



# Spårvagnskoncept för Skåne

(svensk kortversion)

RAPPORT 2012:14

VERSION 1.2

2012-11-09



## Dokumentinformation

<b>Titel</b>	Spårvagnskoncept för Skåne
<b>Rapport nr</b>	2012:14
<b>Författare</b>	Joel Hansson, Trivector Traffic
<b>Kvalitetsgranskning</b>	PG Andersson, Trivector Traffic
<b>Beställare</b>	Spårvagnar i Skåne Kontaktperson: Marcus Claesson

# Förord

---

Denna rapport är en svensk kortversion av den mer utförliga motsvarigheten på engelska, ”Tram Concept for Skåne”. Fördjupningar, förklaringar och källhänvisningar finns alltså i den engelska versionen.

Rapporten belyser några grundläggande parametrar för spårvagnarna i de planerade spårvägssystemen i Skåne. En viktig förutsättning är att definiera ett spårvagnskoncept som är öppet för så många tillverkare som möjligt att använda sina standardmodeller, men samtidigt tillräckligt tydligt för att säkerställa att spårvagnen kommer att kunna tillmötesgå de önskemål som finns och naturligtvis även godkännas av svenska myndigheter.

Rapporten tjänar som underlag för det fortsatta arbetet med ett spårvagnskoncept för Skåne och så småningom upphandlingen av spårvagnar.

Utredningen har genomförts under sommaren och hösten 2012 av TTK i Karlsruhe (Nils Jänig, Peter Forcher, Steffen Plogstert) och Trivector Traffic i Lund (PG Andersson, Joel Hansson). Under arbetets gång har avstämningar gjorts med Spårvagnar i Skåne (Marcus Claesson, Joel Dahllöf) och Skånetrafiken (Claes Ulveryd, Gunnar Åstrand).

Lund den 9 november 2012

Trivector Traffic & TTK



**Trivector**



Transport  
Technologie -  
Consult  
Karlsruhe GmbH



# Innehållsförteckning

---

## Förord

<b>1.</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Metod	1
1.4	Avgränsningar	2
<b>2.</b>	<b>Maxhastighet</b>	<b>3</b>
2.1	Tekniska och ekonomiska förutsättningar	3
2.2	Rekommendation	3
<b>3.</b>	<b>Mekaniska aspekter</b>	<b>4</b>
3.1	Minsta horisontal- och vertikalradie	4
3.2	Tekniska utformningsprinciper	4
3.3	Andel läggolv	4
3.4	Boggier	5
3.5	Axellast	6
<b>4.</b>	<b>Strömförsörjnings- och energisparssystem</b>	<b>7</b>
4.1	Tillgängliga tekniska lösningar	7
4.2	Rekommendation	7
<b>5.</b>	<b>Energieffektiva fordon</b>	<b>9</b>
5.1	Tekniska förutsättningar	9
5.2	Rekommendation	9
<b>6.</b>	<b>Ekonomi</b>	<b>10</b>
6.1	Fordonsinvestering	10
6.2	Energiförbrukning	11
6.3	Slitage på hjul och spår	11
6.4	Spårvagnsunderhåll	12



# 1. Inledning

---

## 1.1 Bakgrund

Region Skåne bedriver tillsammans med Malmö stad, Helsingborgs stad och Lunds kommun samarbetsprojektet ”Spårvagnar i Skåne” för det gemensamma arbetet med att introducera spårvagnstrafik i Skåne. Den huvudsakliga ansvarsfördelningen är att kommunerna ansvarar för spårinfrastrukturen, medan Region Skåne ansvarar för trafikeringen, vilket inbegriper anskaffning av fordon och utarbetande av underhållskoncept.

Spårvagnar i Skåne har inriktningen att i en första etapp införa fyra spårvägslinjer i de tre städerna, med ett beräknat spårvagnsbehov av ca 40 spårvagnar 2020 med fler tillkommande fram till 2030.

De första fyra spårvägslinjerna går enligt nuvarande planering samtliga i stadsmiljö i Malmö, Lund och Helsingborg. De fyra linjerna planeras för trafikstart före 2020. Efter detta finns diskussioner om att utöka spårvägsnätet kring alla tre städerna ut till näraliggande orter upp till ca 20–30 km från stadskärnan.

Inom ramen för Spårvagnar i Skåne ska ett antal frågeställningar bearbetas innan ett slutligt ställningstagande kan göras om vilken spårvagn som ska upphandlas.

## 1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att beskriva tillgängliga tekniska lösningar för att avgöra vilken spårvagnstyp som är bäst lämpad i Skåne. Viktiga diskussionsämnen är prestanda, boggikoncept, låggolvsvagnar och spårvagnar för stads- respektive regionaltrafik. Även olika typer av strömförsörjningssystem såsom normal kontaktledning, tredje skena i gatan, induktion o.s.v. beskrivs, liksom möjligheten att uppnå energieffektiviseringar med hjälp av lättviktsfordon i kombination med olika tekniker för energilagring.

## 1.3 Metod

Resultaten och beskrivningarna är baserade på TTK:s erfarenhet inom området, intervjuer med de stora spårvagnstillverkarna, aktuella spårvagns- och Tram-Train-upphandlingar i Karlsruhe, tidigare TTK-projekt samt offentligt material på Internet.

Således baseras resultaten på det allra senaste spårvagnskunskandet i Europa, framförallt från Tyskland och Frankrike. Detta jämförs med behoven i Skåne enligt ”Handledning för spårvägsplanering i Skåne”, ett dokument som antagits politiskt i Spårvagnar i Skånes deltagarorganisationer i april 2011. Handledningen revideras för närvarande, delvis inom ramen för denna studie.

## 1.4 Avgränsningar

Rapporten behandlar inte utrustning för resandeservice i fordonet och inte heller detaljerade diskussioner om funktionshinderanpassning.

Inte heller diskuteras spårvagnarnas utformning, utan fokus ligger på tekniska och miljömässiga krav på spårvagnarna.

Utredningen fokuserar på linjer i stadsmiljö i Malmö, Lund och Helsingborg; de första planerade linjerna med spårvagnstrafik i Skåne. Regionala linjer ligger längre fram i tiden – bortom tidsspannet för den första spårvagnsupphandlingen – och därför riktas upphandlingsrekommendationerna i första hand mot spårvagnar för stadstrafik. För aspekter med långsiktig påverkan tas emellertid även kommande regionala linjer i beaktande, till exempel avseende krav på infrastrukturen.



## 2. Maxhastighet

---

### 2.1 Tekniska och ekonomiska förutsättningar

Fordon för max 80 km/h leder inte till högre kostnader jämfört med fordon för max 70 km/h. De är tekniskt sett i princip identiska (maxhastighet 70 km/h begränsas ofta med hjälp av mjukvara för att kunna köra på sikt, det vill säga utan automatiskt signalsäkerhetssystem).

Max 100 km/h kräver dock högst sannolikt en annan fordonstyp med mellan 5 och 20 % högre kostnad enligt TTK:s intervjuer med tillverkarna. Spårvagnar i Skåne har i sina kontakter med fordonsindustrin fått indikationer på ännu högre merkostnader, mellan 20 och 50 %.

De huvudsakliga skillnaderna mellan fordon för 100 km/h och fordon för 70/80 km/h är:

- Förbättrade bromssystem
- Kraftfullare framdrivning och annan utväxling
- Andra hjulboggier för att uppnå tillräcklig åkkomfort vid högre hastigheter
- Stötdämpare mellan vagnskorg och boggi och även mellan sektioner i vagnskorgen
- Dörrar måste kunna tåla högre krafter från vindfriktion (huvudsakligen om fordonen möts i hög hastighet)
- Mer motståndskraftig vindruta
- Högre vikt på grund av krav på krocksäkerhet.

Spårvagnar för hastigheter över 100 km/h är mycket ovanliga. De enda kända exemplen finns i Nordamerika, där det förekommer en tendens mot att använda maxhastigheten 105 km/h. Det bör dock nämnas att nordamerikanska spårvägssystem normalt har en ”tyngre” utformning (mer järnvägslika) än typiska europeiska spårvägssystem.

### 2.2 Rekommendation

- |  |
|--|
| ✓ <b>Rekommendationen</b> är att spårvagnar med <b>maxhastighet 80 km/h</b> upphandlas. <b>Ur fordonssynvinkel är detta att föredra</b> såväl tekniskt som ekonomiskt. |
|--|

## 3. Mekaniska aspekter

---

### 3.1 Minsta horisontal- och vertikalradie

- ✓ För horisontalradier förordas 40 m som normalt minimum (gränsvärde) i trafikspår och 25 m som absolut minimum (vad spårvagnen ska klara) i trafikspår. 22 m kan användas som absolut minimum i depåer och vid uppställningsspår.
- ✓ Spåret bör utformas med minsta vertikalradie (gränsvärde) normalt 1000 m. Absolut minimum, som fordonet ska klara, bör vara 625 m.
- ✓ Alla ovanstående värden bör inkluderas i ett framtida förfrågningsunderlag för spårvagnar, med de absoluta minimivärdena som strikta krav på fordonen och gränsvärdena för spåret endast som information.

### 3.2 Tekniska utformningsprinciper

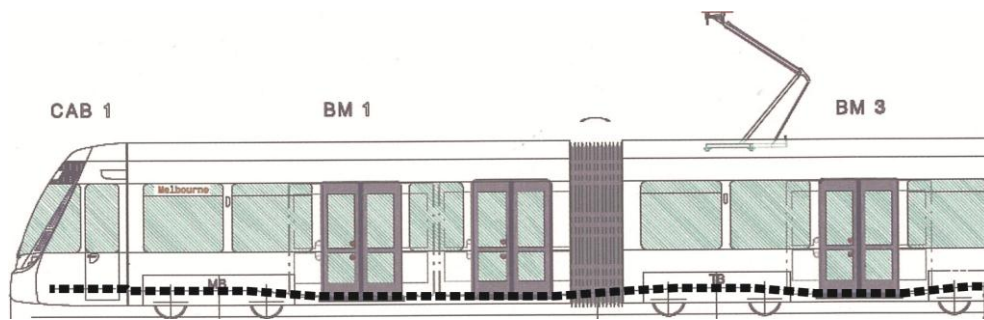
Det finns ett antal olika koncept för hur moderna spårvagnar är uppbyggda med hänsyn till hjulens placering, vagnskorgens leder, boggiernas vridbarhet etc. De olika koncepten, särskilt avseende boggier samt primär- och sekundärfjädring, har olika gångegenskaper. Detta påverkar dels åkkomfort och säkerhet i förhållande till hastighetskrav, dels ekonomi i form av såväl investering som underhållskostnader.

Följande slutsatser dras avseende de olika utformningskoncepten:

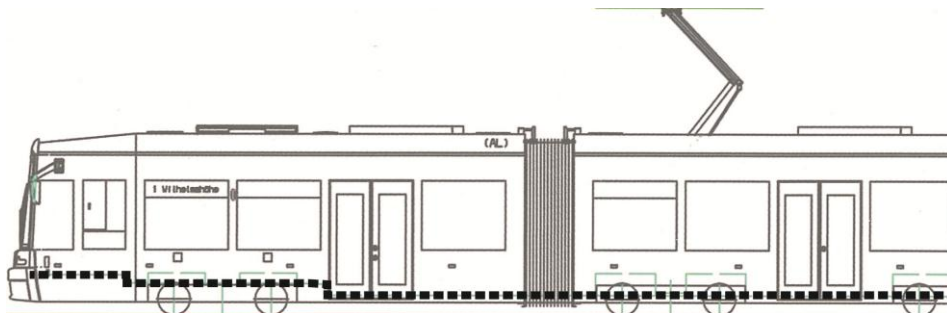
- ✓ Utformningskonceptet påverkar åkkomfort, fordonsinvestering och slitage på hjul och räls.
- ✓ Trots detta rekommenderas inte att specificera en särskild teknisk lösning i upphandlingen.
- ✓ Däremot måste underhållsfrågan få en framträdande roll som utvärderingskriterium i kommande spårvagnsupphandling, genom att premiera fordonskoncept med vridbara boggier och fasta hjulaxlar i motoriserade boggier.

### 3.3 Andel låggolv

En överväldigande majoritet av dagens moderna spårvagnar har 70 % eller 100 % låggolv. I en spårvagn med 100 % låggolv är hela passagerarutrymmet tillgängligt för passagerare med nedsatt rörlighet, men samtidigt har den sämre köregenskaper vilket ger sämre åkkomfort och större slitage på hjul och räls.



Figur 3-1. Spårvagn med 100 % låggolv (Bombardier Flexity 2 för Melbourne). Den streckade linjen markerar golvnivå. Ramper behövs, eftersom golvnivån varierar i spårvagnar med 100 % låggolv. Källa: Bearbetad från Stadtverkehr 1-2/2011.



Figur 3-2. Spårvagn med 70 % låggolv (Bombardier Flexity Classic för Kassel). Den streckade linjen markerar golvnivå. I vagnsändarna är golvnivån upphöjd, men i övrigt kan höjdskillnader och ramper undvikas. Källa: Bearbetad från Stadtverkehr 1-2/2011.

- ✓ Rekommendationen är att efterfråga minst 70 % låggolv för att hålla öppet för så många spårvagnstyper som möjligt. Dessutom bör det vara ett krav att alla dörrar (för passagerare) ska finnas i låggolvsdelen.
- ✓ Även om dörrar i spårvagnens ändar är möjliga att åstadkomma med 100 % låggolv bör de undvikas eftersom de kan leda till längre stopptider vid hållplats. Detta gäller även om dubbeldörrar kan anordnas där. Anledningen är bland annat att det vanligtvis är många påstigande som använder de yttersta dörrarna, och då är det en fördel om de kan röra sig både åt vänster och åt höger när de stigit ombord.

### 3.4 Boggier

Faktorer såsom boggier, friroterande hjul eller fasta axlar liksom hjuldiametern är viktiga för underhållskostnad och slitage på hjul och spår.

Ett viktigt begrepp i sammanhanget är ofjädrad massa. Den ofjädrade massan är massan hos de fordonsdelar såsom hjul, axlar och andra komponenter som är direkt kopplade till dessa, utan fjädring.

Följande slutsatser dras avseende boggier:

- ✓ Utformningskoncept med vridbara boggier och fasta hjulaxlar (åtminstone på de motoriserade axlarna) har bäst egenskaper om man ser till total underhållskostnad.

- ✓ Det rekommenderas emellertid inte att specificera en särskild teknisk lösning i upphandlingen.
- ✓ Däremot bör utvärderingssystemet i upphandlingen utformas på ett sätt som bestraffar fordon som kan förväntas medföra höga underhållskostnader. Utöver att premiera vridbara boggier och axlar bör även ofjädrad massa tas i beaktande.

### 3.5 Axellast

Om det inte finns andra begränsande faktorer, såsom bärighet hos befintliga broar, **bör maximalt statiskt axeltryck sättas till 110 kN** (motsvarande en axellast på 11 ton). Dessutom bör spårvagnens vikt spridas så jämnt som möjligt över alla axlar.

Högre axeltryck än så bör helst inte användas, eftersom vikten är en avgörande faktor för slitage på hjul och spår och för energiförbrukning.

Därför rekommenderas:

- ✓ Att ange maximalt statiskt axeltryck 110 kN i den tekniska specifikationen.
- ✓ Att skapa ett utvärderingssystem som bestraffar, men inte utesluter, anbud med axeltryck upp till max 120 kN och vice versa ger möjlighet till extra-poäng för lägre axeltryck.

## 4. Strömförsörjnings- och energisparsystem

---

### 4.1 Tillgängliga tekniska lösningar

Följande lösningar finns tillgängliga:

- **Kontaktledning.** Den mest beprövade lösningen. Möjlighet till energibesparingar genom återmatning av bromsenergi.
- **Superkondensatorer.** En elektrokemisk kondensator för energilagring i fordonet (finns sedan några år i reguljär drift på flera ställen) eller i likriktarstationer (ännu på försöksstadiet). Medför också möjlighet att trafikera mycket korta sträckor (ca 100–150 m) utan kontaktledning.
- **Batterier.** Används liksom superkondensatorer för energilagring i fordonet. Har högre energitäthet, men kortare livslängd. Finns sedan några år i reguljär drift. Medför också möjlighet att trafikera delsträckor utan kontaktledning.
- **Kombination av superkondensatorer och batterier.** Denna kombination bedöms vara den variant som är bäst lämpad för att överbygga korta sträckor (ca 800–1000 m) utan kontaktledning, ifall detta skulle vara ett krav.
- **Tredje skena – APS från Alstom.** Systemet är numera beprövat och finns i ett fåtal franska städer, men är sannolikt mycket känsligt för skandinaviska väderförhållanden. Dessutom betydligt dyrare än konventionell kontaktledning både i investering och drift.
- **Induktion – Primove från Bombardier.** Obeprövat i reguljär drift, ännu i teststadiet. Sannolikt höga underhållskostnader.

### 4.2 Rekommendation

Kontaktledning bör användas i så stor utsträckning som möjligt och helst överallt i systemen. Det är den ekonomiskt klart bästa lösningen för att förse eldrivna spårfordon med energi.

Förmågan att återmata bromsenergi till kontaktledningen (750 V likström) är standard för alla spårvagnar sedan flera år tillbaka. Detta möjliggör en besparing på upp till 30 % av framdrivningsenergin (beroende på lokala förutsättningar).

En ytterligare besparing på ca 5–10 % (utöver energibesparingen genom återmatning till kontaktledningen) kan uppnås genom energilagring med hjälp av superkondensatorer på fordonen. Detta innebär att en total energibesparing (av framdrivningsenergin) på 35–40 % är möjlig i stadsmiljö.

Noggrannare uppgifter kan erhållas först när mer detaljerade beräkningar genomförts, med ett helhetsgrepp om strömförsörjningssystemet. Ifall bra energibesparingsvärden uppnås med bara återmatning minskar nyttan med superkondensatorer. Alltså: ju effektivare kontaktledningssystem med återmatning, desto mindre blir den ytterligare nyttan med energilagring ombord på fordonet.

Ett möjligt alternativ kan också vara återmatning till det konventionella elnätet (kräver avancerad utrustning i likriktarstationerna). Detta bör studeras vidare med avseende på genomförbarhet (i diskussion med elbolagen) och kostnad.

Ytterligare ett möjligt alternativ kan i framtiden vara att använda superkondensatorer i likriktarstationerna. Denna variant är emellertid ännu i teststadiet. Jämfört med energilagring ombord på fordonet är energiförlusterna också större på grund av överföringen från fordonet till likriktarstationen och tillbaka igen.

Följande rekommenderas för spårvagnssystemen i Skåne:

- ✓ **Kontaktledning bör användas i så stor utsträckning som möjligt och helst överallt i systemen.** Det är den ekonomiskt klart bästa lösningen för att förse eldrivna spårfordon med energi.
- ✓ Upphandlingen bör hållas så öppen som möjligt och lösningar som leder till monopol för en tillverkare bör undvikas. Detta innebär att till exempel APS från Alstom och Primove från Bombardier inte är gångbara alternativ.
- ✓ Vidare utredningar bör ta ett helhetsgrepp om strömförsörjningssystemet, eftersom det inte enbart är en fordonsfråga. Nyttan med energilagring ombord på spårvagnarna beror på vilka andra energibesparingsmetoder som införs i systemet. En möjlig variant är att fordonen utrustas med superkondensatorer.

## 5. Energieffektiva fordon

---

### 5.1 Tekniska förutsättningar

Energimängd som behövs för framdrivning av en spårvagn bestäms till övervägande del av spårvagnens vikt. Därför bör målet vara att reducera spårvagnens vikt så långt som det praktiskt är möjligt.

Framförallt följande faktorer är avgörande för fordonsvikten:

- Andel låggolv. Spårvagnar med 100 % låggolv är vanligtvis tyngre (än spårvagnar med 70 % låggolv), eftersom ramen måste utformas med ett antal trappsteg som fortfarande måste klara att motstå de longitudinella krafter som uppstår.
- Komfortkrav på förarplats och i passagerarutrymme.
- Möjlighet till sammankoppling av spårvagnar i reguljär trafik.
- Luftkonditionering.
- Högre accelerationskrav.
- Säten.
- Energilagringseenheter (superkondensatorer och batterier) etc.

### 5.2 Rekommendation

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Tomvikten bör vara en del av utvärderingskriterierna i spårvagnsupphandlingen, där leverantörer som kan presentera ett lättare fordon med i övrigt samma funktionalitet får högre poäng.</li><li>✓ Axellasten bör vara max 11 ton (se avsnitt 3.5) eftersom denna påverkar slitage av såväl fordon som infrastruktur. Ett liknande utvärderingssystem som för totalvikten kan också användas för axellasten.</li><li>✓ Det bör också övervägas hur leverantörerna ska tvingas stå för sina ”löften” när det gäller spårvagnsvikt genom upphandlingsfasen. En möjlighet kan vara att i kontraktet förbinda en del av betalningen med den slutgiltiga vikten i förhållande till leverantörens anbud. Om den föreskrivna vikten överskrids minskar utbetalningen.</li></ul> |
|--|

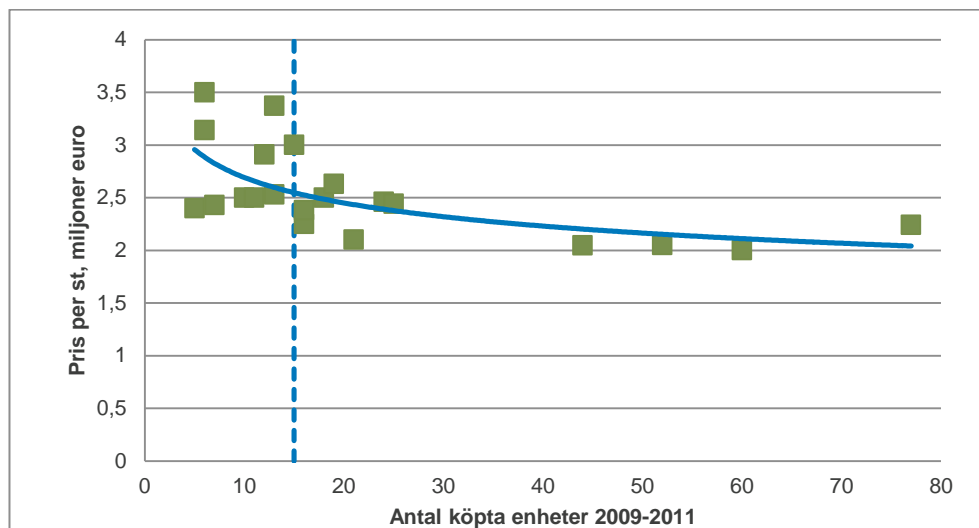
## 6. Ekonomi

### 6.1 Fordonsinvestering

Vid sidan av de tekniska kraven är det huvudsakligen orderstorleken som avgör det slutliga priset. Detta beror på stora uppstartskostnader (formgivning, specialverktyg och -utrustning för tillverkningen etc.).

Av denna anledning bör kraven i fordonsspecifikationen vara sådana att tillverkarna kan – i så stor utsträckning som möjligt – basera sina erbjudanden på sina standardprodukter. Helst bör därför också spårvagnarna för stads- respektive regional trafik vara identiska. Detta garanterar också en hög grad av konkurrens i upphandlingsprocessen, vilket innebär lägre investeringskostnader i slutändan.

Ifall optioner inkluderas i upphandlingen är det viktigt att industrin kan värdera sannolikheten för att optionerna ska realiseras och i så fall när. Ju högre sannolikhet desto större potential för prisreduktion på grundbeställningen. Optioner som ligger längre fram i tiden än ca fem år från uppstart av tillverkningen av grundbeställningen kommer sannolikt inte anses trovärdiga.



Figur 6-1. Fordonsinvestering i förhållande till orderstorlek 2009–2011 (normalspår, längd 28–33 m) i Europa och Nordafrika (med liknande spårvägssystem som i Europa). Beställningar på fler än ca 15 fordon (vertikal streckad linje) verkar kunna erhålla ett mer förutsägbart pris. Beställningar av små serier är förknippade med högre risk. Av de fyra beställningarna med färre än 10 fordon är de två billigare till platser där leverantören redan är etablerad: Bergen, (Stadler, avropad option) och Valenciennes (Alstom). De två dyrare exemplen är till Stockholm (Bombardier) och London (Stadler), där leverantören inte tidigare finns etablerad (även om det är spårvagnar som kan betecknas som standardprodukter). Källa: Omarbetat från Hondius, H., Stadtverkehr 1-2/2010, 1-2/2011 och 1-2/2012.



Fordonsinvesteringen står för ungefär 35 % av fordonets livscykelkostnad om man förutsätter en livslängd på 30 år. De återstående två huvudsakliga delarna av livscykelkostnaden är underhåll och drift (energi).

### **Rekommendation**

- ✓ Bäst för Skåne vore en upphandling av minst ca 15–25 spårvagnar i en grundbeställning och resten som optioner.
- ✓ Helst bör alla spårvagnar för lokal och regional trafik i Skåne upphandlas på samma gång, med så många fordon som möjligt i grundbeställningen och resten i optioner. På så sätt ökar sannolikheten för ett bra pris, tack vare skaleffekter genom att orderstorleken kan ökas – vilket väger upp potentiella kostnadsökningar på grund av krav på funktion i både stadstrafik och regional trafik.

## **6.2 Energiförbrukning**

Om man förutsätter ca 30 års livslängd står energiförbrukningen för runt 30 % av spårvagnens totala livscykelkostnad.

Energiförbrukningen fördelar sig normalt på två tredjedelar framdrivning och en tredjedel hjälpkraft (luftkonditionering, belysning o.s.v.).

Energiförbrukningen kan främst påverkas genom återmatning av bromsenergi och låg fordonsvikt (se även kapitel 4 och 5).

### **Rekommendation**

- ✓ Strömförsörjningssystemet bör utformas omsorgsfullt så att en stor andel bromsenergi kan återmatas och utnyttjas inom 750 V likström-systemet.
- ✓ Förbrukning av framdrivningsenergi beror huvudsakligen på spårvagnens vikt.

## **6.3 Slitage på hjul och spår**

Slitaget påverkas huvudsakligen av:

- linjeföring (kurvigt eller rakt)
- val av fordonskoncept inklusive hur lätt det är att justera och underhålla geometrin i kontaktytan mellan hjul och räl
- axeltrycket och därav resulterande krafter
- underhåll av spår och hjul
- rälsprofil (generellt ger t.ex. vignolräls mindre slitage än rännskenor)
- spårunderbyggnad (t.ex. öppet ballastspår, grässpår eller gatuspår där öppet ballastspår ger minst slitage och gatuspår störst)
- hjulflänssmörjning (bör vara ett krav på alla spårvagnar)
- rälssmörjning vid små kurvradier.

På grund av mer utmanande linjeföring (huvudsakligen i form av små kurvradier) och kraven på inpassning i stadsmiljön kan man förvänta sig större slitage på fordon som mestadels trafikerar spårväg i stadsmiljö än på fordon som används på de regionala linjerna.

### **Rekommendation**

- ✓ Små kurvradier bör undvikas så långt som möjligt (se även avsnitt 3.1).
- ✓ En och samma rälsprofil bör användas i hela systemet, både i rännskenor och vignolräls.
- ✓ En hjulprofil som är anpassad för denna rälsprofil bör användas.
- ✓ Utvärderingssystemet i fordonsupphandlingen bör utformas så att fordonskoncept med vridbara boggier och fasta hjulaxlar premieras (se även avsnitt 3.4).

## **6.4 Spårvagnsunderhåll**

Underhållskostnaden ökar vanligtvis med spårvagnens ålder och ibland behövs även betydande reinvesteringar för att upprätthålla kvalitén över hela livslängden.

Om man förutsätter en livslängd på runt 30 år står underhållskostnaden för ca 35 % av spårvagnens livscykelkostnad.

I ljuset av detta faktum bör underhållskrav belysas redan i anbudsfasen, till exempel genom att ställa krav på maximal tidsåtgång för utbyte av viktiga komponenter. Dessa krav bör sedan följas upp vid leverans.

### **Rekommendation**

- ✓ Inför i fordonsupphandlingen krav på tillverkarna att specificera tid för utbyte av viktiga komponenter.
- ✓ Följ upp dessa tidsspecifikationer under verkliga förhållanden i leveransfasen.
- ✓ Inför sådana tidsangivelser som parametrar i anbudsutvärderingen.



Spårvagnar i Skåne är ett gränslöst samarbete mellan Region Skåne, Malmö, Lund och Helsingborg.

---

