

Trafikförvaltningen
Teknikavdelningen

RAPPORT
2026-01-12
Version

Infosäk. klass
K1 (Öppen)

Handläggare
Johan Björklund

Bilaga 1 - Prioriterade åtgärder för livstidssäkring av pendeltågsfordon X60 och X60A

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	4
2	Nuläge och föreslagna åtgärder per delsystem.....	5
2.1	FBS 3.2 - Skydds-, omkopplings- och avkänningsutrustning.....	6
2.1.1	Sammanfattning nuläge.....	6
2.1.2	Delsystemets design.....	6
2.1.3	Aktuellt skick och operativ prestanda	7
2.1.4	Livstidssäkrande åtgärd.....	8
2.2	FBS 4 - Traktionssystemet.....	8
2.2.1	Sammanfattning nuläge.....	8
2.2.2	Delsystemets design.....	8
2.2.3	Analys av Operativ prestanda	13
2.2.4	Livstidssäkrande åtgärder	14
2.3	5.1 Bromsstyrning	15
2.3.1	Sammanfattning nuläge.....	15
2.3.2	Delsystemets design.....	16
2.3.3	Aktuellt skick och operativ prestanda	17
2.3.4	Livstidssäkrande åtgärder	17
2.4	6.2 Batteriutrustning	18
2.4.1	Sammanfattning nuläge.....	18
2.4.2	Delsystemets design.....	18
2.4.3	Aktuellt skick och operativ prestanda	20
2.4.4	Livstidssäkrande åtgärder	20
2.5	7.1 Inredningsdetaljer	21
2.5.1	Sammanfattning nuläge.....	21
2.5.2	Delsystemets design.....	21
2.5.3	Aktuellt skick och operativ prestanda	23
2.5.4	Livstidssäkrande åtgärder	24

Trafikförvaltningen
Teknikavdelningen

RAPPORT
2026-01-12
Version

Infosäk. klass
K1 (Öppen)

2.6	8.1 Instrumentering och styrning	25
2.6.1	Sammanfattning nuläge.....	25
2.6.2	Delsystemets design.....	25
2.6.3	Aktuellt skick och operativ prestanda	26
2.6.4	Livstidssäkrande åtgärder	27
2.7	8.3 Informations- och kommunikationssystem	27
2.7.1	Sammanfattning nuläge.....	28
2.7.2	Delsystemets design.....	28
2.7.3	Aktuellt skick och operativ prestanda	30
2.7.4	Livstidssäkrande åtgärder	30
3	Summering	31

1 Sammanfattning

Sammanfattningsvis har utredningen kommit fram till att följande delsystem kräver livstidssäkrande åtgärder för att kunna nå den tekniska livslängden 30 år.

Tabell 1 - Påverkade delsystem

FBS	Delsystem	Bedömd viktning av investeringsmedel
3.2	Skydds-, omkopplings- och avkänningssutrustning	1%
4	Traktionssystemet	40%
5.1	Bromsstyrning	14%
6.2	Batteriutrustning	2%
7.1	Inredningsdetaljer	12%
8.1	Instrumentering och styrning	1%
8.3	Informations- och kommunikationssystem	30%

Åtgärderna i detta underlag är prioriterade utifrån identifierad obsolescens med direkt påverkan på trafiksättning, säkerhet eller tillgänglighet. Åtgärderna bedöms vara nödvändiga för att upprätthålla planerad teknisk livslängd och utgör därmed det minsta samlade åtgärdspaketet för livstidssäkring av X60/X60A (som gemensamt benämns X60/A) inom aktuell planeringshorisont.

De livstidssäkrande åtgärderna redovisas under rubriken Livstidssäkrande åtgärder i respektive delsystem. För tidplan och genomförande hänvisas till Bilaga 2 – Genomförandeplan.

Tabell 2 - Sammanfattning av nödvändiga åtgärder

FBS	Delsystem	Åtgärd
3.2	Skydds-, omkopplings- och avkänningsutrustning	Ersätta obsolet huvudströmbrytare med ny typ samt reservdelslager
4	Traktionssystemet	Ersätta fallerande traktionsmotorer och obsoleta halvledare med nya typer
5.1	Bromsstyrning	Uppdatera den obsoleta elektroniska och den pneumatiska delen i bromsdatorn
6.2	Batteriutrustning	Ersätta batterier
7.1	Inredningsdetaljer	Byte av uttjänt förarstol och upprustning i förar och passagerarmiljö
8.1	Instrumentering och styrning	Ersätta obsolet gateway i tågdatortsystemet
8.3	Informations- och kommunikationssystem	Ersätta obsoleta komponenter i passagerarinformationssystemet samt nytt videoövervakningssystem och passagerarräkningssystem

2 Nuläge och föreslagna åtgärder per delsystem

Nedan beskrivs X60/A-fordonens operativa prestanda, analys samt föreslagna livstidssäkrande åtgärder per delsystem.

2.1 FBS 3.2 - Skydds-, omkopplings- och avkänningsutrustning

2.1.1 Sammanfattning nuläge

2.1.1.1 Status

FBS 3.2 har identifierad obsolescens kopplad till nuvarande huvudbrytare (VCB) av typen 22CB013 på X60.

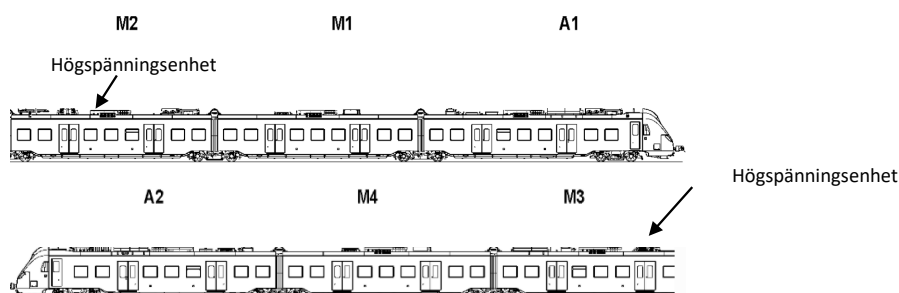
2.1.2 Delsystemets design

FBS 3.2 är uppdelat i:

- FBS 3.2.1 Högspänningsenhet M2
 - Huvudbrytare (VCB)
- FBS 3.2.2 Högspänningsenhet M3
 - Omkopplingsbrytare (COS)
- FBS 3.2.3 Skyddsjordning
- FBS 3.2.4 Energimätning, styrning och övervakning 15 kV

FBS 3.2 består av komponenter som matar spänning till fordonets traktionsgrupper och skyddar systemet mot överspänning.

Högspänningsenheterna är monterade på M2- respektive M3-vagnens tak (figur 1). Huvudbrytaren (VCB) är placerad på högspänningsenheterna.



Figur 1 Placering av Högsäningsenhet

De två Högsäningsenheternas funktion är att:

- ansluta den strömvtagare som används på tåget till tågets elektriska utrustning via strömvtagaromkopplaren
- skydda systemet mot överspänning
- mata spänning till traktionsgrupper via huvudbrytare (VCB)
- mäta värdet på kontaktledningsspänningen via den primära spänningstransformatorn och via strömtransformatorn för att vidarebefordra mätningen till fordonets traktionsgrupper i traktionsstyrningssyfte samt även till energimätaren
- bära upp och isolera 15 kV-utrustningen och kablarna
- jorda 15 kV-högsäningskretsen innan underhållsarbete utförs på fordonet

2.1.3 Aktuellt skick och operativ prestanda

Obsolescens föreligger i vakuumkretsbytare (VCB) på X60. Den obsoleta komponenten är vakuumflaskan (**V807**) i VCB.

Det finns skillnader mellan huvudbrytare på X60 och X60A. De huvudsakliga tekniska skillnaderna kan sammanfattas enligt nedan:

- **VCB 22CB013 (X60)**
 - tillverkad i silikonmaterial
 - öppnar automatiskt när lufttrycket sjunker under 3,45–3,58 bar
 - för att VCB ska sluta måste lufttrycket överstiga 4,34–4,48 bar
- **VCB 22CBNG-P (X60A)**
 - tillverkad i keramiskt material
 - öppnar automatiskt när lufttrycket sjunker under 3,18–3,2 bar

- för att VCB ska sluta måste lufttrycket överstiga 4,4–4,8 bar

2.1.4 Livstidssäkrande åtgärd

2.1.4.1 Åtgärd (endast X60, ej X60A)

Åtgärda obsolescens i Vacuum Circuit Breaker (VCB) på X60 genom att kvalificera en VCB som kan användas i samtliga versioner av X60-flottan (X60/X60A/X60B).

Beskrivning av åtgärd

X60-flottan omfattar 71 tåg med 3 VCB per tåg, totalt 213 brytare. Åtgärden innebär att kvalificera VCB av 22CB NG2-generationen (använd i X60B) för X60/X60A samt installera 30 enheter för att skapa buffert (float) för avhjälpande underhåll.

Delsystemets livslängd utan åtgärd: 2025

Delsystemets livslängd efter åtgärd: Efter 2037

Genomförande

Genomförandet bedöms ha begränsad driftpåverkan då det kan samordnas med annat depåunderhåll. Leverantören producerar enheter i Tarbes, Frankrike, och levererar därefter i en takt om cirka fyra VCB per månad efter en initial uppstartsfas på cirka tio månader. Demontering och installation kan koordineras när fordonen är inne för planerat underhåll.

2.2 FBS 4 - Traktionssystemet

2.2.1 Sammanfattning nuläge

2.2.1.1 Status

FBS 4 bedöms ha ett bristfälligt skick. Systemet uppvisar ett högt felutfall som orsakar ökade underhållskostnader, och identifierade obsolescenser behöver åtgärdas.

Identifierade obsoleta komponenter omfattar halvledare (IGBT) och komponenter i kontrollsystemet AGATE (se avsnitt 2.2.2).

2.2.2 Delsystemets design

Traktionssystem är uppdelat i:

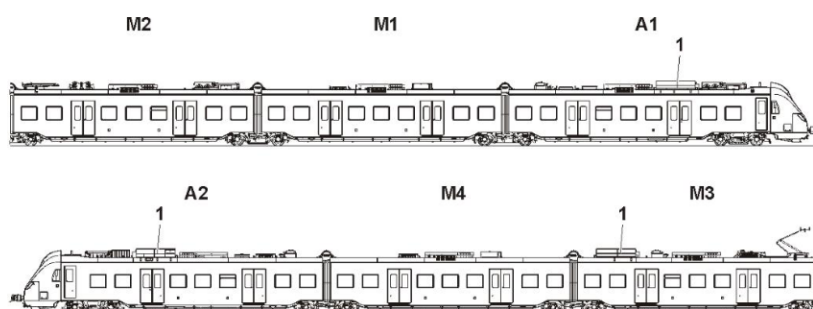
- FBS 4.1 Traktionsutrustning
- FBS 4.2 Hastighetsgivare
- FBS 4.3 Traktionsmotor, växellåda och kylning

Traktionssystemet har tre huvudsyften:

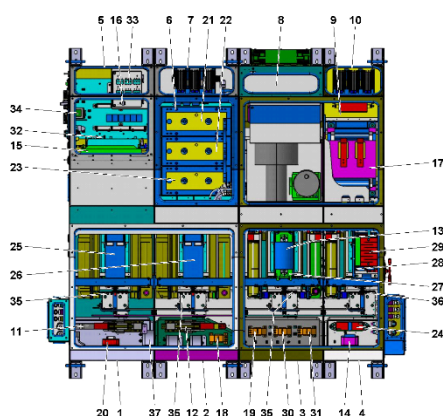
- att skapa drivkraft åt fordonet
- att återmata återvunnen energi från den elektrodynamiska bromsen till infrastrukturen.
- att förse hjälpkraftssystemet med 1800 VDC

Tre traktionsgrupper är installerade på tåget, varje traktionsgrupp består av en huvudtransformator, en traktionsutrustning och fyra traktionsmotorer. Traktionsmotorerna är vattenkylda. De fyra traktionsmotorerna i en traktionsgrupp är anslutna till en motorkylare som sitter på taket på A2, M3, och A1-vagnen. Även traktionsutrustningen och huvudtransformatorn sitter på taket (figur 3).

Dessa traktionsgrupper matas av högspänning från kontaktledningen via den upphöjda strömvtagaren och den installerade högspänningsutrustningen.



Figur 2 - Traktionsutrustningens placering (1) på X60/A



Figur 3 - Invändig vy Traktionsutrustningen

Figur 4 Invändig vy av traktionsutrustningen, Traktionsutrustningen är uppdelad i tio underutrymmen (1 till 10).

1	Utrymme PMCF1	20	Kontaktor för kondensatorladdning, K_CCC
2	Utrymme PMCF2	21	2F-filterkondensator, C-2F1
3	Utrymme INV.AB	22	2F-filterkondensator, C-2F2
4	Utrymme INV.C	23	2F-filterkondensator, C-2F3
5	Utrymme AGATE	24	Hjälpkraftsäkring, F-AUX
6	Utrymme C-2F	25	Länkfiterkondensator, CF-1
7	Utrymme för länkfiterurladdning	26	Länkfiterkondensator, CF-2
8	Utrymme för kylare	27	Länkfiterkondensator, CF-3
9	Utrymme L-2F	28	Länkfiterkondensator, CF-4

Trafikförvaltningen
TeknikavdelningenRAPPORT
2026-01-12
VersionInfosäk. klass
K1 (Öppen)

10	Utrymme för 2F-filterurladdning	29	Jordningsdon, ES
11	Isolationskontaktor K_IC1	30	Mätinstrument för växelriktarens fasström, CMD-A
12	Isolationskontaktor K_IC2	31	Mätinstrument för växelriktarens fasström, CMD-B
13	Motstånd för kondensatorladdning, R-CCZ	32	Trefaskontaktor
14	Isolationskontaktor för hjälpkraft, K-AUX	33	Trefas MCB
15	Reglerelektronik i AGATE	34	X60: Primär spänningstransformator PVTX60A: Lågspänningstransformator LVT
16	AGATE matningsbrytare	35	Laminerad strömskena typ 1
17	2F-filterinduktor, L-2F	36	Laminerad strömskena typ 2
18	Mätton för sekundärström, SCT2	37	Likströmskondensator
19	Mätton för sekundärström, SCT1		

I varje traktionsutrustning finns det 4 (PMCF):er (3 PMCF 1-3, 1 PMCF 4) och 3 Invertrar på X60/A som är monterade i så kallade PALIX-effektmoduler

- Per fordonsindivid summeras detta till 21 effektmoduler, totalt 1743 för X60 och X60 A-flottan

I effektmodulerna tillhörande en traktionsgrupp finns det 35 halvledare (IGBT):er, totalt 105 (35x3) per fordonsindivid

- I PMCF 1-3 finns det 4 stycken IGBT:er.
- I PMCF 4 finns det 5 stycken IGBT:er
- I Inverter finns det 6 stycken IGBT:er

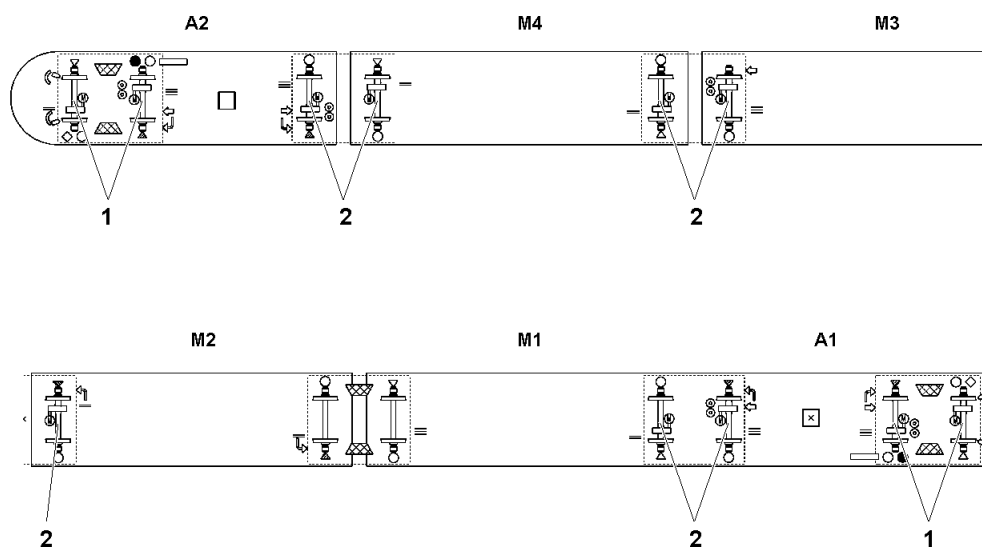
För X60/A flottan finns således **8715 IGBT:er**.

Varje X60 är utrustad med **12 traktionsmotorer**, 4 per draglåda. Traktionsmotorn 6 HCA 1755 C är en asynkron burlindad, helt innesluten motor med vattenkylning. Motorn är klassad med 250kW. Växellådan är monterad på ena halvan av tandkopplingen som sitter på motorns drivsida.

De tolv trefas asynkrona traktionsmotorerna ger det kraftmoment som krävs för att få upp tåget i hastighet. Motorernas vridmoment överförs till motorboggiernas hjulpar via växellådorna.

Placering i tåget

Traktionsmotorn är monterad intill varje hjulpar i de två ändboggierna och intill varje hjulpar i de fyra mellanboggierna.



Figur 4 Översikt: (1) hjulpar ändboggi, (2) hjulpar mellanboggi

2.2.3 *Analys av Operativ prestanda*

Traktionssystemet har idag obsolet elektronik i kontrollsystemet AGATE (Advanced Generic Alstom Traction Electronics) samt IGBT-modulerna (insulated-gate bipolar transistor).

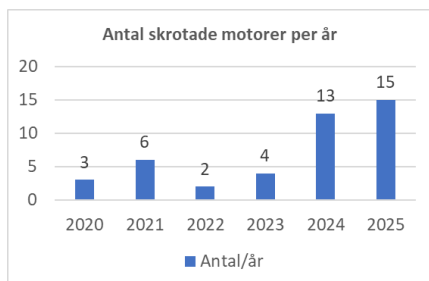
PALIX-effektmodulerna är utrustade med IGBT-lösningar från leverantören MITSUBISHI, baserade på "H-serien"-teknologin som utvecklades i början av 2000-talet. Denna är nu obsolet och i och med att IGBT:erna har en hög felfrekvens blir denna obsolescens snabbt trafikpåverkande om den inte hanteras. Efter utredning har Alstom föreslagit lösningen att ersätta den föråldrade IGBT 3300V–1200A med en IGBT 3300V–1500A, i samma kapsling. Denna lösning med nya IGBT:er i samma kapsling hanterar obsolescensen och ger en beräknad livslängd till efter 2037.

Den obsoleta elektroniken i AGATEn har tre ingående komponenter till styrkortet PCST board (TRVS339252000) som är obsoleta. Detta gör att Alstom inte kan fortsätta sin tillverkning av detta styrkort. De tre kritiska ingående komponenterna är:

- BGA - Micro CPTC
- RAM memory
- Flash memory and EPLD

Ett last time buy på 69 PCST-kort har genomförts för att täcka det akuta behovet men ytterligare enheter kommer behövas. Även övriga delar i AGATE är i sin END-of-LIFE cykel och behöver säkras.

Traktionsmotorerna påvisar nu försämrade driftegenskaper vilket har lett till en högre grad av utskrotning. Från 2024 gick felfrekvensen markant upp och har efter det fortsatt att öka.



Figur 5 Antal skrotade motorer per år

Samtliga motorer som fallerat har gjorts så vid ca 2MKm. Leverantören har identifierat brister i grundkonstruktionen av motorerna (även för andra Coradia flottor) och nu finns en modifierad version av motorn att beställa.

2.2.4 Livstidssäkrande åtgärder

2.2.4.1 Åtgärd 1

Åtgärda obsolescens på halvledare IGBT

Beskrivning av åtgärd

Lösningen består i att ersätta den föråldrade IGBT 3300V–1200A med en IGBT 3300V–1500A, i samma kapsling. De ursprungliga PALIX-effektmodulerna har AMIX 1 bis gate-drivare, som är helt analoga IGBT-drivare. Åtgärden består i att kvalificera en ny typ av IGBT samt byta ut befintliga allteftersom de går sönder. När en effektmodul går sönder (minsta utbytbara enhet) byts alla halvledare ut.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2025

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Utbytet sker löpande i driften och kombineras med annat underhåll. Genomförandet uppskattas pågå fram till dess att alla IGBTer är utbytta.

2.2.4.2 Åtgärd 2

Ersätta fallerande traktionsmotorer

Beskrivning av åtgärd

För att undvika påverkan på tillgängliga fordon i trafik och reservdelsförsörjning innebär åtgärden inköp av motorer som erhåller en förbättrad design av leverantören. Antagandet är att ca 50–75% av motorerna kommer att behöva bytas ut för att säkerställa en tillfredställande driftsäkerhet fram till 2037.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2025

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Motorerna ersätts i driften i och med att motorerna havererar och när ett tillräckligt antal motorer av den nyare modellen finns att tillgå byta ut de motorer som anses ha högst risk att haverera löpande i samband med att annat underhåll sker på fordonen. Ledtiden för leverans av motorer är det som initialt dimensionerar tiden för genomförandet.

2.3 5.1 Bromsstyrning

2.3.1 Sammanfattning nuläge

2.3.1.1 Status

Nuvarande status för delsystemet **5.1 Bromsstyrning** bedöms vara i ”mindre bra skick”. Bromssystemet för X60/A innehåller ett elektropneumatiskt bromssystem som kallas EPAC (Electro Pneumatic Advanced Control). I fordonet är EPAC-styrningen en del av undersystemet Bromsstyrenheter och EPAC-enheterna styr vardera en boggi. EPAC bedöms vara den primära bäraren av inrapporterade skador kopplat till symptomen och åtgärd för hållbromsfel. Genom åtgärderna i ÄB-2020-PT-022 avhjälpas hållbroms-symptomen. Felet

uppkommer intermittent och bedöms vara konstruktions-relaterat inom EPAC.
Det finns idag även en känd obsolescens i EPAC.

2.3.2 Delsystemets design

Bromsstyrning är uppdelat i:

- 5.1 Bromsstyrning
- 5.2 Styrcylinder tryckluftbroms
- 5.3 Magnetskenbroms

Bromssystemet är ett elektropneumatiskt bromssystem med två ledningar (högtrycksledning och huvudledning) med pneumatisk JMR-fördelare och ett högt utvecklat el pneumatiskt bromssystem bestående av en mikroprocessorassisterad bromsstyrning som benämns Electro Pneumatic Advanced Control, EPAC.

I fordonet är EPAC-styrningen integrerad i ett system som övervakar bromssystemets vanligaste funktioner.

EPAC matas med tryckluft från högtrycksledningen. Utloppsöppningar för tryckluft ansluts sedan till manöverdon (bromscylindrar med mera) via särskilda rör. El matning och datakommunikation sker via särskilda elektriska anslutningar.

EPAC styr följande grundläggande funktioner:

- El-pneumatisk styrning av driftbromsen
- Tryckluftsmänövrering av säkerhetsbromsen
- Fastbromsningsskydd för två axlar (per axel)
- Tillsättning av parkeringsbromsen
- Styrning av magnetskenbromsens höga/låga tryck
- Diagnos

Fordonets bromssystem säkerställer att tåget kan stoppas inom den tillåtna bromssträcka och säkerställer att tåget står still och inte kommer i rullning vid uppställning.

De faktorer som påverkar fordonets bromsprestanda är:

- fordonets bromseffekt (bromskraften),
- tågets massa,
- tågets rullmotstånd och

- den tillgängliga adhesionen (friktionskrafter mellan hjul och räl).

Fordonet har även ett fastbromsningsskyddssystem vilket förhindrar att hjulpar låser sig och förhindrar okontrollerad glidning (som ger hjulplattor) men samtidigt att bromskraften kan nyttjas maximalt för att minimera stoppsträcken.

X60 har följande bromslägen:

- Driftbroms – den broms föraren använder i normal trafik
- Nödbroms – broms som minimerar bromssträcken
- Säkerhetsbroms – stänger av tåget och sänker strömavtagaren
- Hållbroms – förhindrar tåget att rulla bakåt
- Parkeringsbroms – förhindrar att fordonet kommer i rullning vid uppställning
- Magnetskenbroms – broms med ökad bromseffekt genom elektromagnetiska skenbromsar

X60 har följande bromsteknik:

- Elektrodynamisk broms (elbroms) - ED
- El pneumatisk broms (tryckluftbroms) - EP
- Friktionsbroms (fjäderansatt friktionsbroms) – F
- Magnetskenbroms (skenbroms mot räl) – MTB

2.3.3 Aktuellt skick och operativ prestanda

Nuvarande status för delsystemet 5.1 Bromsstyrning bedöms vara i ”mindre bra skick”. EPAC bedöms vara den primära bäraren av inrapporterade skador kopplat till symptomen och åtgärd för hållbromsfel. Genom åtgärderna i ÄB-2020-PT-022 avhjälpas hållbroms-symptomen. Felet uppkommer intermittent och bedöms vara konstruktions-relaterat inom EPAC.

Leverantören Wabtec har meddelat obsolescens i EPAC och har föreslagit ersättningskomponenter som hanterar obsolescensen för x60/A fordonen. Genomförandet för att få lösningen på plats har en ledtid på 2,5 år för design och validering på fordonen. Leverans i serie förväntas sedan pågå under 5 år efter det. Så alla fordon förväntas kunna ha den nya EPAC lösningen på plats efter ca 7,5 år efter beslut.

2.3.4 Livstidssäkrande åtgärder

2.3.4.1 Åtgärd

Ersättning obsolescens i EPAC

Beskrivning av åtgärd

Åtgärden uppdaterar den elektroniska och den pneumatiska delen i bromsdatorn (EPAC). Genomförandet av åtgärden planeras genomföras i nuvarande UH-åtgärd gällande EPAC. Ledtiden för åtgärden är 2,5 år för design och validering och 5 år serieleverans för 83 fordon.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2027

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Genomförandet för att få lösningen på plats har en ledtid på 2,5 år för design och validering på fordonen. Leverans i serie förväntas sedan pågå under 5 år efter det. Så alla fordon förväntas kunna ha den nya EPAC lösningen på plats efter ca 7,5 år efter beslut. Den långa genomförandetiden är en följd av nödvändig design, validering och serieleverans för säkerhetskritiska system. Åtgärden bedöms dock vara nödvändig att initiera i detta skede för att undvika driftbegränsningar innan full livslängd uppnås.

2.4 6.2 Batteriutrustning

2.4.1 Sammanfattning nuläge

2.4.1.1 Status

Nuvarande status för delsystemet 6.2 Batteriutrustning bedöms ha status "ok".

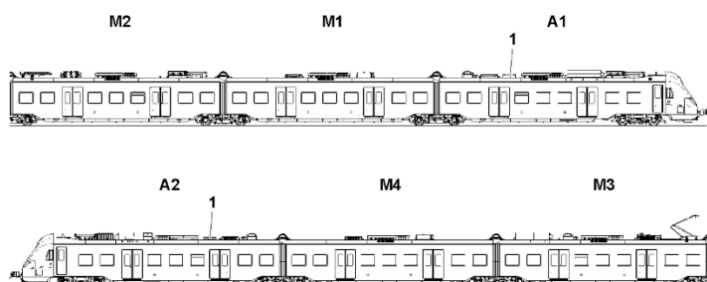
2.4.2 Delsystemets design

FBS 6.2 Batteriutrustning är uppbyggt av

- FBS 6.2.1 Fordonsbatteri
- FBS 6.2.3 Batteriladdare

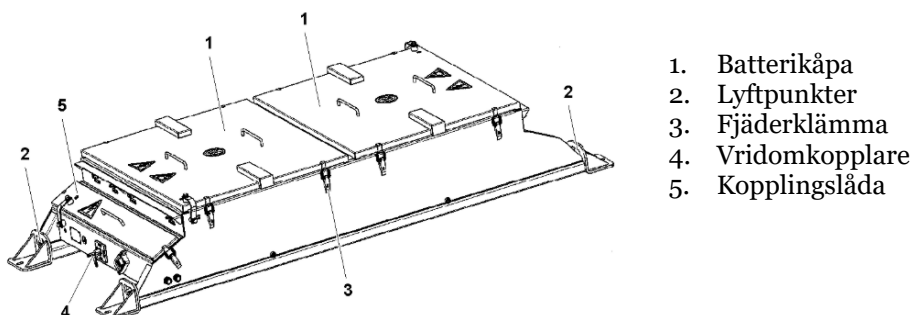
Batteriutrustningens uppgift är att säkerställa fordonets strömförsörjning när extern kraft från kontaktledning eller 400V AC-matning inte är tillgänglig.

Fordonsbatterier är placerade i lådor på de båda ändvagnarnas tak.



Figur 6 Översikt av fordonsbatteriets placering (1)

Batterilådornas innesluter batterierna under batterikåpor.



Figur 7 Batterilåda

Batterier är ett elektrokemiskt system. De aktiva materialen är extremt olösliga i en alkalisk elektrolyt. De förblir solida och upplöses inte vid förändringar i oxidationstillståndet. Det finns därför ingen kemisk mekanism som kan orsaka förlust av de aktiva materialen. Batterier som levereras oladdade kan förvaras i ca fyra år utan kapacitetsförlust. Laddade batterier kan ej lagras i rumstemperatur mer än tre månader.

En batterilåda består av:

- 1 MRX230-3 +L
- 1 MRX230-3 +R
- 18 MRX230-4 +R

2.4.3 Aktuellt skick och operativ prestanda

För att säkra en bra underhållssäkerhet finns behov av att löpande byta ut batteriblocken. Sammankopplade MRX-block behöver ha liknande drifttid och kapacitet för att säkerställa en balanserad och tillförlitlig funktion. Därför byts batteriblock ut löpande. Innan varje byte, kapacitets testas de befintliga batteriblocken. De MRX-block som uppvisar tillfredsställande kapacitet lagervålls som reservblock. Metodens fördel är att fordon får helt nya MRX-block, samtidigt som de utbytta men fortfarande funktionsdugliga blocken kan återanvändas i övriga fordon. På så sätt bibehålls en jämn kapacitetsnivå i respektive batterilåda och samtliga batteriblock nyttjas fullt ut.

2.4.4 Livstidssäkrande åtgärder

2.4.4.1 Åtgärd

Ersättning batterier

Beskrivning av åtgärd

Den tekniska livslängden enligt leverantören av batterierna är 20 år. Utbyte mot nya batterier sker löpande utifrån behov och samtliga batterier beräknas ha bytts ut fram till 2037.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2025

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Utbyte mot nya batterier sker löpande utifrån behov.

2.5 7.1 Inredningsdetaljer

2.5.1 Sammanfattning nuläge

2.5.1.1 Status

FBS 7.1 Inredningsdetaljer bedöms ha ett ”mindre bra skick”.

2.5.2 Delsystemets design

Systemstrukturen för delsystemet 7.1 Inredning och säkerhet är uppdelad i nedanstående åtta underkategorier:

- 7.1.1 Golv
- 7.1.3 Förarstol
- 7.1.4 Säten, passagerarutrymme
- 7.1.5 Glasväggar i kupé
- 7.1.6 Inredning, utrustning
- 7.1.8–01 Brandlarmsystem
- 7.1.8–02 Brandsläckare
- 7.1.8–03 Nödstege

Funktionsbeskrivning

7.1.1 Golv

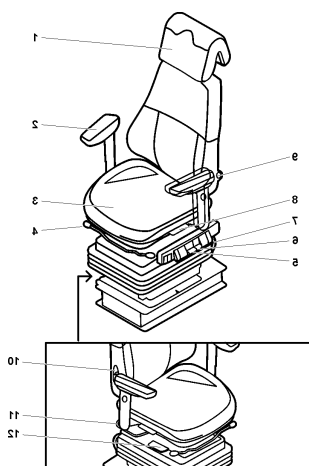
Fordonets interiöra golv är nödvändigt för att fordonet ska fungera som ett passagerarfordon.

I X60/A finns ett golv som är relativt enkelt att rengöra. Golvbeläggningens yta är rostskyddad, vattentät och har lister vid beläggningens hörn. Golvet består i A-vagnen (ändvagnen) av 13 delar, och M-vagnens golv (mellanvagnarna) är på motsvarande sätt uppbyggt av 12 delar.

Golvet är limmat och är en del i en sandwichkonstruktion med ett fjädrande lager på vilket det limmats ett metallager. På metallagret finns fästelement monterade för fordonets inredning (säten och annan utrustning). På metallagret är slutligen det interiöra golvet monterat.

7.1.3 Förarmiljö

Förarstol finns placerad i de två förarhytterna tillsammans med ett fällbart säte för till exempel instruktörsförare. Förarstolen är fastskruvad i golvets konstruktion och har funktioner så att den ska passa förare med olika kroppsform genom att stolen justeras horisontellt eller vertikalt. Stolen är klädd med tyg som kan ersättas separat för säte och ryggstöd.



Figur 8 Förarsäte

1	Justerbart nackstöd	7	Handtag för förinställning i längdled
2	Justerbart armstöd	8	Handtag för sätesjustering (båda sidor)
3	Säte med kulle	9	Ratt för justering av svankstöd
4	Handtag för justering av sätet i längdled	10	Handtag för höjjustering av ryggstöd
5	Justerbar stötdämpare för sätet	11	Handtag för justering av ryggstöd
6	Handtag för höjjustering	12	Handtag för lutning av sätesdyna

Förarbord

Förarbordet i X60/A avviker från det med X60B. En tidigare studie har föreslagit förbättringar som kan införas för att öka ergonomin i förarmiljön.

7.1.4 Säten, passagerarutrymme

Fordonet är utrustat med 374 säten i passagerarutrymmet varav 12 är fällsäten. Resterande 362 säten är placerade 1-, 2- respektive 3-platssäten. Passagerarutrymmets säten är försett med tyg som kan rengöras. Det är även möjligt att byta sätesdynan som helhet. Detta gäller även ryggstödet.

7.1.5 Glasväggar i kupé

I fordonet finns skiljeväggar för att avgränsa varje vagns olika utrymmen samt stolpar och handtag till hjälp för stående passagerare.

A-vagnarna (ändvagnarna) är utrustade med nio skiljeväggar och i M-vagnarna finns åtta skiljeväggar. Skiljeväggarna består av härdat säkerhetsglas och är monterade.

Stolparna är gulmålade där de är avsedda att hållas i och tillverkade av svetsat rostfritt stål.

2.5.3 *Aktuellt skick och operativ prestanda*

Förarsätet är sätet som monterades in vid leverans. Enligt huvudskyddsombud meddelades för mer än 3 år sedan att förare på pendeltågen anser att förarstolen i X60/A inte längre fyller sin funktion. Utredningen ser att det finns ett behov av att byta ut förarstolen mot en ny. En utredning har kommit fram till att det går att montera in samma modell som finns på X60B.

Passagerarsätena förses med nya tyger löpande ifall de på grund av slitage behöver bytas. Sätesdynan och ryggstödet har inte bytts ut sedan leverans. Fällsätena i passagerarutrymmet har i och med sin konstruktion ett större behov av utbyte.

Golvet har generellt en godkänd status men vissa fordon har en större förslitning. Övriga utskick i passagerarutrymmet har efter 20 års användning blivit utsatt för diverse åverkan och en ny foliering kommer behövas om fordonens komfort ska följa TF:s höga standard.

2.5.4 Livstidssäkrande åtgärder

2.5.4.1 Åtgärd 1

Byte förarstolar och modifieringar i förarmiljö.

Beskrivning av åtgärd

Förarstolarna behöver bytas på grund av förslitning och förarmiljön ska ses över med avseende på ergonomi/arbetsmiljö.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2027

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Utbytet av förarstol är en åtgärd som tar ca 4 timmar att genomföra och genomförandet kommer därför planeras in i det vanliga underhållet.

2.5.4.2 Åtgärd 2

Upprustning av Inredning

Beskrivning av åtgärd

Åtgärden uppgraderar inredning så som byte av de golvmattor som har för stor förslitning, ny stoppning i passagerarstolar, intern foliering utbyte av fällstolar.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2025–2030 (Varierar per fordonsindivid)

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Genomförandet behöver planeras in under en längre period då fordonen behöver ställas av mellan en och två veckor för att inredningen ska kunna bytas ut.

2.6 8.1 Instrumentering och styrning

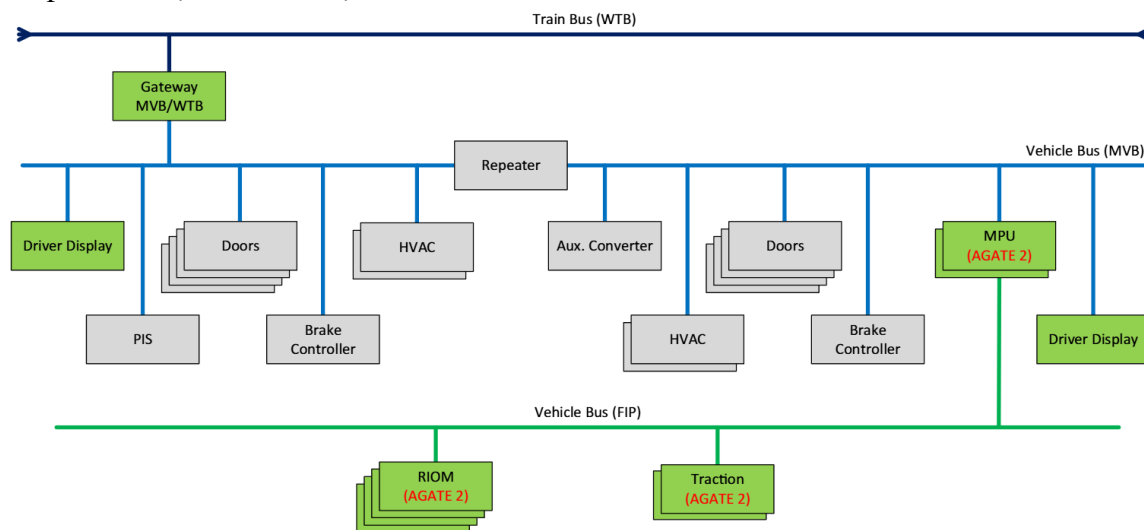
2.6.1 Sammanfattning nuläge

2.6.1.1 Status

Nuvarande status på delsystemet 8.1 Instrumentering och styrning bedöms vara i dåligt skick. Obsolescenser föreligger på flera av ingående komponenter där Gateway enheten bedöms vara mest kritisk.

2.6.2 Delsystemets design

Tågstyrrings- och tågövervakningssystemet (TCMS) består av följande komponenter (Gröna boxar):

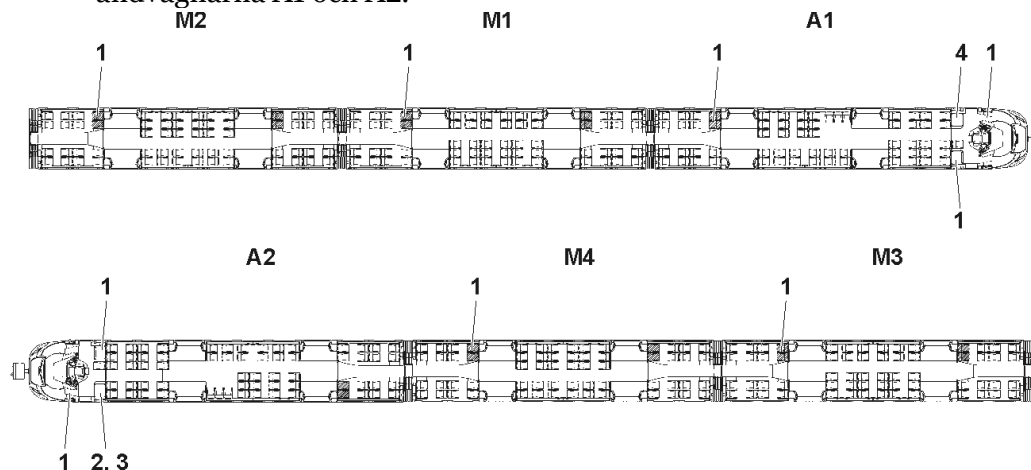


Figur 9 - TCMS arkitektur

- Två huvudprocessorenheter MPU1 och MPU2 i elskåpet +A2 14 i A2-vagn.
- En gatewayenhet (GWU) i elskåpet +A1 14 i A1-vagn.
- Åtta fjärrstyrda in-/ut moduler (RIOM) med en RIOM i elskåpen +A1 12/+A2 12 under förarbordet, en RIOM i elskåpen +A1 15/+A2 15 i

ändvagnarna och en RIOM vardera i elskåpen +M1 58, +M2 58, +M3 58 och +M4 58 i M-vagnarna.

- Två förardisplayer (DDU) en DDU är placerade i förarbordet i båda ändvagnarna A1 och A2.



Figur 10 - Placering i fordon

1	RIOM	4	GWU
2	MPU1	5	DDU
3	MPU2		

TCMS-nätverksarkitektur och reservmultipelledningar

Tågstyrrings- och övervakningssystemet (TCMS) är sammansatt av olika databussystem bestående av FIP, MVB(Multifunction vehicle bus) och WTB (Wire Train Bus), till vilka viktiga komponenter är anslutna. Alla andra in- och utsignaler utförs av fjärrstyrda in-/utgångsmoduler (RIOM:er).

Huvudprocessorn (MPU) är tågets centrala styrenhet.

2.6.3 Aktuell skick och operativ prestanda

Den WTB/MVB Gateway (TRVS339493000) som används är obsolet.

Denna gateway är en enhet som fungerar som en översättare mellan kommunikationsprotokoll som används i tåget så att data kan flöda från ett nätverk till ett annat. I princip fungerar den som en adapter eller brygga mellan annars inkompatibla bussystem. Det möjliggör interoperabilitet mellan olika delsystem genom att bygga broar mellan nätverk såsom i detta fall Wire Train Bus (WTB), Multifunction Vehicle Bus (MVB). Kort sagt möjliggör en gateway att olika delar av tåget kan "kommunicera" med varandra som ett sammanhängande system, vilket säkerställer att data kan flöda smidigt mellan olika delar av tåget, oavsett om det är mellan fordon eller inom en enda vagn, oavsett den underliggande kommunikationsteknologin.

2.6.4 Livstidssäkrande åtgärder

2.6.4.1 Åtgärd

Ersättning obsolet WTB/MVB Gateway

Beskrivning av åtgärd

Åtgärden hanterar obsolescensen genom att ersätta den nuvarande WTB/MVB Gateway med en nyare modell med samma funktionalitet.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2029

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Genomförandet sker i samband med befintligt underhåll då fordon ställs av i depå.

2.7 8.3 Informations- och kommunikationssystem

Nuvarande status på delsystemet 8.3 Informations- och kommunikationssystem bedöms vara i dåligt skick. Den huvudsakliga problematiken bottnar i den obsolescens som finns i delsystemet och att elektroniken är föråldrad och har behov av att bytas ut.

2.7.1 Sammanfattning nuläge

2.7.1.1 Status

Systemet **FBS 8.3 Informations- och kommunikationssystem** bedöms ha ett dåligt skick. Systemet har idag ett stort antal obsolescenser som behöver åtgärdas.

2.7.2 Delsystemets design

Passagerarinformationssystemet (PIS) vidarebefordrar information från tågpersonal och tågsystem till resenärerna, som destination, nästa hållplats, linjeprofil, möjligheter till tågbyte, aktuell tid, instruktioner och vägledning i händelse av en nödsituation eller ovanlig situation. Detta görs genom att visa informationen skriven på LED- och LCD-displayer i och utanför tåget, och genom att skicka ut ljud-meddelanden (public adress) genom de interna och externa högtalarna. Informationen kan både vara manuell (till exempel förarutrop) och automatisk (till exempel automatisk ruttinformation)

PIS tillhandahåller funktion för kommunikationen mellan lokföraren och passagerarna genom nödanropsenheter för passagerare och mellan lokföraren och annan personal genom hytt-till-hytt intercom. Nödanropsenheter för passagerarkommunikation är vanligtvis placerade nära nödbromshandtagen och vid rullstolssäten.

Videoövervakning (VÖS) eller CCTV (Closed Circuit Television) omfattas också av PIS men av mer tekniska skäl. Interiörkameror observerar vagnens salong och entréer. Videofilmerna lagras i systemets hårddiskar av juridiska skäl. Föraren har via skärm i förarhytten åtkomst till alla kameror. Vid ett nödsamtal från en passagerare avgör systemet automatiskt den anslutna kameran och växlar livevideo till förarskärmen.

Förarskärmen, som är insatt i förarbordet, är en TFT-display med flera tryckknappar för att navigera i de olika fönstren för video, larm och tillståndsmmeddelanden, parametrar mm. Förarbordet är också utrustat med en svanhalsmikrofon och tryckknappar för meddelanden, som intern PA, extern PA och hyttsamtal.

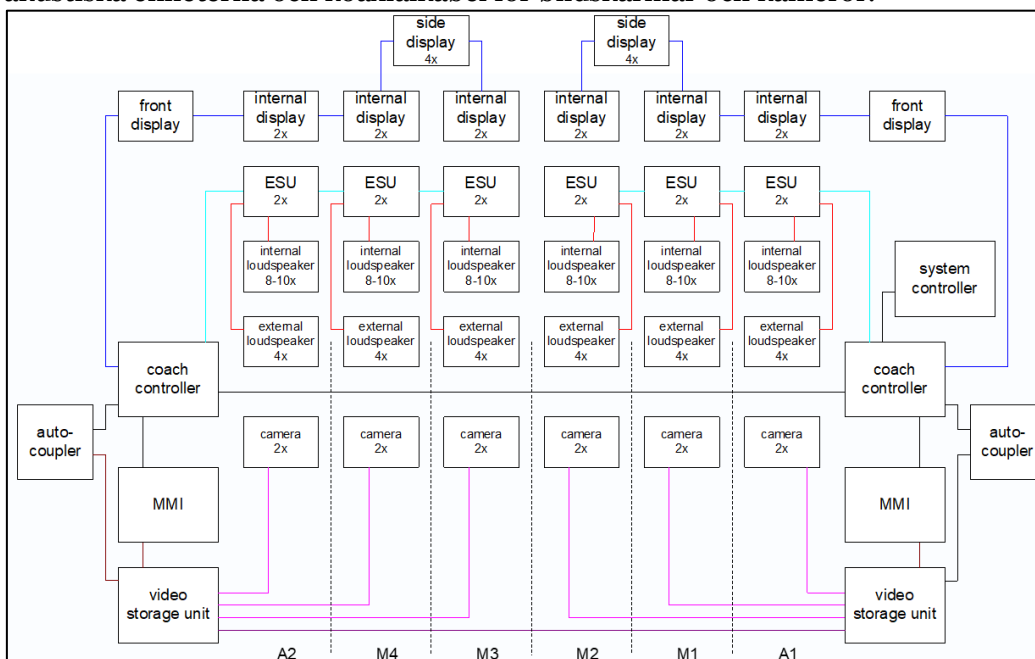
Automatisk passagerarräkning (ATR)

ATR finns idag installerad på 8 stycken X60. Systemet är ett eget system, isolerat från PIS och behöver ersättas. TF har tagit ett strategiskt beslut om att införa passagerarräkning på samtliga fordon vid alla dörrar över tid. (Cavalli-Björkman, 2018). Detta gäller för nya fordon samt vid fordonsuppgraderingar. Ett nytt ATR system kräver ethernet nätverk. Ett nytt sådant Ethernet nätverk kommer att installeras i samband med moderniseringen av PIS/CCTV. ATR systemet kommer att ingå i CCTV lösningen och vara kamerabaserat.

2.7.2.1 Systemkontroller

En systemkontroller (PSC) styr funktionaliteten av PIS. Prioriterade beslut fattas, som till exempel att föredra ett offentligt meddelande framför ett passagerarsamtal. En annan punkt är kommunikationsgränssnittet till TCMS och till tågoperatörens vägkants-IT.

Tekniska kommunikationslinjer för systemkomponenterna är UIC568 för de akustiska enheterna och koaxialkabel för bildskärmar och kameror.



Figur 11 - Systemarkitektur för PIS på X60/A

Länkar till landsidan går genom GSM/LTE-modem och takantennerna.

2.7.3 *Aktuellt skick och operativ prestanda*

Det finns ett flertal konstaterade obsolescenser i det nuvarande PIS och CCTV-systemet. I och med systemets höga felfrekvens i relation till materialtillgång behöver PIS och VÖS systemet bytas ut för att inte påverka trafikutsättningen negativt.

En obsolescensanalys genomförd av leverantören konstaterar att de delar som är obsoleta eller har en hög risk för obsolescens är de nedan:

Obsoleta delar

- JET-TRANSTORE 2C1D - ZA538473 (RECORDER)
- JET-TRANS REPEATER - ZA538474
- X6o SYSTEM CONTROLLER (STC)
- INFO.SYST.OPERAT.PANEL (ISOP)
- ESU W/AMP+AVC
- COACH CONTROLLER (CCT) X6o
- INTERNAL INFO DISPLAY (BLACK)
- INTERNAL INFO DISPLAY (GREY)
- EXTERNAL SIDE & FRONT DISPLAY

Risk för obsolescens på längre sikt
TRIMBLE GPS ANTENNA 5V

2.7.4 *Livstidssäkrande åtgärder*

2.7.4.1 *Åtgärd*

Ersätta obsoleta komponenter i PIS och CCTV-system samt modernisera passagerarräknings systemet och införa på alla X60/A.

Beskrivning av åtgärd

Åtgärden syftar till att säkerställa att x60/A fordonen har ett fungerande PIS och CCTV-system så att fordonen inte blir stående. Fordon utan fungerande PIS-system får inte framföras i trafik av säkerhetsskäl. De nuvarande obsolescenserna i PIS-systemet gör därför att det finns en hög risk för att fordon blir avställda.

Delsystemets livslängd utan åtgärd

2025

Delsystemets livslängd efter åtgärd

Efter 2037

Genomförande

Genomförandet behöver planeras in under en längre period. Projektuppstart, design och installation och test på två fordon beräknas pågå i ca 24 månader. Installation i serie beräknas kunna levereras med en hastighet på ca fyra fordon per månad om tillgången på spår och fordon är två parallellt. Serieinstallationsfasen beräknas pågå under tre år där uppehåll på en månad under sommar och julperioderna inkluderats. Den långa genomförandetiden är en följd av nödvändig design, validering och serieleverans för säkerhetskritiska system. Åtgärden bedöms dock vara nödvändig att initiera i detta skede för att undvika driftbegränsningar innan full livslängd uppnås.

3 Summering

Genomförande av åtgärderna beskrivna i detta dokument medför succesiv nyttorealiserings i form av minskad risk för fordonsavställning, stabilare reservdelsförsörjning och förbättrad driftsäkerhet. Full effekt uppnås när samtliga åtgärder är genomförda och integreras i ordinarie förvaltning.