningskontroll är det förfarande för bedömning av överensstämmelse genom vilket tillverkaren säkerställer och försäkrar på eget ansvar att de berörda driftskompatibilitetskomponenterna uppfyller de tillämpliga kraven i den tekniska specifikationen för driftskompatibilitet (TSD)

# 5. Granskning

För konstruktionskontroll har Trafikverkets systemdokumentation granskats.

För typkontroll har simuleringar, provkörningar och erfarenhetsdrift granskats.

Dessa har legat som grund för bedömningen om kraven i TSD uppfylls.

Resultatet finns beskrivet i avsnitt 9.

## 5.1. Organisation

Granskningen har genomförts internt av Trafikverket

- Konstruktionskontroll — Peter Larsson, UHtes
- Typkontroll (simulering, mätning) — Peter Larsson, UHtes

# 6. Systembeskrivning och avgränsning

## 6.1. Det tekniska system som omfattas av bedömningen

**Karakteristisk data för SYT 9.8/9.8**

| | |
|---|---|
| Kontakttråd: | 100 mm² Cu |
| Bärlina: | 70 mm² Cu |
| System: | Med Y-lina |
| Inspänningskraft kontakttråd: | 9 800 N |
| Inspänningskraft i bärlina: | 9 800 N |
| Inspänningskraft Y-lina: | 2 000 N |
| Nedhäng | max 30 mm vid 60 m spann |
| Maximal vindhastighet: | 29 m/s |
| Maximal hastighet: | 200 km/h |
| Maximal spannlängd: | 60 m |
| Antal strömavtagare: | 2 st |
| Avstånd mellan strömavtagare: | Kolumn A i tabell 4.2.13 i TSD Energi (200 m vid 200 km/h) |

## 6.2. Användandet av SYT 9.8/9.8 i delsystemet Energi

Kontaktledningssystem är enligt TSD en driftkompatibilitetskomponent där endast hängverket ingår. Bärande komponenter som utliggare, stolpar, fundament, återledning, förstärkningsledning, autotransformatorer mm ingår inte utan dessa omfattas istället av delsystemkraven.

Kontaktledingssystemet SYT 9.8/9.8 är en komponent som användas i delsystemet energi.

# 7. Sammanfattning av bedömningen

För att bedöma driftkompatibiliteten ska simuleringar och testkörningar utföras. Då SYT 9.8/9.8 funnit installerad i Trafikverkets järnvägsnät sedan mitten av 90-talet finns det insamlad data från många mätningar via periodisk mätning från mätvagnar, mätdata från EG-certifiering av andra kontaktledningssystem att använda i jämförelse, erfarenhet från trafik i över 20 års tid. En bedömning av all denna mätdata, erfarenhetsdrift samt resultat från Trafikverkets verifierade simuleringsprogram CaPaSim visar att SYT 9.8/9.8 uppfyller alla krav på driftkompatibilitetskomponenten kontaktledning enligt TSD Energi.

SYT 9.8/9.8 är egentligen inte ett unikt system då det är en svensk variant av det ursprungliga Tyska systemet Re200 som installerats i Tyskland sedan mycket lång tid tillbaka. Flera länder använder i princip samma systemparametrar med endast mindre skillnader i designen på vissa komponenter som ingår i hängverket. I Norge heter systemet S20 och har samma systemparametrar som det svenska SYT 9.8/9.8. Norska infrastrukturförvaltaren har även de utfärdat en EG-kontrollförklaring på S20 genom modul CA.

## 7.1. Bedömda punkter

Numreringen av punkterna refererar till bedömningen i kapitel 9.

| Punkt | Egenskap | Uppfyllnad av krav i TSD |
|---|---|---|
| 9.1 | Kontaktledningens geometri | Ja |
| 9.2 | Medelkontaktkraft | Ja |
| 9.3 | Strömavtagningsdynamik | Ja |
| 9.4 | Utrymme för upplyft | Ja |
| 9.5 | Strömavtagaravstånd | Ja |
| 9.6 | Ström vid stillastående | Endast relevant för DC-linjer |
| 9.7 | Kontaktrådens material | Ja |

## 7.2. Öppna punkter

Inga öppna bedömningspunkter har identifierats

# 8. Normer och standarder

- TRVINFRA 00082, Kontaktledning, SYT 9.8/9.8, Systembeskrivningen
- TRVINFRA 00076, Kontaktledning, Kontaktledningssystem, Systembeskrivningen
- TRVINFRA 00153, Kontaktledning, Kontaktledningssystem, Projektering
- TRVINFRA 00144, Kontaktledning, Trådföring

# 9. Bedömning av driftkompatibilitetens prestanda och specifikation

Prestanda och specifikationen för kontaktledningen som en driftkompatibilitetskomponent beskrivs i avsnitt 5.2.1 i TSD Energi.

## 9.1. Kontaktledningens geometri

Avsnitt 5.2.1.1. i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.9

### 9.1.1. Krav

Den geometriska konstruktionen som t.ex. trådläget, spannlängd med avseende på sidvind, fritt utrymme för strömavtagaren varierar beroende på vilken strömavtagarprofil som ska trafikera den tänkta linjen. TSD anger för olika linjekategorier vilken strömavtagarprofil som minst måste kunna trafikera den tänkta linjen

- Kontaktledningen ska konstrueras för strömavtagare med den geometri för strömavtagartoppen som anges i TSD Lok och passagerarfordon, punkt 4.2.8.2.9.2, med hänsyn tagen till de bestämmelser som anges i punkt 7.2.3 i denna TSD.
- SYT 9.8/9.8 ska kunna installeras på alla linjer och ska därför uppfylla de geometriska kraven för den 1 600 mm breda strömavtagaren som definieras i 50367:2012 Bilaga A, figur A.2, samt den 1950 mm breda strömavtagaren som definieras i 50367:2012 Bilaga A, figur A.2,2.
- Trafik med den traditionella svenska 1 800 mm breda strömavtagaren som definieras i 50367:2012 Bilaga B, figur B5 ska också tillåtas.
- Kontakttrådens höjd anges i tabell 4.2.9.1 i TSD Energi och är beroende på linjehastighet
- Maximal avvikelse av kontaktledningen i sidled anges i tabell 4.2.9.2 i TSD Energi vilka ska justeras med beaktande av fordonets rörelser

### 9.1.2. Bedömning:

För att bedöma geometrin har konstruktionskontroll genomförts av Trafikverkets styrande dokument inklusive ritningar.

- TRVINFRA 00398 anger profilen för det utrymmet som tillåts för strömavtagaren samt hänvisar till EN 15273-2 för beräkningsregler.

- Tte 11-065 Utredning av 1950-strömavtagare visar att fordon med 1950 mm strömavtagare kan trafikera Trafikverkets befintliga banor.

- Bilagan Cross section report Vehicle Dynamics Oeresund Train Unit till Tte 11-065 visar genom beräkningar att ett fordon med monterad 1950 mm strömavtagarprofil kommer vara inom den mekaniska profilen.

- TRVINFRA 00144 Trådföringstabellerna visar att trådläge inklusive vindavdrift kommer vara inom arbetsområdet för strömavtagaren som är 1600mm ,1800 mm och 1950 mm. Värdena är justerade med hänsyn till fordonets rörelser.

- Kontaktrådshöjd ska enligt TSD Energi ligga mellan 5000 mm – 5 750 mm. TRVINFRA 00153 anger tillåtet intervall 5 250 mm till 5650 mm

**Erfarenhetsdrift, så kallad ”proven in use”.**

- Trafikverket använder en mätutrustad strömavtagare med 1950 mm bred toppbygel för att mäta alla sträckor med kontaktledning. Mätvagnen mäter alla sträckor där kontaktledning SYT 9.8/9.8 är installerad och eventuella systemfel skulle i så fall identifierats.

- Passagerarfordonet X2 använder den 1950 mm strömavtagare och trafikerar sträckor där SYT 9.8/9.8 är installerat i 200 km/h och med en rälsförhöjningsbrist på 245 mm.

- Fordon som används för internationell trafik (via Öresundsbron eller med färja till Tyskland) använder den 1950 mm strömavtagare med statiskt upptryck på 70 N och dessa trafikerar stora delar av järnvägsnätet inklusive sträckor med SYT 9.8/9.8

SYT 9,8/9,8 bedöms uppfylla kraven i TSD avseende geometri.

## 9.2. Medelkontaktkraft

### 9.2.1. Krav

Avsnitt 5.2.1.2 i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.11 som hänvisar till EN 50367:2012

Intervallet för strömavtagarens medelkontaktkraft ska vara inom:

- $F_{m_min} = 0.00047*v^2+60$ N

- $F_{m_max} = 0.00097*v^2+70$ N.

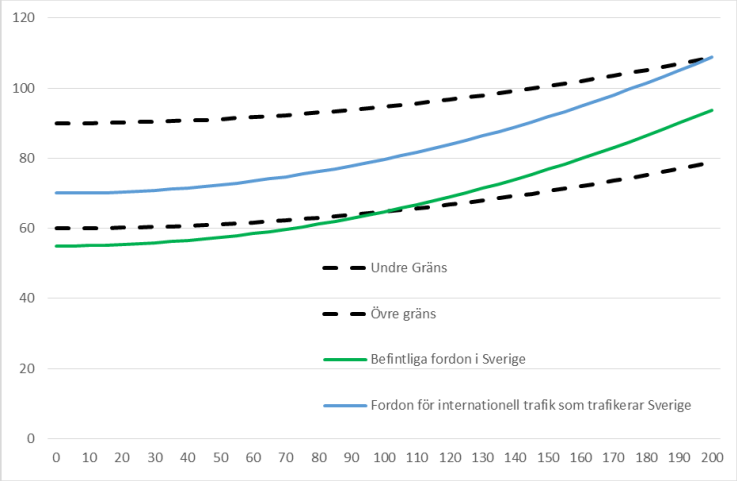
- Kontaktledningen ska dimensioneras efter den högre kraften, $F_{m_max}= 0.00097*v^2+70$ N.

### 9.2.2. Bedömning:

- I de genomförda simuleringarna har kontaktkraften $F_{m_max}$ 0.00097*v²+70 N använts med godkänt resultat

- Av tradition använder fordon för nationell trafik på Trafikverkets spår en statisk kraft i intervallet 50 N - 60 N vilket ger ca: 15% lägre kontaktkraft än vad som anges i TSD. Se Figur 1.

- Dock använder alla fordon som används för internationell trafik (via Öresundsbron eller med färja till Tyskland) en statisk kraft på 70 N och dessa trafikerar stora delar av järnvägsnätet. Den berörda sträckan som används för verifiering av SYT 9.8/9.8 används av fordon med 70N i statisk kraft. X2000K för trafik över Öresundsbron. Faktum är at Trafikverkets kontaktledningssystem trafikeras av fordon som har en statisk kontaktkraft i intervallet 50N – 70N. Se Figur 1.




*Figur 1 Medelkontaktkraft*

En högre medelkontaktkraft medför att kontakttråden lyfts högre. Ett högre lyft medför att t.ex. tillgängligt utrymme måste vara tillräckligt stort så att strömavtagaren inte slår i en fast punkt. SYT 9.8/9.8 är ett system med Y-lina vilket gör systemet har en elasticitet på ca: 0,7 mm/N i upphängningspunkten. Simuleringar visar att upplyftet är ca: 90% av tillåtet upplyft. Erfarenhet från jämförelser mellan simulerat upplyft och verkligt uppmätt upplyft visar att simuleringen alltid ger ett något större upplyft än vad det faktiskt är.

Bedömningen från simulering, provkörningar och erfarenhet visar att SYT 9.8/9.8 kan utsatts för en medelkontaktkraft som ligger mellan undre och övre gränsen av det som anges i TSD Energi.

## 9.3. Strömavtagningsdynamik och strömavtagningskvalitet

### 9.3.1. Krav

Avsnitt 5.2.1.3 i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.12

- Medelkontaktkraften ska vara inom intervallet för $F_{m_min}$ och $F_{m_max}$

- Standardavvikelse ska vara max 30 % av $F_m$ vid maximal linjehastighet

- Tabell A.1 i TSD Energi anger att särskilt bedömningsförfarande enligt avsnitt 6.1.4 skall användas

### 9.3.2. Bedömning

- Trafikverkets simuleringsprogram CaPaSim uppfyller EN 50318 vilket framgår i dokumentet XT 09-11 Validering enlig EN 50318_version 2

- Simuleringsresultaten **i Bilaga A och Bilaga D** visar att kraven på medelkontaktkraft, standardavvikelse och utrymme för upplyft av tillsatsrör uppfylls

- Resultat från Mätvagnen IMV200 **Bilaga B** visar att medelkontaktkraft, standardavvikelse och upplyft uppfylls

- Erfarenhetsdrift i **Bilaga C** under lång med olika typer av fordon, strömavtagare, avstånd och medelkontaktkraft visar att systemet har god strömavtagningsdynamik och strömavtagningskvalitet

SYT 9.8/9.8 bedöms uppfylla kravet

## 9.4. Utrymme för upplyft

### 9.4.1. Krav

Avsnitt 5.2.1.4 i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.12

- Utrymme för upplyft av tillsatsrör = 2 gånger beräknade, simulerade eller uppmätta värdet som uppstår under normala driftförhållanden med en eller flera strömavtagare med den övre gränsen $F_{m_max}$ vid maximal linjehastighet.

### 9.4.2. Bedömning

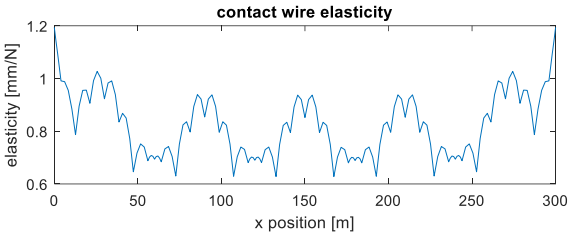
- TDOK 2014:0853 anger tillgängligt utrymme för upplyft till 172 mm

- Simuleringsresultaten **Bilaga A** visar att kraven på utrymme för upplyft av tillsatsrör uppfylls

    - Trafikverkets simuleringsprogram CaPaSim uppfyller EN 50318 vilket framgår i dokumentet XT 09-11 Validering enlig EN 50318_version 2

- **Bilaga C** visar erfarenhetsdrift under lång med olika typer av fordon, strömavtagare, avstånd och medelkontaktkraft utan några kända problem med utrymmet visar att systemet har god marginal för upplyft av tillsatsröret.

- Kontaktledningssystemet SYT 15/15 har granskats av certifierade NoBo med godkänt resultat med en marginal på upplyft på 30% . Elasticiteten för SYT 15/15 är ungefär 0,5 N/mm vilket ger ett upplyft på ca 60 mm i 200 km/h. Detta visar både simuleringar och mätningar. SYT 9.8/9.8 har något högre elasticitet, 0,7 mm/N vilket ger ett något högre upplyft för samma hastighet. Beräknat på medelkraften i 200km/h ger det 76 mm upplyft vilket stämmer bra överens med mätningar och simuleringar.




*Figur 2 Elasticitet SYT 9.8/9.8*

## 9.5. Strömavtagaravstånd

### 9.5.1. Krav

Avsnitt 5.2.1.5 i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.13

- Kontaktledingssystemet ska vara konstruerad åtminstone för 2 närliggande strömavtagare i funktion med ett avstånd mellan respektive centrumlinje som är lika med eller mindre än det som anges i någon av kolumnerna A, B eller C i tabell 4.2.13

*Tabell 4.2.13*

**Avstånd mellan strömavtagare för konstruktion av kontaktledning**

| Konstruktionshastighet (km/tim) | Växelspänningssystem, minsta avstånd (m) | | | 3 kV likspänningssystem, minsta avstånd (m) | | | 1,5 kV likspänningssystem, minsta avstånd (m) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Typ | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| v ≥ 250 | 200 | | | 200 | | | 200 | 200 | 35 |
| 160 < v < 250 | 200 | 85 | 35 | 200 | 115 | 35 | 200 | 85 | 35 |
| 120 < v ≤ 160 | 85 | 85 | 35 | 20 | 20 | 20 | 85 | 35 | 20 |
| 80 < v ≤ 120 | 20 | 15 | 15 | 20 | 15 | 15 | 35 | 20 | 15 |
| v ≤ 80 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 20 | 8 | 8 |

### 9.5.2. Bedömning

- TRVINFRA 00144 och 00153 anger att SYT 9.8/9.8 är konstruerat att klara 2 strömavtagare med avstånd enligt kolumn A i TSD Energi tabell 4.2.13

- **Bilaga A** visar simuleringar gjorda med 2 strömavtagare med 85 meters avstånd.

- **Bilaga B och C** visar fordon som idag trafikerar Trafikverkets järnvägsnät med kontaktledningssystem SYT 9.8/9.8 och som har kortare avstånd än vad som anges i kolumn A

- **Bilaga B och C** visar fordon som idag trafikerar Trafikverkets järnvägsnät med kontaktledningssystem SYT 9.8/9.8 har upp till 4 strömavtagare uppfällda samtidigt

SYT 9.8/9.8 bedöms uppfylla kraven i TSD för kolumn A i tabell 4.2.13. Erfarenhetsdrift och simuleringar visar till och med att fordon med fler strömavtagare än 2 samt med avstånd motsvarande kolumn B trafikerar SYT 9.8/9.8 utan några problem med strömavtagning.

## 9.6. Ström vid stillastående

### 9.6.1. Krav

Avsnitt 5.2.1.6 i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.5

### 9.6.2. Bedömning

Punkten gäller endast likspänningssystem och är därför irrelevant då Trafikverket banmatningssystem är växelspänningssystem.

## 9.7. Kontaktrådens material

### 9.7.1. Krav

Avsnitt 5.2.1.7 i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.14

- Tillåtna material för kontakttrådar är koppar och kopparlegering. Kontakttråden ska uppfylla kraven i EN 50149:2012, punkterna 4.2 (med undantag för hänvisningen till bilaga B i standarden), 4.3 och 4.6–4.8.

### 9.7.2. Bedömning:

-

- Trafikverket anger i TDOK 2022:0011 Elkraftanläggning Kontaktledning Kontakttråd Produktspecifikation ska uppfylla EN 50149 avseende tillverkning, märkning samt mekaniska och elektriska krav

- TRVINFRA 00082 anger att SYT 9.8/9.8 använder 100 mm$^2$ Cu

SYT 9.8/9.8 bedöms uppfylla kraven i TSD

# 10. Jämförelser ST15/15, SYT15/15, ST9.8/9.8

SYT 15/15 och ST 9.8/9.8 har genomgått processen för EG-certifiering med godkänt resultat. Här förs ett resonemang om man kan bedöma att SYT 9.8/9.8 skulle uppfylla en EG-certifiering genom att jämföra mot SYT 15/15 och ST 9.8/9.8.

SYT 9.8/9.8 är ett system som ska klara något högre hastighet än ST 9.8/9.8 på grund av införandet av Y-lina som minskar elasticiteten i upphängningspunkten. SYT 9.8/9.8 har 30% lägre elasticitet i upphängningen än ST 9.8/98 men endast 11 % högre designhastighet.

| | **SYT 15/15** | **ST 9.8/9.8** | **SYT 9.8/9.8** |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spannlängd | 65 m | 60 m | 60 m |
| Antal strömavtagare | 2 | 2 | 2 |
| **Simuleringar** | | | |
| Hastighet | 200 km/h | 180 km/h | 200 km/h |
| Medlkontaktkraft | 102 | 96 | 101 |
| Standardavvikelse | 12,5 | 15 | 20 |
| Std/Medlkontaktkraft | 12% | 16% | 20% |
| Upplyft | 62 | 42 | 81 |
| **Mätningar** | | | |
| Hastighet | 200 km/h | 180 km/h | 160 km/h |
| Medlkontaktkraft | 107 | 101 | 85 |
| Standardavvikelse | 27,8 | 29,2 | 15 |
| Std/Medlkontaktkraft | 26% | 29% | 14 % |
| Upplyft | 67 mm | 69 mm | 45 mm |
| **TSD Krav** | | | |
| Hastighet | 200 km/h | 180 km/h | 200 km/h |
| Medlkontaktkraft | 108 | 105 | 108 |
| Standardavvikelse | 32,4 | 31,5 | 32,4 |
| Std/Medlkontaktkraft | 30% | 30% | 30% |
| Upplyft | 86 mm | 86 mm | 86 mm |

SYT 9.8/9.8 är ett system med bättre dynamik jämfört med ST 9.8/9.8. SYT 9.8/9.8 har Y-lina vilket medför att systemet är något mjukare i upphängningspunkten och att elasticiteten är relativt jämn över hela spannet vilket resulterar i mindre standardavvikelse och därmed bättre dynamik och strömavtaganing.

Bedömningen är att Trafikverket har tillräckligt med drifterfarenhet, simuleringsresultat, mätdata och jämförelser mot andra liknande system att SYT 9.8/9.8 uppfyller de krav som ställs på ett kontaktledningssystem för att utfärda ett EG-certifiering.

# 11. Referenser


Kommissionens förordning 1301/2014 av den 18 november om teknisk specifikation för driftskompatibilitet (TSD) avseende delsystemet Energi i unionens järnvägssystem

TRVINFRA 00082, Kontaktledning, SYT 9.8/9.8, Systembeskrivningen

TRVINFRA 00083, Kontaktledning, ST 15/15, Systembeskrivningen

TRVINFRA 00079, Kontaktledning, ST 9.8/9.8, Systembeskrivningen

TRVINFRA 00084, Kontaktledning, SYT 15/15, Systembeskrivningen

TRVINFRA 00076, Kontaktledning, Kontaktledningssystem, Systembeskrivningen

TRVINFRA 00153, Kontaktledning, Kontaktledningssystem, Projektering

TRVINFRA 00144, Kontaktledning, Trådföring

TRVINFRA 00398, Ban- och stationsutformning, Banutformning

XT 09-11 Validering enlig EN 50318_version 2 av CaPaSim

Dynamisk mätning DTS. Med strömavtagare WBL 88 På fordon SIGNATUR NORRALATUNNELN BOTNIA BANAN

Type test report 3 Multiple For pantograph WBL22.01 X61

Type test report single For pantograph WBL22.01 X62

2001100033, Type test report X40 Multiple For pantograph WBL88X40

Type Test of pantograph WBL 88 On Train X2000 , no: 2014, SWEDEN

611R12954-2M , Dynamiska tester av strömavtagare WBL88 för Regina Tåg

3EGH000031-6126, Adjustment of pantograph DSA 200.56 on Swedish high speed train X2 and collection of data for EC declaration of various catenary system 3EGH000031_6126

EN 15273-2 fordonsprofiler

Tte 11-065 Utredning av 1950-strömavtagare

Bilagan Cross section report Vehicle Dynamics Oeresund Train Unit till Tte 11-065

| Fastställd version | Dokumentdatum | Ändring | Namn |
|---|---|---|---|
| Uhte 18-104 2.0 | 2022-02-22 | Ändrade till rätt material i kontakttråd | Peter Larsson |
| | | | |

# 12. Bilaga A, Simulering

För att verifiera att Trafikverkets kontaktledningssystem SYT 9.8/9.8 uppfyller kraven i TSD har simuleringar av kontaktledningsdynamik genomförts med både 1 aktiv strömavtagare och med 2 aktiva strömavtagare. I simuleringar med två aktiva strömavtagare med 85 m strömavtagaravstånd använts vilket motsvarar kolumn B i tabell 4.2.13 i TSD Energi.

Resultatet visar att både kontaktkraft, standardavvikelse och upplyft ligger inom de gränser som anges i TSD Energi tabell 4.2.12.

Simuleringsprogrammet är verifierat enligt EN 50318 vilket är dokumenterat i XT 09-11 Validering enlig EN 50318 version 2.

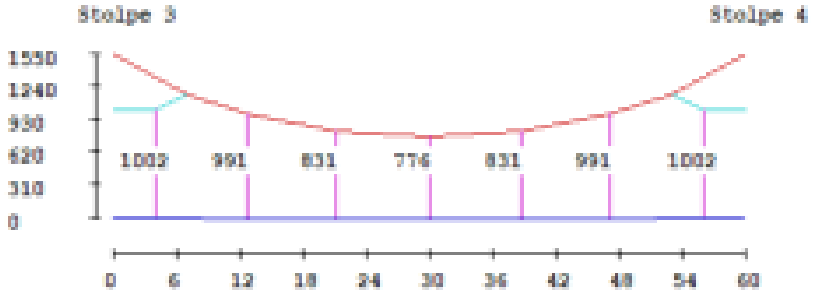
## 12.1. Kontaktledningsmodell

För simuleringen har en representativ modell skapats utifrån systemparametrar som anges i TDOK 2014:0853. Denna representativa sträcka är består maximala spannlängder, korrekt nedhäng samt nominell höjd i alla utliggare. Strömavtagaravstånd, inspänningskraft i bärlina och kontakttråd, sick-sack, systemhöjd, spannlängd och normalt nedhäng redovisas i tabell 1.

Kontaktledningen modelleras genom en FEM-modell som genereras från Banverkets program för bärtrådsberäkning *Bartrad* samt *Papasim* som sedan beräknas med hjälp av *Ansys*. Resultatet filtreras och analyseras i Matlab.

*Tabell 1*

| *Kontaktlednings-system* | *Y-lina* | *Avstånd strömavtagare (m)* | *Bärlina (N)* | *Kontakttråd (N)* | *Sick-sack (mm)* | *Systemhöjd (mm)* | *Spannlängd (m)* | *Nedhäng (mm)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SYT 9.8/9.8** | **Ja** | **85** | **9 800** | **9 800** | **300** | **1550** | **60** | **30** |



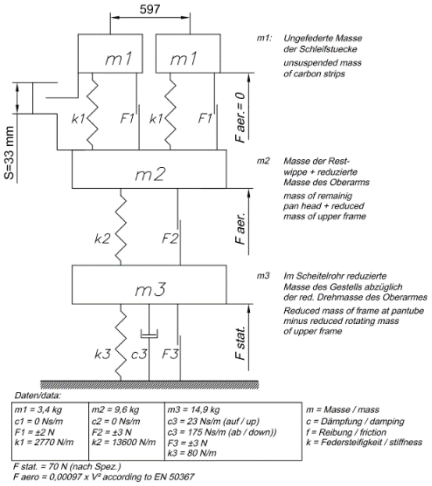
## 12.2. Strömavtagarmodell

Strömavtagarmodellerna är uppbyggda som ett 3-massa system och som utvecklar en medelkraft på $0.00097*v^2 +70$.

Simuleringar har genomförts med två strömavtagare som båda har en EG-förklaring

- DSA 200.56
- WBL 32.05.

Vid simuleringar med två strömavtagare redovisas medelkraft, standardavvikelse och upplyft för respektive strömavtagare.




## 12.3. Resultat

Resultatet från simuleringarna visas i tabellen nedan och uppfyller kraven i TSD för båda typerna av strömavtagare.

| **200 km/h** | Krav enligt TSD Energi | DSA 200.56 | | WBL 33.02 | |
|---|---|---|---|---|---|
| **85 m avstånd** | | P1 | P2 | P1 | P2 |
| **Medelkraft** | 80 N - 106 N | 101 | 101 | 101 | 101 |
| **Standardavvikelse** | max 30% av medelkraft | 18% | 20% | 20% | 24% |
| **Upplyft av tillsatsrör** | 50 % av tillgängligt utrymme = 173 mm | 80 mm | mm | 82 mm | 80 mm |

# 13. Bilaga B, mätning

SYT 9.8/9.8 har installerats i Sverige de senaste 20 åren och finns på mer än 500 km.

## 13.1. Mätdata från underhållsmätningar

Mätdata från IMV200 på sträckan Flen – Katrineholm (Bandel 414 från ca: km 116 till km 132).



Mäthastighet: 160 km/h

Linjehastighet: 200 km/h

Spannlängd: 60 m

Kontaktledningssystem: SYT 9.8/9.8

Antal strömavtagare: 1

Typ av strömavtagare: WBL 33.02

Mätningsmetod: Enligt EN 50317

| | IMV200 med WBL 33.02 |
|---|---|
| **Medelkraft** | 82 N |
| **Standardavvikelse** | 13,7 % |
| **Upplyft av tillsatsrör** | 45 mm<br><br>Medelvärde från mätvärden och beräkning av dynamisk – statiskt värde |

# 14. Bilaga C, Erfarenhet

## 14.1. X40

År 2005 genomförde fordonstypen X40 prov enligt EN50367 samt mätning enligt EN 50317 200 km/h.

Strömavtagare: WBL 88.

Antal strömavtagare: 4

Avstånd mellan strömavtagare: 55 m

Hastighet: 200 km/h

Resultatet visar att X40 uppfyller kraven i EN 50367 för 2 olika kontaktledningssystem. SYT 7.0/9.8 är det system som är mjukast och som har sämst dynamik av alla Trafikverkets kontaktledningssystem. Av den anledningen har Trafikverket testat nya fordonen på SYT 7.0/9.8. Om kraven på upplyft och medelkontaktkraft uppfylls tillåts fordonstypen trafikera hela Trafikverkets järnvägsnät med det antalet strömavtagare.

Upp till 4 sammankopplade X40 har idag trafikerat sträckor med SYT 9.8/9.8 i 200 km/h utan några driftproblem.

Resultat från provkörningarna med X40 år 2005

| System | SYT 7.0/9.8 | ST 15/15 |
|---|---|---|
| Hastighet | 200 km/h | 200 km/h |
| Medelkraft | 98,4 | 98,4 |
| Standardavvikelse | 21,7 | 15,9 |
| Std/Medelkraft | 22% | 16% |

## 14.2. X50

År 2000 genomförde fordonstypen X50 prov enligt EN50367 samt mätning enligt EN 50317 i 200 km/h.

Strömavtagare: WBL 88.

Antal strömavtagare: 3

Avstånd mellan strömavtagare: 55 m

Hastighet: 140 km/h till 200 km/h

Resultatet visar att X50 uppfyller kraven i EN 50367 för 3 olika system. SYT 7.0/9.8 är det system som är mjukast och som har sämst dynamik av alla Trafikverkets kontaktledningssystem. Av den anledningen har Trafikverket testat nya fordonen på SYT 7.0/9.8. Om kraven på upplyft och

medelkontaktkraft uppfylls tillåts fordonstypen trafikera hela Trafikverkets järnvägsnät med det antalet strömavtagare.

Upp till 3 sammankopplade X50 trafikerar sträckor med SYT 9.8/9.8 i 200 km/h utan några kända driftproblem.

Resultat från provkörningarna med X50 år 2000

| System | ST 7.1/7.1 | SYT 7.0/9.8 | SYT 15/15 |
|---|---|---|---|
| Hastighet | 140 km/h | 200 km/h | 200 km/h |
| Medelkraft | 79 | 105 | 98 |
| Standardavvikelse | 19 | 15 | 12 |
| Std/Medelkraft | 24% | 14% | 12% |

## 14.3. X2

2012 genomfördes EG-certifiering av kontaktledningssystemen SYT 15/15 och ST 9.8/9.8. Vid provkörningarna användes fordonstypen X2.

Strömavtagare: DSA 200.

Antal strömavtagare: 2

Avstånd mellan strömavtagare: 165 m

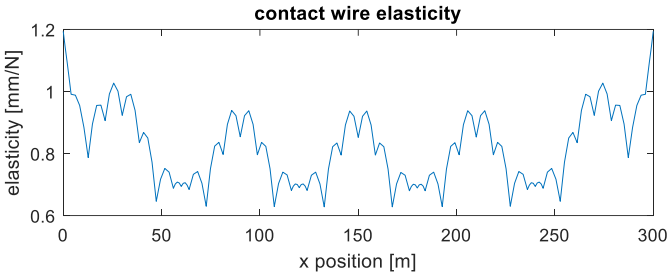
Hastighet: 180 km/h till 200 km/h

Resultatet som visas i tabellen medförde att systemen SYT 15/15 och ST 9.8/9.8 godkändes

| System | SYT 7.0/9.8 | SYT 15/15 | ST 9.8/9.8 |
|---|---|---|---|
| Hastighet | 200 km/h | 200 km/h | 180 km/h |
| Medelkraft | 97 | 107 | 101 |
| Standardavvikelse | 24,7 | 27,8 | 29,2 |
| Std/Medelkraft | 25% | 26% | 29% |
| Upplyft | 85 mm | 67 mm | 69 mm |

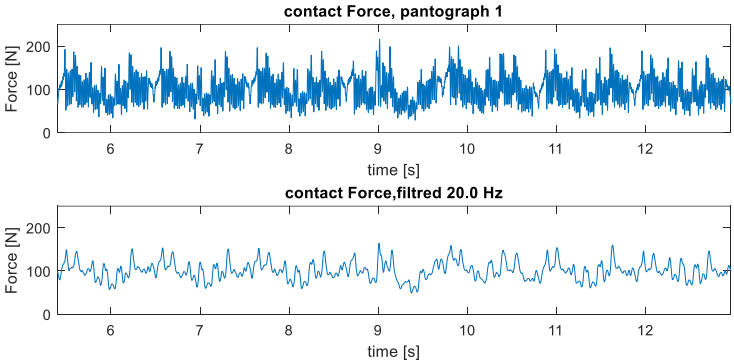
# 15. Bilaga D Resultat från simuleringar SYT 9.8/9.8

## 15.1. Elasticitet



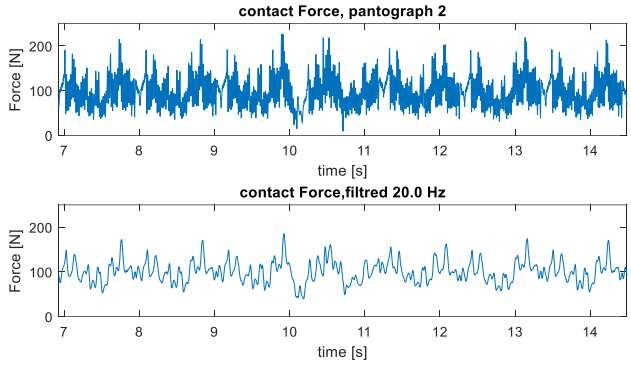

## 15.2. WBL 32.05 85 m

### 15.2.1. Medelkraft




Analys sektion between 300 and 720 meter (5.4 and 13.0 seconds)

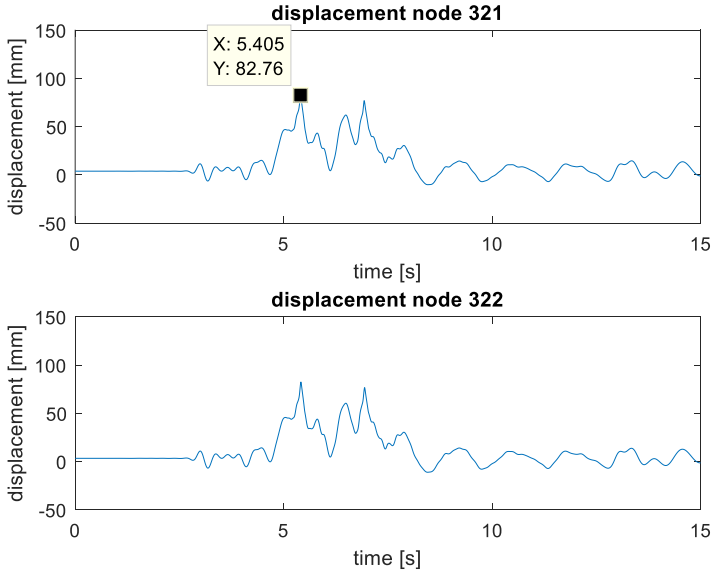
| | |
|---|---|
| Mean Contact Force [N]= | 100.6743 |
| Standard Deviation[N]= | 20.7237 |
| Statistical Max (MCF+3*SD)[N]= | 162.8455 |
| Statistical Min (MCF-3*SD)[N]= | 38.5031 |
| Real Max[N]= | 164.0438 |
| Real Min[N]= | 48.7219 |




Analys sektion between 300 and 720 meter (6.9 and 14.5 seconds)

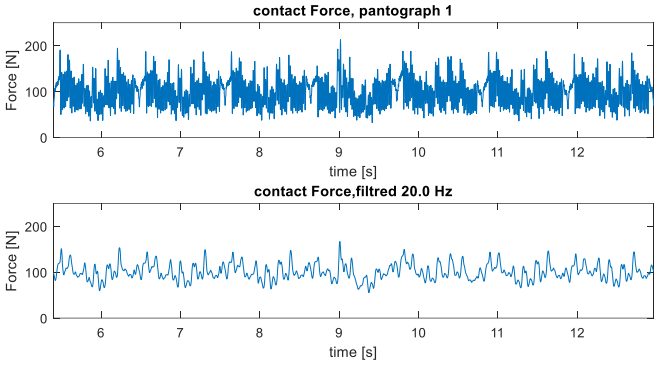
| | |
|---|---|
| Mean Contact Force [N]= | 100.5212 |
| Standard Deviation[N]= | 24.0394 |
| Statistical Max (MCF+3*SD)[N]= | 172.6395 |
| Statistical Min (MCF-3*SD)[N]= | 28.403 |
| Real Max[N]= | 185.5672 |
| Real Min[N]= | 39.3226 |

### 15.2.2. Upplyft



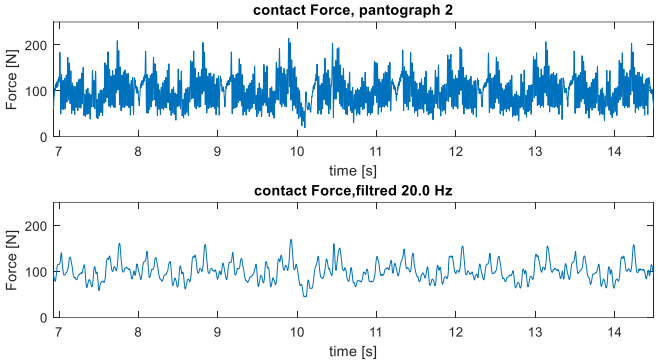

## 15.3. DSA 200 85 m

### 15.3.1. Medelkraft




Analys sektion between 300 and 720 meter (5.4 and 13.0 seconds)

| | |
|---|---|
| Mean Contact Force [N]= | 100.646 |
| Standard Deviation[N]= | 17.7365 |
| Statistical Max (MCF+3*SD)[N]= | 153.8555 |
| Statistical Min (MCF-3*SD)[N]= | 47.4365 |
| Real Max[N]= | 166.9252 |
| Real Min[N]= | 55.3876 |




Analys sektion between 300 and 720 meter (6.9 and 14.5 seconds)

| | |
|---|---|
| Mean Contact Force [N]= | 100.3817 |
| Standard Deviation[N]= | 20.0761 |
| Statistical Max (MCF+3*SD)[N]= | 160.6099 |
| Statistical Min (MCF-3*SD)[N]= | 40.1536 |
| Real Max[N]= | 170.0496 |
| Real Min[N]= | 44.4758 |

## 15.3.2. Upplyft

