TRAFIKVERKET

RAPPORT (TRV 2017:60779)

EG-Försäkran om överensstämmelse

Kontaktledningsystem ST 15/15 Version 2.0

Driftkompatibilitetskomponent

Delsystem Energi

Uhte-17-086

Yta för bild

Innehåll

1. Inledning. 3
2. Slutsatser 3
3. Omfattning 3
4. Tillämpad metod 3
5. Granskning 4
   5.1. Organisation 4
6. Systembeskrivning och avgränsning 4
   6.1. Det tekniska system som omfattas av bedömningen 4
   6.2. Användandet av ST 15/15 i delsystemet Energi 5
7. Sammanfattning av bedömningen 5
   7.1. Bedömda punkter 5
   7.2. Öppna punkter 6
8. Normer och standarder 6
9. Bedömning av driftkompatibilitetens prestanda och specifikation 6
   9.1. Kontaktledningens geometri 6
   9.2. Medelkontaktkraft 7
   9.3. Strömavtagningsdynamik och strömavtagningskvalitet 8
   9.4. Utrymme för upplyft 9
   9.5. Strömavtagaravstånd 9
   9.6. Ström vid stillastående 10
   9.7. Kontaktrådens material 11
10. Jämförelser ST15/15, SYT15/15, ST9.8/9.8 11
11. Referenser 12
12. Bilaga A, Simulering 14
   12.1. Kontaktledningsmodell 14
   12.2. Strömavtagarmodell 15
   12.3. Resultat 15
13. Bilaga B, mätning 16
   13.1. Mätdata från underhållsmätningar 16
   13.2. Mätdata från tunneln under Norrala 16
14. Bilaga C, Erfarenhet 18
   14.1. X40 18
   14.2. X50 18
   14.3. X2 19

1. Inledning.

Trafikverkets kontaktledningssystem ST 15/15 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 ST 15/15 vilket ger Trafikverket två olika roller, nämligen:

- Leverantör av kontaktledningssystemet ST 15/15 i form av en driftkompatibilitetskomponent
- Köpare av kontaktledningssystemet i konkreta investering och byggprojekt

Denna tekniska rapport redogör för kontaktledningssystemet ST 15/15 överensstämmelse som driftkompatibilitetskomponent.

2. Slutsatser

Bedömningen är att kontaktledningssystemet ST 15/15 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.

- TSD Energi, Consolidated version: 28/09/2023
- 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 ST 15/15 har installerats på Trafikverkets järnvägsnät sedan mitten av 90-talet är bedöms därför 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 ST 15/15

Kontakttråd:	120 mm² CuAg
Bärlina:	70 mm² BzII
System:	Utan Y-lina
Inspänningskraft kontakttråd:	15 000 N
Inspänningskraft i bärlina:	15 000 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 ST 15/15 i delsystemet Energi

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

Kontaktledingssystemet ST 15/15 är en komponent som användas i delsystemet energi.

7. Sammanfattning av bedömningen

För att bedöma driftkompatibiliteten krävs simuleringar och testkörningar. Det finns insamlad data från flera mätningar vid t.ex. godkännande av lok och motorvagnar, periodisk mätning från mätvagnar samt mätdata från EG-certifiering av andra kontaktledningssystem. En bedömning av all denna mätdata, jämförelser mellan olika mätdata och system samt resultat från Trafikverkets simuleringsprogram CaPaSim visar att ST 15/15 uppfyller alla krav på driftkompatibilitetskomponenten kontaktledning enligt TSD Energi.

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

TDOK 2014:0854 är systembeskrivningen för ST 15/15 och det dokument som beskriver och begränsar användningsområdet för kontaktledningssystemet.

- TRVINFRA 00083*, Kontaktledning, ST 15/15, 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.
- ST 15/15 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 00144Trådföringstabellerna 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 för kategori I linjer ska ligga mellan 5080 mm – 5 300 mm. TRVINFRA 00153 anger 5300 mm

- Kontaktrådshöjd på övriga linjer ska ligga mellan 5000 mm – 5 750 mm. TRVINFRA 00153 anger tillåtet intervall 5 250 mm till 5650 mm

Erfarenhetsdrift, så kallad ”proven in use”.

- Trafikverkets entreprenör som ansvarar för att mäta all kontaktledning använder en mätutrustad strömavtagare med 1950 mm bred toppbygel. Mätvagnen mäter all kontaktledning och eventuella systemfel skulle i så fall identifierats.

- Passagerarfordonet X2 använder den 1950 mm strömavtagare och trafikerar en stor del av järnvägsnätet 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 och dessa trafikerar stora delar av järnvägsnätet

ST 15/15 bedöms uppfylla kraven i TSD avseende geometri.

9.2. Medelkontaktkraft

9.2.1. Krav

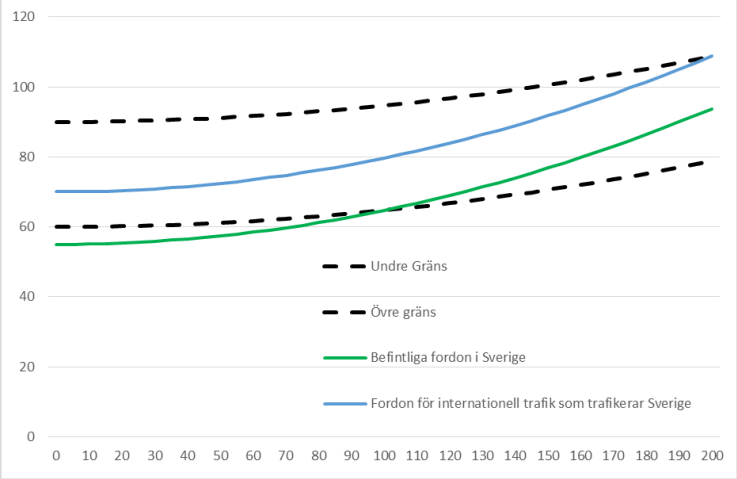
Avsnitt 5.2.1.2 i TSD Energi hänvisar till punkt 4.2.11 som hänvisar till EN 50367:2012

Intervallet för strömavtagarens medelkontaktkraft ska vara inom:

- F_{m_min} = 0.00047*v²+60 N
- F_{m_max} = 0.00047*v²+90 N.
- Kontaktledningen ska dimensioneras efter den högre kraften, F_{m_max}= 0.00047*v²+90 N.

9.2.2. Bedömning:

- I de genomförda simuleringarna har kontaktkraften F_{m_max} 0.00047*v²+90 N använts med godkänt resultat
- Av tradition använder fordon för nationell trafik på Trafikverkets spår en statisk kraft på 55 N vilket ger en något lägre kontaktkraft än vad som anges i TSD. Se Figur 1.
- Fordon som används för internationell trafik (via Öresundsbron eller med färja till Tyskland) använder en statisk kraft på 70 N och dessa trafikerar stora delar av järnvägsnätet. 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. ST 15/15 är ett system utan Y-lina vilket gör systemet har en relativt låg elasticitet i upphängningspunkten. Simuleringar visar att upplyftet är ca: 30-40% av tillåtet upplyft.

Bedömningen är att simulering, provkörningar och erfarenhet visar att ST 15/15 kan utsatts för en medelkontaktkraft som är mellan under och övre gränsen.

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** visar att kraven på medelkontaktkraft, standardavvikelse och utrymme för upplyft av tillsatsrör uppfylls

- Provkörningar från Norralatunneln **Bilaga B** visar medelkontaktkraft, standardavvikelse 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

ST 15/15 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

- TRVINFRA 00153 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 NoBo med godkänt resultat. ST 15/15 har lägre elasticitet vilket ger mindre upplyft för samma hastighet därav är bedömningen att kravet på upplyft uppfylls.

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 00153 anger att ST 15/15 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 200 meters avstånd.

- **Bilaga B och C** visar fordon som idag trafikerar Trafikverkets järnvägsnät med kontaktledningssystem ST 15/15 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 ST 15/15 har upp till 4 strömavtagare uppfällda samtidigt

ST 15/15 bedöms uppfylla kraven i TSD för kolumn A i tabell 4.2.13. Erfarenhetsdrift visar till och med att fordon med fler strömavtagare än 2 samt med avstånd motsvarande kolumn B trafikerar ST 15/15 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:

- *TRVINFRA 00083* anger att ST 15/15 använder 120 mm² Cu

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

ST 15/15 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 görs ett resonemang om man kan bedöma att ST 15/15 skulle uppfylla en EG-certifiering genom att jämföra mot SYT 15/15 och ST 9.8/9.8.

ST 15/15 är ett system som ska klara något högre hastighet med samma dynamik som ST 9.8/9.8 på grund av den högre inspänningskraften. ST 15/15 har 50 % högre inspänningskraft men endast 10 % högre designhastighet.

	SYT 15/15	**ST 9.8/9.8**	**ST 15/15**
Spannlängd	65 m	60 m	45- 60 m
Antal strömavtagare	2	2	2/4
Simuleringar			
Hastighet	200 km/h	180 km/h	200 km/h
Medlkontaktkraft	102	96	106
Standardavvikelse	12,5	15	20
Std/Medlkontaktkraft	12%	16%	19%
Upplyft	62	42	35
Mätningar			
Hastighet	200 km/h	180 km/h	160 -200 km/h
Medlkontaktkraft	107	101	89 – 101
Standardavvikelse	27,8	29,2	12 – 18
Std/Medlkontaktkraft	26%	29%	13 – 18 %

Upplyft	67 mm	69 mm	20 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

ST 15/15 är ett system med likartad dynamik jämfört med SYT 15/15. SYT 15/15 har Y-lina vilket medför att systemet är något mjukare i upphängningspunkten och att elasticiteten är relativt jämn över hela spannet. ST 15/15 har ingen Y-lina men kompenserar den ojämna elasticiteten genom ett nedhäng på spannet mitt på 30 mm samt en kortare spannlängd på 60 m jämfört med 65 m för SYT 15/15.

Bedömningen är att Trafikverket har tillräckligt med drifterfarenhet, simuleringsresultat, mätdata och jämförelser mot andra liknande system att ST 15/15 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. Consolidated version : EUR-Lex - 02014R1301-20230928

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

TDOK 2022:0011 Elkraftanläggning Kontaktledning Kontakttråd Produktspecifikation.

12. Bilaga A, Simulering

För att verifiera att Trafikverkets kontaktledningssystem ST 15/15 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 har strömavtagaravståndet som anges i tabell 4.2.13 använts.

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.

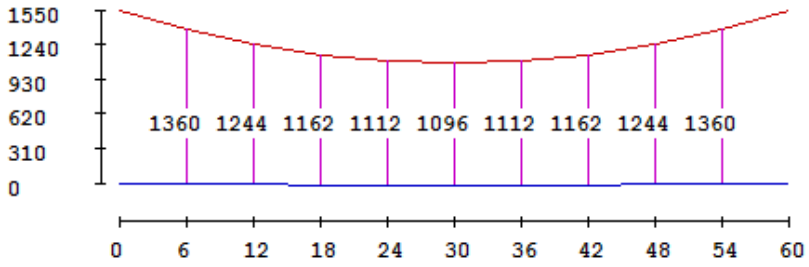
12.1. Kontaktledningsmodell

För simuleringen har en representativ modell skapats utifrån systemparametrar som anges i TDOK 2014:0854. Denna representativa sträcka är består maximala spannlängder, korrekt nedhäng samt nominell höjd i alla utliggare. Beräkningsmodellen är 10 spann lång. 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)*
ST 15/15	**Nej**	**200**	**15 000**	**15 000**	**300**	**1550**	**60**	**30**



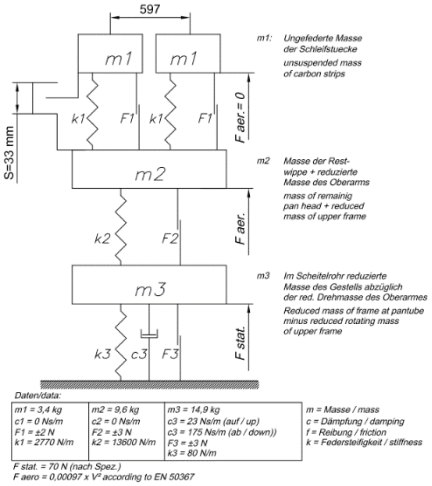
12.2. Strömavtagarmodell

Strömavtagarmodellerna är uppbyggda som ett 3-massa system och som utvecklar en medelkraft på $0.00047*v^2 +90$.

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	ST 15/15	DSA 200.56		WBL 33.02	
200 m avstånd			P1	P2	P1	P2
Medelkraft	106 N	106 N	106	106	106	106
Standardavvikelse	max 30% av medelkraft	30 % av medelkraften	16%	16%	17%	19%
Upplyft av tillsatsrör	50 % av tillgängligt utrymme	86 mm	35 mm	27 mm	35 mm	30 mm

13. Bilaga B, mätning

ST 15/15 har installerats i Sverige de senaste 20 åren.

13.1. Mätdata från underhållsmätningar

Mätdata från IMV200 på sträckan Bohusbanan mellan Kungsbacka – Varberg (Bandel 627 från ca: km 30 till km 37).

Mäthastighet: 160 km/h

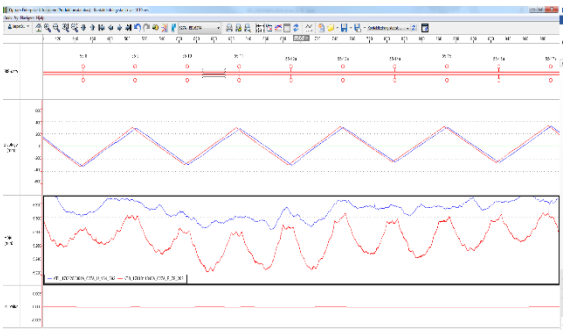
Spannlängd: 60 m

Kontaktledningssystem: ST 15/15

Antal strömavtagare: 1

Typ av strömavtagare: WBL 33.02

Mätningsmetod: Enligt EN 50317



	IMV200 med WBL 33.02
Medelkraft	89 N
Standardavvikelse	13,5 %
Upplyft av tillsatsrör	20 mm Medelvärde från mätvärden och beräkning av dynamisk – statiskt värde

13.2. Mätdata från tunneln under Norrala

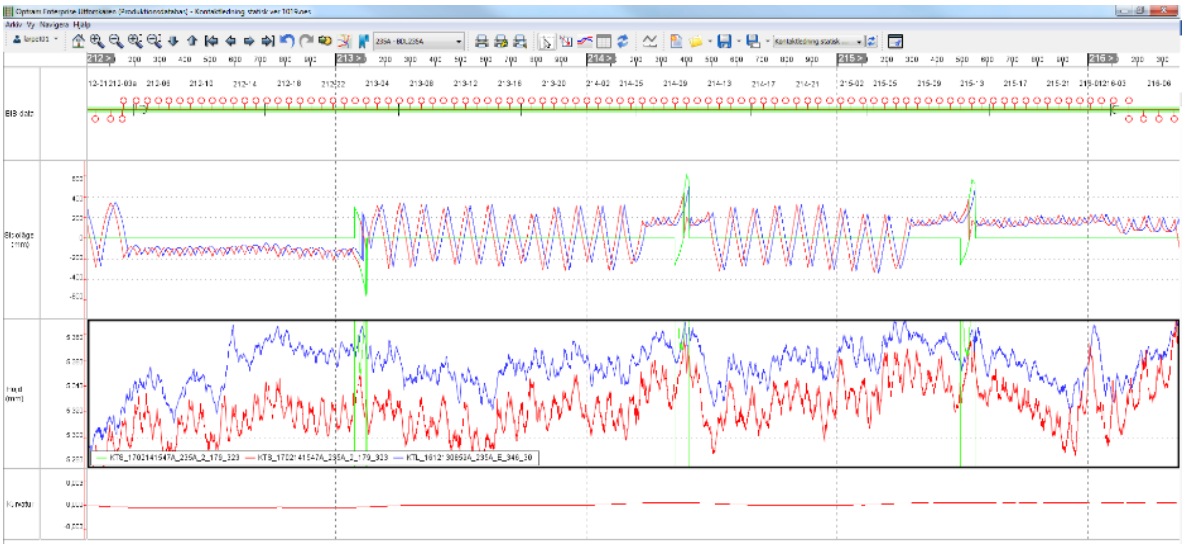
Mätdata från fordonsgodkännanden. Bandel 235 km 212 till km 216

Plats: Norrala tunnel

Spannlängd: 45 m

Mätmetod: EN 50317

	Krav enligt TSD Energi	X60	X61	X62	X40	IMV200
Hastighet	--	180 km/h	180 km/h	200 km/h	200 km/h	160 km/h
Antal strömavtagare	Minst 2 st	2	3	1	4	1
Avstånd mellan strömavtagare	200 m i hastighetsintervallet 160 - 200 km/h	107 m	74 m	74 m	55 m	Endast en strömavtagare
Medelkraft	106 N	102 N	91 N	100 N	101 N	91 N
Standardavvikelse	Max 30% av medelkraft	13 %	18 %	17 %	18 %	14 %
Upplyft av tillsatsrör	50 % av tillgängligt utrymme (86 mm)	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas	20 mm (Dynamisk mätning – Statisk mäting)



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 ST 15/15 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 ST 15/15 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