

RAPPORT

Vägunderhåll och kostnader för olika typer av Elvägar



Trafikverket

Postadress: 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Vägunderhåll och kostnader för olika typer av Elvägar

Författare: Krister Palo; Dan Eriksson; Ulf Söderberg; Anders Starkbeck, VO Underhåll

Dokumentdatum: 2020-09-15

Ärendenummer: TRV 2020/77969

Version: 1.0

Kontaktperson: Krister Palo, VO Underhåll

Publikationsnummer: 2020:180

ISBN: 978-91-7725-711-0

Innehåll

SAMMANFATTNING	5
INLEDNING OCH SYFTE	6
AVGRÄNSNINGAR	6
BEDÖMNING AV DE OLIKA ELVÄGTEKNIKERNAS PÅVERKAN PÅ DRIFT, UNDERHÅLL, BÄRIGHET OCH TILLHÖRANDE KOSTNADER	7
Siemens eHighway	7
Beskrivning av tekniken	7
Beläggningsunderhåll	8
Slåtter /röjning.....	9
Avvattning.....	9
Trafikstyrning/övervakning - servicenivå.....	9
Vintervägklass.....	9
Snöröjning.....	10
Halkbekämpning/friktion.....	10
Bärighet	10
Framkomlighet till matningsstation och styrskep för service.	10
Övrigt	10
eRoad	11
Beskrivning av tekniken	11
Beläggningsunderhåll	12
Slåtter /röjning.....	13
Avvattning.....	13
Trafikstyrning/övervakning - servicenivå.....	14
Vintervägklass.....	14
Snöröjning.....	14
Halkbekämpning/friktion.....	14
Bärighet	14
Framkomlighet till matningsstation och styrskep för service.	15
Övrigt	15
Evolution Road	15
Beskrivning av tekniken	15
Beläggningsunderhåll	17
Slåtter /röjning.....	18
Avvattning.....	18
Trafikstyrning/övervakning - servicenivå.....	18
Vintervägklass.....	18
Snöröjning.....	18
Halkbekämpning/friktion.....	19
Bärighet	19
Framkomlighet till matningsstation och styrskep för service.	19

Alstom APS	20
Beskrivning av tekniken	20
Electreon	21
Beskrivning av tekniken	21
Beläggningsunderhåll	22
Slåtter /röjning.....	22
Avvattning.....	22
Trafikstyrning/övervakning - servicenivå.....	23
Vintervägglass.....	23
Snöröjning.....	23
Halkbekämpning/friktion	23
Borttagande av snö och is från anläggningskomponenter	23
Bärighet	23
Framkomlighet till matningsstation och styrskep för service	23
ASPEKTER SOM KAN PÅVERKA DRIFT OCH UNDERHÅLL OCH TILLHÖRANDE KOSTNADER	24
Allmänt	24
Beläggningsunderhåll	24
Slåtter /röjning	26
Avvattning	26
Anläggningar, installationer och ITS	26
Parallellvägar	27
Arbetsmiljö	28
Vintervägglass	28
Snöröjning	28
Halkbekämpning/friktion	28
Borttagande av snö och is från Elväganläggningskomponenter	29
Underhåll av byggnadsverk	29
Kompetens och behörighet	29
Bärighet	29
BEDÖMDA MERKOSTNADER	30
FORTSATT ARBETE	31
Områden/frågor där fördjupning/klargörande/utredning krävs	31
Aspekter som kan påverka krav och regelverk	32

Sammanfattning.

Elvägar ger elfordon möjlighet att ladda under körning. I Sverige beaktas tre olika begrepp; överföring via luftledningar, konduktiv skena i vägen eller induktiva spolar under vägytan.

Vart och ett av de tre koncepten kommer att påverka vägbyggande, underhåll och drift på olika sätt. De tekniker som studerats är Siemens eHighway, eRoad, Evolution Road och Electreon. Endast tekniken beskrivs när det gäller Alstom APS.

Denna rapport är ett första steg i att bedöma och beskriva drift och underhåll kopplat till elvägar. Det kommer att krävas mer arbete med att analysera resultat från befintliga demonstratorer. Rapporten har utgått från om och hur de vanligast förekommande underhållsarbetena som utförs på en normal väg kan utföras och vilka merkostnader som kan bedömas uppstå för respektive teknik.

De områden som berörs är beläggningsunderhåll, slätter/röjning, avvattning, trafikstyrning, vintervägglass, snöröjning, halkbekämpning, bärighet och underhållskostnader för vägframkomlighet till matningsstationer.

Kostnaderna, eller rättare sagt merkostnaderna för att utföra underhåll av en Elväg jämfört en normal väg, har analyserats och bedömts. Dessa är uppskattningar och bygger på erfarenheter. Här ser Trafikverket en stor skillnad mellan teknikerna. Den teknik som ger de klart minsta kostnadsökningarna är den induktiva tekniken – Electreon, och de övriga betydligt mycket högre. Tabellen nedan är en sammanställning av bedömda merkostnader per färdriktning i kr/km, år.

Siemens eHighway	eRoad	Evolution Road	Electreon
122 000 kr	165 000 kr	165 000 kr	20 000 kr

Rapporten har försökt beskriva vilka aspekter som kan påverka drift och underhåll, dvs vad som kan påverka dagens underhållsverksamhet. Denna del består av en hel del frågor och frågeställningar som rapporten försökt hantera och besvara.

Det finns fortfarande vissa osäkerheter med robustheten hos vissa av teknikerna. Exempelvis vid användning av nedfrästa skenor och induktiva spolar, hur kommer dessa att tåla tjällyftningar och andra rörelser i väggroppen. Andra exempel är om induktiva spolar får nog bra vidhäftning till beläggningsytan.

Vidare tar rapporten upp aspekter som kan påverka krav och regelverk. Exempelvis hur BAS-kontrakten ska utformas, vilken kompetens som kommer att behövas av service och underhållspersonal etc. Detta arbete kommer att intensifieras framöver.

Trafikverket planerar att uppdatera rapporten vid något eller några tillfällen i framtiden, när mer fakta och bättre erfarenheter framkommit. Dessutom tillkommer fler tekniker eftersom programmet breddas och ska inkludera även batteridrift med stationär laddning och bränsleceller.

Inledning och syfte

Transportsektorn bidrar stort till utsläpp av växthusgaser. Omkring 36% av de totala koldioxidutsläppen i Sverige kommer från vägtransporter och nästan 90% av allt gods i Sverige transporteras med lastbil. Trafikverket undersöker olika koncept för att skapa förutsättningar för att konvertera vägtransporterna till förnyelsebara källor. Elvägar är en potentiell lösning som är viktig att utreda.

Elvägar är en relativt ny företeelse på det svenska vägnätet som kan bli ett komplement i morgondagens fossilfria transportsystem. Trafikverket genomför demonstrationer med olika tekniska lösningar för elvägar för tung trafik, samt planerar för en större pilot framöver.

Elväg ger elfordon möjlighet att ladda under körning. I Sverige beaktas tre olika begrepp; överföring via luftledningar, konduktiv skena i vägen eller induktiva spolar under vägytan.

Vart och ett av de tre koncepten kommer att påverka vägbyggande, underhåll och drift på olika sätt.

Syftet med denna rapport är att belysa drift- och underhållsaspekterna vid en framtida implementering i större skala. Dels om det är möjligt att underhålla olika elvägstekniker på ett rationellt sätt, samt vilka kostnadsökningar olika tekniker kan medföra.

Många av de kostnadsuppskattningarna är just uppskattningar och bygger på erfarenheter och resonemang som utgår från hur vägunderhåll fungerar idag. De ska ge en fingervisning om vilka utmaningar som måste lösas och ungefär hur stora kostnadsökningar man kan förvänta sig.

Observera att detta är ett levande dokument som ger en bild av hur det ser sommaren år 2020. Dokumentet måste således uppdateras allteftersom mer information och kunskap kommer fram.

Avgränsningar.

Rapporten har som utgångspunkt det underhåll av vägar som Trafikverket normalt bedriver och beskriver enbart utmaningarna att klara ett underhåll av väg med elväg installerad, för att bibehålla en robust, driftsäker och säker anläggning, samt vilka merkostnader som detta medför. Inga underhållsaspekter med tillhörande kostnader för komponenter för själva elvägen berörs.

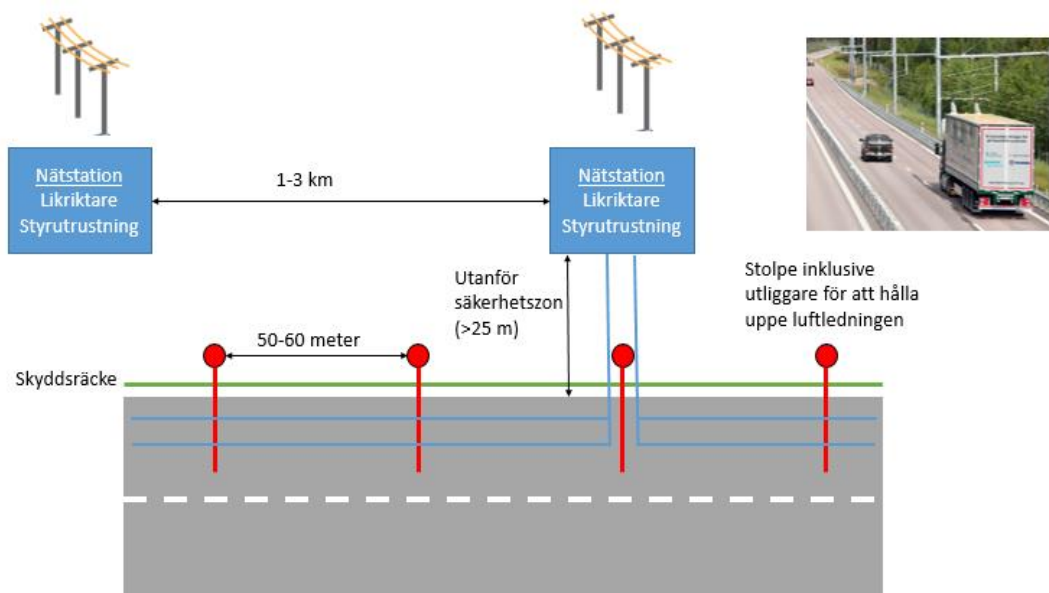
Bedömning av de olika Elvägteknikernas påverkan på Drift, Underhåll, Bärighet och tillhörande kostnader

Siemens eHighway

Luftledning, 5,15 m ovan mark
Stolpavstånd 50-60 m
Skyddsräcke behövs hela vägen pga. stolpar
Inget behov av parallellväg. Åtkomst till matningsstation sker på annat sätt.

Beskrivning av tekniken

Tekniken bygger på luftledning liknande den på järnväg men med två ledare istället för en för att få en sluten strömkrets. Fordonet kopplas upp mot luftledningen genom en energimottagare som är monterad ovanpå fordonet och som kan röra sig i höjdlid. Luftledningen sitter på en höjd av ca 5,15 meter över vägens yta och är upphängd i stolpar som, vanligtvis, står med ett mellanrum av 50-60 meter. Stolparna är monterade utanför vägbanan men i vägområdet. För att skydda trafikanter från stolpar och vice versa behövs även ett skyddsräcke mellan stolpar och vägbanan.



Systemet är designat för en nominell spänning av 750 V DC men de tester som genomförts, bland annat i Sandviken, har varit uppbyggda kring en nominell spänning av 600 V DC. Anläggningen har spänningen på oavsett om det finns fordon på sträckan

eller inte (för demoanläggningen i Sandviken aktiveras anläggningen enbart när det pågår testverksamhet). Enligt tillverkaren ska systemet klara av att överföra upp till 500 kW per sektion. Varje sektion består av en kontinuerlig luftledning där längden beror av efterfrågad effekt från trafiken. Demonstrationsanläggningen i Sandviken har sektionslängder på ca 1 km.

Beläggningsunderhåll

- Att utföra beläggningsunderhåll innebär att stora, höga maskiner behöver mycket utrymme, exempelvis lastbilar med tippande flak vid beläggningsarbete. Höjden upp till luftledningen är i Siemens fall 5.15 meter. Detta kan medföra att andra metoder/maskiner måste användas. (Enl. rapport från projektet på E16 https://www.trafikverket.se/globalassets/dokument/elvagsdokument/reg-gavle_e16_rapport.pdf kan lastbilar användas med spärrband på flaket vid lossning)

Då asfaltsbilarna ej kan tömma flaken krävs det att man nyttjar Feeder/shuttlebuggy för att mata asfaltsläggaren från körfältet bredvid. Det innebär att man måste stänga hela riktningen på 4-fältsväg och anordna överledning. På 2+1-väg kan det tom bli tal om totalavstängning för att klara detta. Förfarandet medför ökade kostnader för underhåll av väg med luftledning. Kostnadsökningarna ligger i stor del i "Arbete på väg hanteringen (APV), samt Feeder. Feeder/shuttlebuggy kostar ca 10 kr/m. APV kostar beroende på lösning 30-80 000 kr/skift.

Merkostnaden bedöms uppgå till **ca 17 000 kr/km, år**. (varav trafikantmerkostnader är ca 7 000 kr)



Slåtter /röjning

- Räcken, stolpar och luftledning, medför att slåtring och röjning kommer att ta mycket längre tid än normalt, alternativt måste utföras manuellt. Vilken metod som än används kommer att medföra merkostnader vilka bedöms till **ca 5000 kr/år, km.**
- Luftledning innebär fler stolpar att röja runt. Till det kommer räcken av olika varianter som behöver underhåll, allmänt och efter påkörningar. En helt annan kravställning på underhållspersonal än vad vi har idag, kommer att behövas för arbete i närheten av strömförande anläggningar.

Avvattning

- I avvattning ingår dikesrensning, kantskärning, byte av och spolning av trummor för att säkerställa en bra avvattning av vägkroppen. El-vägen med räcke, stolpar, kablar mm skapar många begränsande faktorer för denna verksamhet. Därför bör de sträckor som elektrifieras, få en avvattningsåtgärd innan installation, inklusive byte av trummor. På så sätt säkerställs de närmaste 20 åren. **Kommande åtgärder kommer däremot att vara betydligt besvärligare och sannolikt fördyras med 100-200%. Uppskattat till ca 5 000 kr/år, km.**

Trafikstyrning/övervakning - servicenivå

- Utifrån utförd riskanalys för Siemens eHighway har en arbetsgrupp sammansatt av tekniska specialister, nationella samordnare inom teknikområdesgruppen från Underhåll samt resurser från Trafik. Arbetsgruppen har kommit fram till att följande trafikutrustning krävs för att få en trafikstyrning som behövs för att minimera de identifierade riskerna med Siemens eHighways tekniska lösning. Utrustningen som behövs är bommar, rött blinkande ljus (Wig-Wag), kamera, radar för incidentdetektering samt Variabel Meddelande Skylt (VMS) för information. Utrustningen är tillkommande på grund av elvägen och medför merkostnader under hela livscykeln både vid investering samt underhåll av densamma. **Bedöms medföra merkostnader på 20.000 kr/år, km.** I detta ingår enbart utrustning på/vid vägen.
- Viktigt är att förläggning av kablar m.m. sker på rätt ställe och djup i vägområdet för att undvika onödiga ökade kostnader.

Vintervägklass

- Det finns i dagsläget inget identifierat behov att ändra vintervägklass. **Ingen kostnadsökning.**

Snöröjning

- Eftersom inga åtgärder utförs i själva vägbanan tillkommer ingen merkostnad för plogning. Däremot tillkommer kostnader för snöhantering i sidoområdet (snödikning) till följd av räcken och stolpar. Uppskattas till **ca 30 000 kr/år och km**. (Denna kostnad beror helt på i vilken klimatzon elvägen anläggs)

Halkbekämpning/friktion

- Ingen skillnad bedöms finnas jämfört med vanlig väg. Salt kan användas vid behov vid halkbekämpning. **Ingen kostnadsökning.**

Bärighet

- Ingen påverkan på bärighet bedöms finnas eftersom inga ingrepp görs i vägbanan. **Ingen kostnadsökning.**

Framkomlighet till matningsstation och styrskep för service.

- Det som kräver service är matningsstation som är placerade med 1-3 km mellanrum. Generellt behövs varken parallellväg eller servicefickor för att serva dem utan åtkomst kan lösas från fall till fall. Om möjligt kan befintliga parkeringsfickor och parallell infrastruktur nyttjas. **Ingen kostnadsökning.**

Övrigt

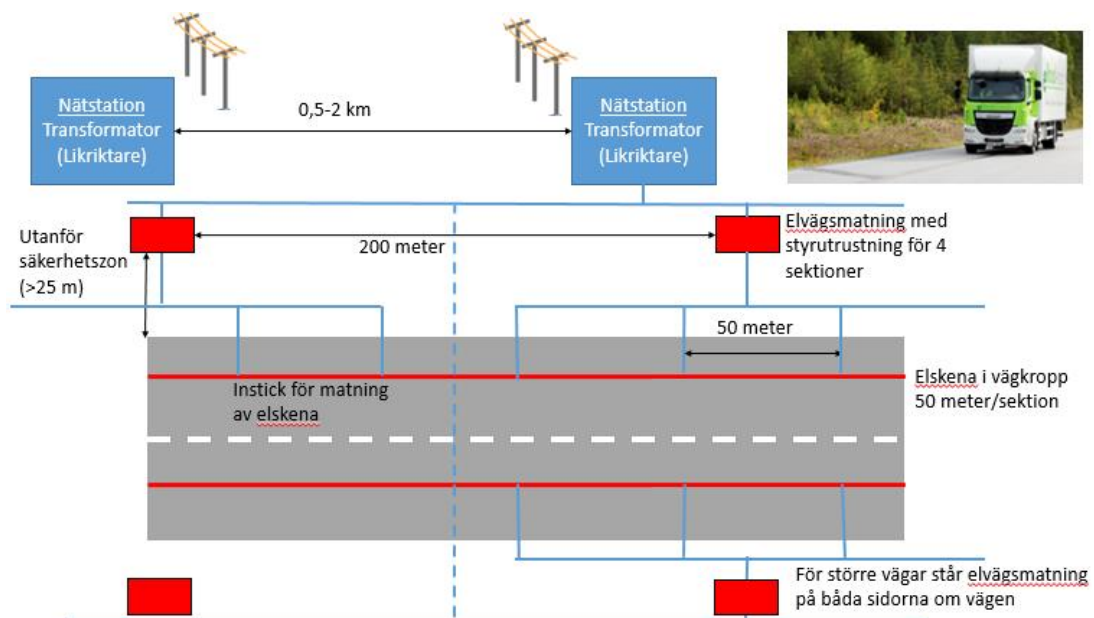
- Av säkerhetsskäl måste det finnas räcken längs hela sträckan. De behöver underhåll både allmänt och efter påkörningar. Merkostnaden uppskattas till ca **70 000 kr/år, km**.

eRoad

Skena nedsänkt i vägen, öppning ca 15 mm
Styrskåp nära eller i vägområde med 200 m mellanrum
Skyddsräcke behövs ej om styrskåpen placeras > 10 m från väg, dvs utanför säkerhetszonen.
Inget behov av parallellväg. Parkeringsfickor/servicefickor med 800 m mellanrum för att nå styrskåp där lätt elektronik och verktyg hanteras.

Beskrivning av tekniken

eRoads teknik bygger på en elskena som är nedsänkt i mitten av körfältet. Skenans övre del ligger i plan med vägytan och ska uppfylla samma friktionskrav som vägen. Kontaktytorna ligger nedsänkta, ca 6 cm, i två separata spår i skenan. Öppningen i spåret är ca 15 mm. Under fordonet sitter en energimottagare som automatiskt ansluter när elvägen har detekterats. Energimottagaren består av en mekanisk arm som kan röras både i höjd- och sidled. Utanför vägbanan placeras styrskåp ovan mark för styrning av elmatningen till vägen. De kan placeras antingen i vägens närområde, vilket kräver vägräcke, eller utanför säkerhetszonen (10 meter från vägbanan), vilket kräver extra mark i anspråk. Styrskåpen placeras med ca 200 meters mellanrum. Det är möjligt att öka detta avstånd men det innebär också ökade kostnader, främst på grund av fler och grövre kablar.



Den demonstrationsanläggning som finns utanför Arlanda arbetar med växelspanning i intervallet 800 V AC. Tillverkaren har angett att systemet även fungerar med likspänning, då sannolikt upp till 750 V DC. Varje sektion kan överföra 200 kW effekt. En sektion är 50 meter lång och styrs individuellt från ett av styrskåpen vid sidan av vägen. Varje styrskåp är kopplat till fyra individuella sektioner. Respektive sektion aktiveras enbart när ett fordon med rätt identitet passerar och stängs av när fordonet lämnat sektionen, eller, efter en i förväg bestämd maxtid. Vid låga hastigheter aktiveras inte sektionen.

Tillverkaren anger att de behöver tillgång till styrskåp någon gång per år för inspektion och eventuell service, förutsatt att det inte sker oväntade problem.

Eftersom skenan är nedsänkt krävs en dränering med rör i väggroppen från skenans botten ner i diket.



Beläggningsunderhåll

- Att utföra beläggningsunderhåll med en skena infräst (ca 5 mm lägre än vägbeläggning) i körbanan medför merkostnader i jämförelse med vanlig väg. Framförallt måste beläggningsslaget vara tätt mot skenan för att undvika inträngning av vatten i väggroppen.
- Det finns idag inga maskiner för att fräsa på ömse sidor om skenan varför det behövs en ny maskinpark, alternativt ett långsamt utförande med dagens utrustning. Det innebär mindre och sämre asfaltläggare som lägger tillbaka asfalten liksom risk för att packningen blir betydligt sämre. Här är det också väsentligt att ställa tydliga krav på skarvar, försegling av skarvar etc. Trolig kostnadsökning, ca 60-130kr/m² (fräsning och 90ABS 16). Det kan möjligen fungera att köra Tracpaving, men det innebär en stor risk för att elkablar i vägen skadas av den höga värmen.
- Alternativet till ovanstående är att man river upp skenan inkl. matning, vid varje beläggningsåtgärd. Var 7-12 år, beroende på vägtyp och ÅDT.
- Tvärgående kablar dras, med jämna mellanrum, från väggkanten för att kopplas till skenan. Det är oerhört viktigt att det arbetet utförs på rätt sätt då det annars kan leda till olika typer av fel i väggkonstruktionen som

vatteninträngning, sämre bärighet, sprickbildning samt ojämnheter vilket i sin tur medför vibrationer i fordon.

- Det krävs också att underlaget (bärlager, förstärkningslager) är tillräckligt starkt för att inte olika sättningar ska uppträda på båda sidor om skenan.
- Skenor av den här typen där något ska ner i någon form av spår riskerar att sättas igen av både smuts från trafiken och underhållsarbete, som fräsning och asfalt (Jämför broskarvar. Det är sannolikt inte heller lämpligt att nyttja T-järn då vi har med ström att göra, även om skenorna ska vara strömfria vid underhållsarbeten.)

Ökad kostnad för beläggningsunderhåll uppskattas till **ca 140 000 kr/km, år.** (varav trafikantmerkostnader är ca 10 000 kr)

- Den ökade kostnaden är beräknad på ett beläggningsintervall på 8 år, vilket är något kortare än det normala som ligger på 10-12 år. Intervallet kan dock påverkas av slitaget av markskenan. Om den måste bytas ut med kortare intervall kan det innebära att även beläggningsintervallet påverkas. Skenan medför även att beläggning kommer långt in på körfält 2 (K2), all helomläggning av K2, samt vägren, vilket ökar kostnaden avsevärt.

Slåtter /röjning

- Om elskåp placeras inom eller nära vägområde krävs vägräcken. Det försvårar slåtter och röjning vilket i sin tur leder till merkostnader
- För kopplingskåp/elmatningskåp vid sidan av vägen behöver röjning ske runtom.
- En helt annan kravställning på underhållspersonal än vad vi har idag, kommer att behövas för arbete i närheten av strömförande anläggningar.
- **Bedömningen är att kostnad för slåtter/röjning inte kommer att påverkas nämnvärt**, främst för att elskåp har 200 m mellanrum och att ingen annan utrustning hindrar åtkomst och effektiva åtgärder. **Ingen kostnadsökning.**

Avvattning

- I avvattning ingår dikesrensning, kantskärning, byte av och spolning av trummor för att säkerställa en bra avvattning av vägkroppen. El-vägen med kablar mm skapar många begränsande faktorer för denna verksamhet. Därför bör de sträckor som elektrifieras, få en avvattningsåtgärd innan installation, inklusive byte av trummor. På så sätt säkerställs de närmaste 20 åren. **Kommande åtgärder kommer däremot att vara betydligt besvärligare och sannolikt fördyras med 100-200%. Uppskattat till ca 5 000 kr/år, km.**
- Dräneringskanalerna som installeras kräver mer underhåll än normalt i och med att man behöver ta bort skräp och smuts, bl.a. genom spolning.
- Eftersom skenan är nedsänkt krävs en dränering med rör i vägkroppen från skenans botten ner i diket. Hur detta kommer att vara en robust konstruktion är osäkert. **Kan tillföra en kostnad att hålla kanalerna rena och fungerande.** Detta kan även på sikt påverka vägen bärighet.

Trafikstyrning/övervakning - servicenivå

- Utifrån utförd riskanalys för eRoad har en arbetsgrupp sammansatt av tekniska specialister, nationella samordnare inom teknikområdesgruppen från Underhåll samt resurser från Trafik. Arbetsgruppen har kommit fram till att följande trafikutrustning krävs för att få en trafikstyrning som behövs för att minimera de identifierade riskerna med eRoads tekniska lösning. Utrustningen som behövs är bommar, rött blinkande ljus (Wig-Wag), kamera, radar för incidentdetektering samt Variabel Meddelande Skylt (VMS) för information. Utrustningen är tillkommande på grund av elvägen och medför merkostnader under hela livscykeln både vid investering samt underhåll av densamma. **Bedöms medföra merkostnader på 20.000 kr/år, km.** I detta ingår enbart utrustning på/vid vägen.
- Viktigt är att förläggning av kablar m.m. sker på rätt ställe och djup i vägområdet för att undvika onödiga ökade kostnader.

Vintervägglass

- Det finns i dagsläget inget identifierat behov att ändra vintervägglass. **Ingen kostnadsökning.**

Snöröjning

- Snöröjning sker med vanliga plogbilar med en speciell släpsko som kopplas efter plogbilen. En viktig aspekt är hur fort plogbilen kan köra på grund av släpskon. Om det går för sakt kan det behövas TMA-skydd bakom plogbilen, vilket ökar kostnader avsevärt. **Det blir ökade kostnader för snöröjning, men detta måste undersökas ytterligare.**
- Alla skenor har inbyggd värmeslinga för borttagning av is i skenan.
- Isrivare System 2000 ska inte användas. Tester bör utföras.
- Vid utsättning av snöstör måste hänsyn tas till placering av anslutande kablar.

Halkbekämpning/friktion

- Vi vet i dagsläget inte om salt kan användas vid halkbekämpning. Enligt leverantören ska det fungera, men det är inte verifierat. **Osäker kostnad.**

Bärighet

- Nedfräsning av skena i väg påverkar bärigheten negativt.
- Det är av yttersta vikt att beläggningslagret bli tätt mot skenan för att undvika inträngning av vatten i väggroppen.
- Underlaget (bärlager, förstärkningslager) måste vara tillräckligt starkt så att inte olika sättningar uppstår på båda sidor om skenan.
- **Osäkert om bärighet/robusthet och tillkommande kostnader.**

Framkomlighet till matningsstation och styrsåkåp för service.

- Inget behov av parallellväg. Parkeringsfickor/servicefickor med 800 m mellanrum för att nå matningsstationer. Åtkomst kan lösas från fall till fall. Om möjligt kan befintliga parkeringsfickor och parallell infrastruktur nyttjas. Det är lätt elektronik och verktyg som hanteras.

Övrigt

- Generellt är en längsgående installation i vägbana mindre känslig för bearbetande verktyg som plogar, sopmaskiner m.m. än tvärgående installationer (övergångskonstruktioner vid broar och liknande).
- Att hålla själva skenan ren från påverkande smuts kräver dock nya verktyg och metoder. Ett särskilt fordon har tagits fram för ändamålet inom aktuell demonstrator.

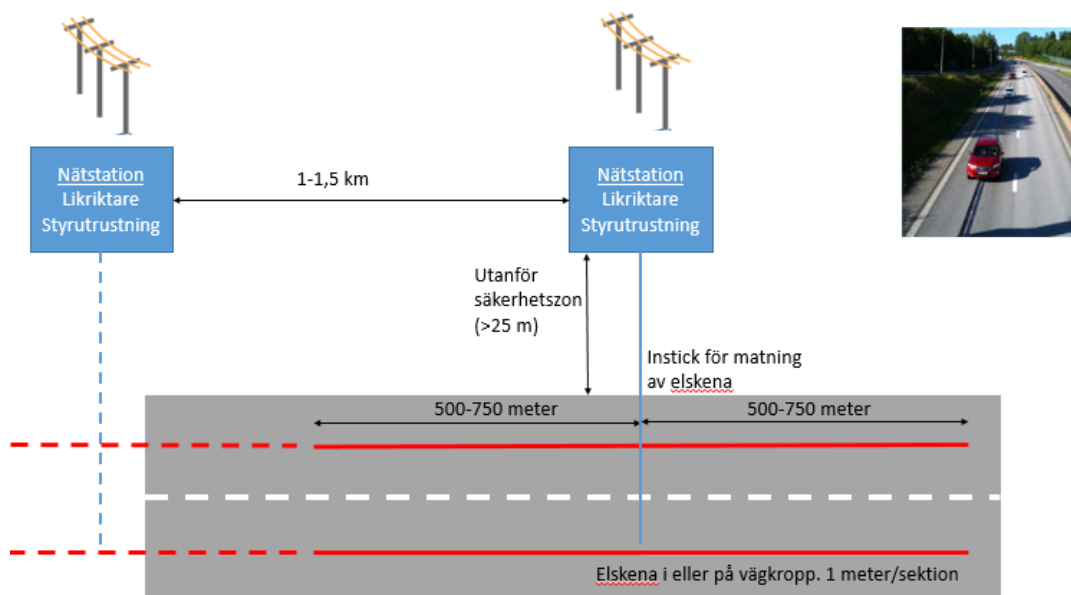
Evolution Road

Skena monterad på vägbana testad, 38 mm hög, 50 mm bred och med 10 graders lutning.
Skena nedfräst ej testad än.
Matningsstation kombinerat med styrsåkåp med 1-3 km mellanrum
Skyddsräcke behövs ej om matningsstation/styrsåkåp placeras > 10 m från väg, dvs utanför säkerhetszonen.
Inget behov av parallellväg. Åtkomst till matningsstation på annat sätt

En skena som är 38 mm hög kommer att påverka Trafiksäkerheten. Det bör regleras på vilka typer vägar och i vilka maxhastigheter denna teknik kan användas!

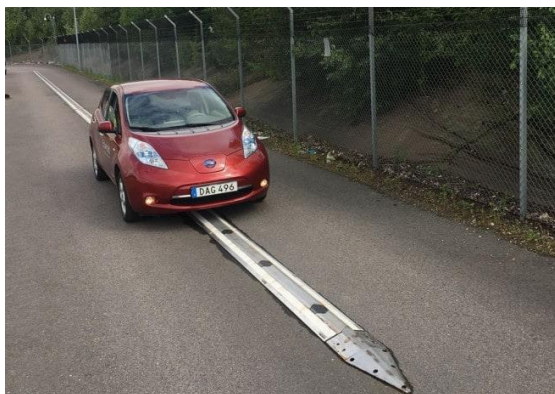
Beskrivning av tekniken

Evolution Road har två olika lösningar för elväg. Den första består av en elskena som monteras ovanpå vägbanan, se figur 10. Skenan är 38 mm hög, utformad som en triangel med 10 graders lutning, stående på 5 mm höga gummikuddar. Den andra versionen, som ännu inte har testats, består av en skena nedsänkt i vägbanan. Både den upphöjda och nedsänkta versionen ska uppfylla samma friktionskrav som vägen. Kontaktytorna ligger exponerade i skenans överkant. Både den positiva och negativa kontakten ligger i samma linje, separerade i 1 meters sektioner. Under fordonet sitter en energimottagare som automatiskt ansluter när elvägen har detekterats. Energimottagaren består av en mekanisk arm som kan röras i höjdlid. För den nedsänkta versionen behöver en energimottagare som även kan röras i sidled tas fram. Denna teknik har inga styrsåkåp placerade i vägområdet.



Den första tekniken, skena ovanpå vägbanan, demonstreras på allmän väg i Lund, Sverige under tidsperioden 2019-2022.

Systemet arbetar med en systemspänning av 600 V DC. Tillverkaren har angett att systemet kan överföra 240-300 kW. Elvägen är uppdelad i sektioner på 1 meter vilka styrs individuellt av teknik i skenan. Respektive sektion aktiveras enbart när ett fordon med rätt identitet passerar och stänger av när fordonet lämnat sektionen. Tekniken kan även användas för stationär laddning.



Från varje matningsstation kommer elvägen att matas ca 500 meter i vardera riktningen. Tillverkaren anger att de behöver tillgång till matningsstation 1-2 gång per år för inspektion och eventuell service, förutsatt att det inte sker oväntade problem.

Beläggningsunderhåll

- Att utföra beläggningsunderhåll på Evolution Roads teknik beror av vilken av de två alternativ som brukas. Den första, består av en skena som monteras ovanpå vägbanan. Skenan är ca 38 mm hög, utformad som en triangel. Den andra versionen, som ännu inte har testats, består av en skena nedsänkt i vägbanan, som dock kommer att ligga 5 mm över vägbanan. Krav på beläggningskanter, viten om de är för höga. Hur fungerar det med en ovanpåliggande skena?
- Lösningen innebär, på samma sätt som för eRoad, merkostnader i jämförelse med vanlig väg i och med att beläggningsunderhåll behöver utföras med en skena infräst (nedsänkt) i körbanan. Här är det oerhört viktigt att beläggningslagret bli tätt mot skenan för att undvika inträngning av vatten i vägkroppen.
- På samma sätt som för eRoad betyder tekniken ökade kostnader för UH, pga. att det idag inte finns maskiner för att kunna fräsa på ömse sidor om skenan. Det innebär ny maskinpark, alternativt långsamt utförande med dagens utrustning. Det medför mindre och sämre asfaltläggare som lägger tillbaka asfalten liksom risk för att packningen blir betydligt sämre. Här är det också väsentligt att ställa tydliga krav på skarvar, försegling av skarvar etc. Trolig kostnadsökning, ca 60-130kr/m² (fräsning och 90ABS 16). Det kan möjligen fungera att köra Tracpaving, men det innebär en stor risk för att elkablar i vägen skadas av den höga värmen.
- Alternativet är att man troligen måste riva upp skenan inkl. matning, vid varje beläggningsåtgärd. Var 7-12 år, beroende på vägtyp och ÅDT.
- Tvärgående kablar dras, med jämna mellanrum, från vägkanten för att kopplas till skenan. Det är oerhört viktigt att det arbetet utförs på rätt sätt då det annars kan leda till olika typer av fel i vägkonstruktionen som vatteninträngning, sämre bärighet, sprickbildning samt ojämnheter vilket i sin tur medför vibrationer i fordon.
- Det krävs också att underlaget (bärlager, förstärkningslager) är tillräckligt starkt för att inte olika sättningar ska uppträda på båda sidor om skenan. Ökad kostnad för beläggningsunderhåll uppskattas till **ca 140 000 kr/km, år.** (varav trafikantmerkostnader är ca 10 000 kr)
- Med en skena som monterats ovanpå beläggningsen uppstår andra frågor. Ska skenan demonteras vid beläggningsjobb och sedan läggas tillbaka? Vad ger det för kvalitet och kostnad?
- Den ökade kostnaden är beräknad på ett beläggningsintervall på 8 år, vilket är något kortare än det normala som ligger på 10-12 år. Intervallet kan dock påverkas av slitaget av markskenan. Om den måste bytas ut med kortare intervall kan det innebära att även beläggningsintervallet påverkas. Skenan

medför även att beläggning kommer långt in på körfält 2 (K2), alt helomläggning av K2, vilket ökar kostnaden avsevärt.

Slätter /röjning

- Matningsstation kombinerat med styrskep placeras med 1-3 km mellanrum. De kan placeras utanför säkerhetszonen (ca 10 m) vilket betyder att räcke ej krävs. Medför att slåttring och röjning ej påverkas. . **Ingen kostnadsökning.**

Avvattning

- I avvattning ingår dikesrensning, kantskärning, byte av och spolning av trummor för att säkerställa en bra avvattning av vägkroppen. El-vägen med kablar mm skapar många begränsande faktorer för denna verksamhet. Därför bör de sträckor som elektrifieras, få en avvattningsåtgärd innan installation, inklusive byte av trummor. På så sätt säkerställs de närmaste 20 åren. **Kommande åtgärder kommer däremot att vara betydligt besvärligare och sannolikt fördyras med 100-200%. Uppskattat till ca 5 000 kr/år, km.**

Trafikstyrning/övervakning - servicenivå

- Utifrån utförd riskanalys för Evolution Road har en arbetsgrupp sammansatt av tekniska specialister, nationella samordnare inom teknikområdesgruppen från Underhåll samt resurser från Trafik. Arbetsgruppen har kommit fram till att följande trafikutrustning krävs för att få en trafikstyrning som behövs för att minimera de identifierade riskerna med Evolution Road tekniska lösning. Utrustningen som behövs är bommar, rött blinkande ljus (Wig-Wag), kamera, radar för incidentdetektering samt Variabel Meddelande Skylt (VMS) för information. Utrustningen är tillkommande på grund av elvägen och medför merkostnader under hela livscykeln både vid investering samt underhåll av densamma. **Bedöms medföra merkostnader på 20.000 kr/år, km.** I detta ingår enbart utrustning på/vid vägen.
- Viktigt är att förläggning av kablar m.m. sker på rätt ställe och djup i vägområdet för att undvika onödiga ökade kostnader.

Vintervägklass

- Det finns i dagsläget inget identifierat behov att ändra vintervägklass. . **Ingen kostnadsökning.**

Snöröjning

- Ifall en ovanpåliggande skena används måste specialfordon användas. En viktig aspekt är hur fort plogbilen kan köra på grund av ny/annan snöröjningsteknik. Om det går för sakta kan det behövas TMA-skydd bakom plogbilen, vilket ökar kostnader avsevärt. Det blir ökade kostnader för snöröjning, men detta måste undersökas ytterligare.
- Vi vet i dagsläget inte ifall isrivning kan utföras.
- Nedsänkt skena är inte testad i dagsläget.

- Vid utsättning av snöstör måste hänsyn tas till placering av anslutande kablar.
- **Specialfordon/annan teknik för snöröjning är en osäker kostnad.**

Halkbekämpning/friktion

- Vi vet i dagsläget inte om salt kan användas vid halkbekämpning. Enligt leverantören ska det fungera, men det är inte verifierat. **Osäker kostnad.**

Bärighet

- En skena monterad ovanpå beläggningen bedöms inte påverka bärigheten.
- I det fall skenan fräses ned i beläggningen finns risk att bärigheten påverkas negativt. (på samma sätt som eRoad) Framförallt måste beläggningslagret bli tätt mot skenan för att undvika inträngning av vatten i väggkroppen. Underlaget (bärlager, förstärkningslager) måste vara nog starkt så att inte olika sättningar fås på båda sidor om skenan.
- **Osäkert om bärighet/robusthet och tillkommande kostnader ifall nedfräst skena används.**

Framkomlighet till matningsstation och styrskåp för service.

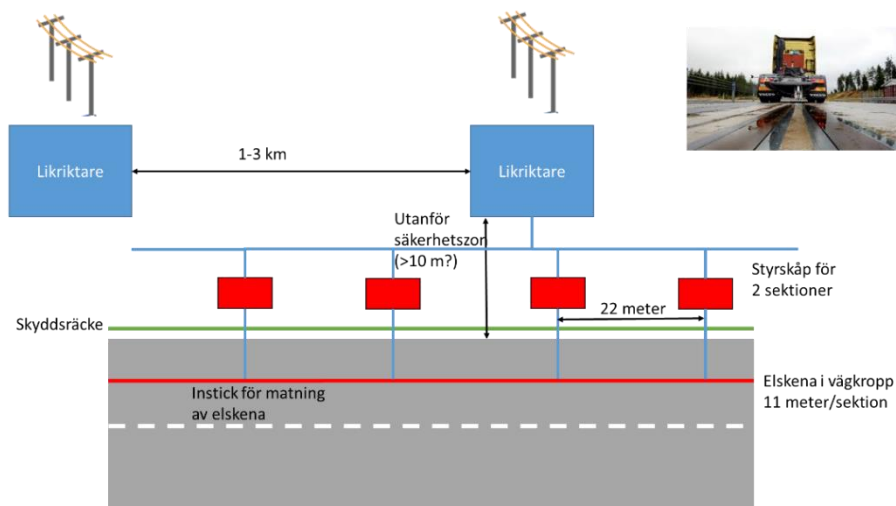
- Inget behov av parallellväg. Det som kräver service är matningsstationerna som placeras med 1-3 km mellanrum. Åtkomst kan lösas från fall till fall. Om möjligt kan befintliga parkeringsfickor och parallell infrastruktur nyttjas.

Alstom APS

Skena nedsänkt i vägen
Elskåp i nära eller i vägområde med 22 m mellanrum
Skyddsräcke behövs ej om styrskåp placeras utanför säkerhetszon

Beskrivning av tekniken

Alstom APS road består av en elskena nedsänkt i vägbanan. Skenas övre del ligger i plan med vägytan och ska uppfylla samma friktionskrav som vägen. Kontaktytorna ligger exponerade i skenas överkant med ca 15 cm mellanrum. Under fordonet sitter en energimottagare som automatiskt ansluter när elvägen har detekterats. Energimottagaren består av en mekanisk arm som kan röras både i höjd- och sidled. Utanför vägbanan placeras elskåp ovan mark för styrning av elmatningen till vägen. Dessa placeras i vägens närområde, vilket kommer kräva vägräcke, med 22 meters mellanrum.



Det finns ingen demonstrationsanläggning på allmän väg i dagsläget. Däremot finns en testanläggning på inhägnat område i Göteborg. Systemet arbetar med en systemspänning mellan 600 och 750 V DC. Tillverkaren har angett att systemet kan överföra mer än 1 MW per km. Elvägen är uppdelad i sektioner på 11 meter vilka styrs individuellt från ett av elskåpen vid sidan av vägen. Varje elskåp är kopplat till två individuella sektioner. Respektive sektion aktiveras enbart när ett fordon med rätt identitet passerar och stänger av när fordonet lämnat sektionen eller efter en förbestämd maxtid. Vid låga hastigheter aktiveras inte sektionen.

Denna teknik har i dagsläget ingen planerad demoanläggning på allmän väg i Sverige. Detta betyder att tekniken inte kommer att kunna verifieras i, för Sverige, operationella förhållanden. Därav görs ingen bedömning av drift och underhåll och dess tillhörande kostnader i dagsläget. Enligt Alstom själva fungerar inte tekniken i kombination med vägsalt.

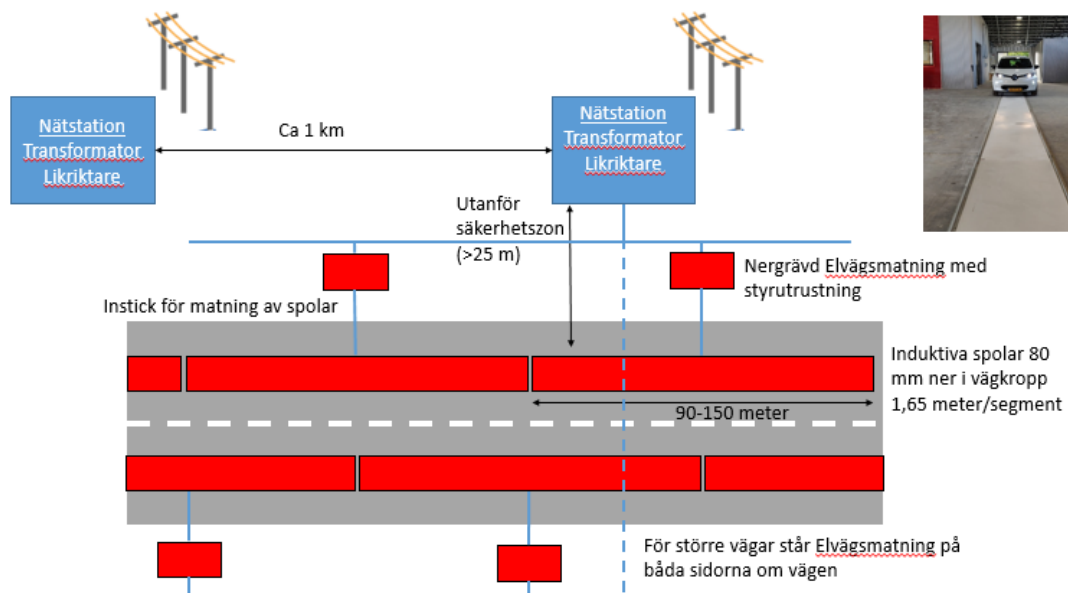
Electreon

Induktiv teknik med spolar 8 cm under beläggningsytan
Elskåp nära eller i vägområde med 100 m mellanrum, 45 m ifall båda körriktningar elektrifieras.
Skyddsräcke behövs ej. Alla elskåp grävs ned.
Åtkomst för service av elskåp kommer att ske med fyrhjuling eller på annat liknande sätt. Därmed finns inget behov av servicefickor eller parallellvägar.

Beskrivning av tekniken

Den induktiva teknik som Electreon utvecklar består av spolar under vägen. Spolarnas övre del ligger 8 cm under vägytan. Under fordonet sitter en eller flera energimottagare som automatiskt ansluter när elvägen har detekterats. Energimottagaren är fast monterad och innehåller inga rörliga delar.

Utanför vägbanan placeras skåp under mark för styrning av elmatningen till vägen. Styrskåpen placeras i vägens närområde med ca 90 meters mellanrum. Skåpen kan placeras upp till 8 meter från vägbanan. Det är möjligt att tillverka längre sektioner så att styrskåp placeras med upp till 150 meters mellanrum. Om vägen ska elektrifieras i båda körriktningarna kommer avståndet mellan styrskåp att halveras. Styrskåpen installeras då endast på ena sidan av vägen, där transformatorn (i figuren angiven som "likriktare") är placerad.



Schematisk bild över Electreon elväg enligt den princip som utgör demo vid Visby

Det finns en demonstrationsanläggning på allmän väg i Visby på Gotland. Systemet arbetar med en systemspänning av 400 V AC och 83-87 kHz. Tillverkaren har angett att systemet kan överföra 25-30 kW per spole. Spolarna är ca 75 cm stora och aktiveras individuell när ett fordon med korrekt identitet befinner sig över spolen och stängs av när fordonet lämnat spolen.

Tillverkaren anger att de behöver tillgång till styrsåp mindre än en gång per år för service, förutsatt att det inte sker oväntade problem.

Tekniken demonstreras på allmän väg Visby, Sverige under tidsperioden 2019-2022 inom Trafikverkets förkommersiella upphandling "Breddat kunskapsunderlag elväg".

Beläggningsunderhåll

- Att spolar ligger 8 cm under beläggningen medför att UH-kostnaderna troligen inte ökar för beläggningsunderhållet, förutsatt att installationen är på rätt djup med bra vidhäftning mellan utrustning och beläggning, så risk för släppor elimineras.
- Tvärgående kablar dras, med jämna mellanrum, från vägkanten för att kopplas till skenan. Det är oerhört viktigt att det utförs på rätt sätt då det annars kan leda till olika typer av fel i vägkonstruktionen som vatteninträngning, sämre bärighet, sprickbildning samt ojämnheter vilket, i sin tur, medför vibrationer i fordon.
- En induktiv lösning som ligger på ett djup av 8 cm, kan fräsas och läggas utan större påverkan. Kanske de t.o.m. klarar remixing/repaving, med uppvärmning. En induktiv lösning genererar troligen inga kostnadsökningar alls.
- Det är av avsevärd vikt med god vidhäftning mellan den induktiva utrustningen och den ovanpåliggande beläggningen för att eliminera "släpp".
- Spolarna tål varm asfalt. Däremot måste kablarna skyddas från värme vilket sker med hjälp av ett skyddslager av betong på kablarna.
- Det stora antalet kablar som fräses ned i vägen gör vägytan ojämn. Därför är det också viktigt att infräsningar beläggs i samma höjd som omgivande asfalt. För att undvika ojämnheter läggs en ny beläggning på hela körfältsbredden. Ökad kostnad för beläggningsunderhåll uppskattas till **ca 10 000 kr/km, år**. (inkl. trafikantmerkostnader)

Slåtter /röjning

- Elskåp placeras med 45 m mellanrum. Styrskåp grävs ned vilket medför att slåtter/röjning påverkas marginellt. **Ingen kostnadsökning.**

Avvattning

- I avvattning ingår dikesrensning, kantskärning, byte av och spolning av trummor för att säkerställa en bra avvattning av vägkroppen. El-vägen med kablar mm skapar många begränsande faktorer för denna verksamhet. Därför bör de sträckor som elektrifieras, få en avvattningsåtgärd innan installation, inklusive byte av trummor. På så sätt säkerställs de närmaste 20 åren.

Kommande åtgärder kommer däremot att vara betydligt besvärligare och sannolikt fördyras med 100-200%. Uppskattat till ca 5 000 kr/år, km.

Trafikstyrning/övervakning - servicenivå

- Utifrån utförd riskanalys för Electreon har en arbetsgrupp sammansatt av tekniska specialister, nationella samordnare inom teknikområdesgruppen från Underhåll samt resurser från Trafik. Arbetsgruppen har kommit fram till att följande trafikutrustning krävs för att få en trafikstyrning som behövs för att minimera de identifierade riskerna med Electreons tekniska lösning. Utrustningen som behövs Variabel Meddelande Skylt (VMS) för information. Utrustningen är tillkommande på grund av elvägen och medför merkostnader under hela livscykeln både vid investering samt underhåll av densamma. **Bedöms medföra merkostnader på 5.000 kr/år, km.** I detta ingår enbart utrustning på/vid vägen.
- Viktigt är att förläggning av kablar m.m. sker på rätt ställe och djup i vägområdet för att undvika onödiga ökade kostnader.

Vintervägklass

- Det finns i dagsläget inget identifierat behov att ändra vintervägklass. **Ingen kostnadsökning.**

Snöröjning

- Snöröjning bedöms inte påverkas. **Ingen kostnadsökning.**
- Vid utsättning av snöstör måste hänsyn tas till placering av anslutande kablar.

Halkbekämpning/friktion

- Ingen påverkan. **Ingen kostnadsökning.**

Borttagande av snö och is från anläggningskomponenter

- Inget behov bedöms finnas. **Ingen kostnadsökning.**

Bärighet

- Genom en korrekt dimensionering innan byggnation kommer bärigheten inte att påverka vägen i någon större omfattning. **Ingen kostnadsökning.**

Framkomlighet till matningsstation och styrskåp för service

- Parallellvägar för underhåll och service av styrskåp behövs ej enl. Electreon. Åtkomst till service kan lösas på annat sätt (såsom ATV, till fots...). Styrskåp placeras utanför säkerhetszon >10 m?? Skåpen grävs ned.

Aspekter som kan påverka drift och underhåll och tillhörande kostnader

Införande av ny teknik och anordningar i vägområdet medför att drift- och underhåll av anläggningen kan behöva utföras med nya metoder och med andra typer av maskiner och utrustning. Dessutom uppkommer funderingar som omfattar säkerhet, arbetsmiljö, upphandlingar, innehåll i kontrakt för basunderhåll mm. Det uppstår således ett antal frågor som måste besvaras som listas nedan. Dessa kommer allt eftersom att arbetas in i rapporten. En del har aspekter och frågor har behandlats under respektive teknik i kapitlen ovan.

Allmänt

- Hur utformar vi tydliga ansvarsområden för att skapa säkra och hållbara elvägar? Kommer det att krävas en underhållsentreprenör som har det övergripande ansvaret för både elvägen och vägen som helhet, eftersom dessa två koncept måste fungera i samklang med varandra för att kunna upprätthålla säkra och varaktiga vägar även i framtiden. Eller ska flera aktörer vara inblandade, en som ansvarar för elanläggningen och en för vägen?
- Basunderhållskontrakt – kommer de att påverkas till följd av införande av olika elvägstekniker? Vad kommer införande att innebära för utformning, innehåll och upphandling av BAS kontrakten? Basunderhållet omfattar den dagliga skötseln av väganläggningarna, och utförs till största delen inom kontraktsområden som tillsammans täcker hela det statliga vägnätet. Ungefär hälften av basunderhållet och 20 procent av den totala underhållsverksamheten utgörs av vinterväghållning såsom snöröjning och halkbekämpning. Basunderhållet består också bland annat av lagning av hål och sprickor i vägytan, slåttring, avvattning osv.
- Elvägens teknik måste in i Underhålls process för nya artiklar, för att vi ska kunna upphandla avtal och tillhandahålla reservdelar till entreprenörer för underhåll som vi gör på järnvägen. Dessa reservdelar behöver finnas tillgängliga att beställa, troligen av eller genom våra avtal. Den tekniska specifikationen bör skrivas som ett ramverk för kvalitet, teknik, elkraftsöverföring, robusthet, ev. lagerhållning, och planering för ev. lagerhållning eller ej, ev. reservdelars lagerhållning på Materialservice och liknande.

Beläggningsunderhåll

- Finns det risk för att fordon kör i samma spår, vilket medför snabbare spårdjupsutveckling? Bedömningen är att våra körfält så smala, så har vi troligen mer eller mindre "maximal spårutveckling" redan
- Kan beläggningsunderhåll genomföras med konventionell teknik eller kommer det att behöva utvecklas andra typer av maskiner och metoder?
- Lösningar med utrustning några centimetrar under beläggningen, hur får vidhäftning mellan utrustning och beläggning? Risk för släppor?

- Finns det nog med plats i höjdlid att använda "vanliga" maskiner när utrymmet uppåt begränsas av luftledning. (5,15 m)?
- En skena infräst i vägbanan kan medföra att vatten tränger in under beläggning och in underliggande lager i väggroppen. Kan orsaka problem med beläggningens hållfasthet och vägens bärighet. Särskilt frostsprängningar/tjäle bör beaktas.
- Ökade kostnader för belägningsunderhåll, befaras bero på att idag inte finns tillräckliga maskiner för att kunna fräsa på ömse sidor om skenan. Det innebär ny maskinpark eller långsamt utförande, med dagens maskinpark. Vidare blir det mindre och sämre asfaltläggare, som lägger tillbaka asfalten. Likaså packningen riskerar att bli betydligt sämre. Viktigt att ställa krav på skarvar, försegling av skarvar etc.
- Skenor där något ska ner i någon form av spår riskerar ju att sättas igen av både smuts från trafik samt från underhållsarbete såsom fräsning och asfalt (samma som vid broskarvar, kanske inte lämpligt här med ett T-järn att lägga i spåret när vi har med ström att göra även om dom borde vara strömfria vid underhållsarbeten.)
- Vilka utmaningar finns vid beläggning av induktiv teknik? En induktiv lösning som ligger på ett djup av ca 8 cm, kan fräsas och läggas utan större påverkan. Där är djupet oerhört viktigt för att förhindra deformationer. Tekniken kanske klarar av remixing/repaving, med uppvärmning. En induktiv lösning genererar troligen inga kostnadsökningar alls, så länge deformationer kan undvikas. Det är dock viktigt att tillräcklig vidhäftning mellan den induktiva utrustningen och ovanpåliggande beläggning uppnås. Vid induktiv lösning och bärighetsproblem, hur kan man göra någon åtgärd på djupet? Lägga mer uppåt?
- Kommer vägen att bli varmare i samband med energiöverföringen i induktiv teknik och kommer det att påverka vägens egenskaper?
- Betong används i installationer av spolar vid induktiv teknik. Kan detta medföra att problem uppstår i vägens hållfasthet till följd av materialens (betong/asfalt/grus...) olika egenskaper vid t.ex. töjning på grund av temperaturvariationer, trafikbelastning etc.
- Hur mycket kostsammare är det att belägga en väg med en skena mitt i körbanan?
- Innebär belägningsarbete på elvägs-sträckor större och längre avstängningar av vägen vilket påverkar bl.a. tillgänglighet? Detta beror på vilken vägtyp samt elvägsteknik som avses. Med skena kommer troligen avstängningstider kommer bli längre, en mindre maskin som går på ömse sidor om skenan får ju gå två vändor, alternativt dubbla maskiner=kostnadsdrivande
- Tillkommer det högre krav på jämnhet i längsled/tvärled för de olika teknikerna? Kraven är detsamma för alla vägar, men beroende på lösning och Elvägens utformning kan det komma att bli fler sårbara punkter, allt fler längsgående skarvar. Exempelvis infräsning av kablar tvärs vägbanan, kommer att göra vägytan ojämn. Det är också viktigt att infräsningar beläggs i samma höjd som omgivande asfalt. Om denna inte hamnar på samma nivå medför det

ojämnheter och sämre komfort för trafikanterna. Teknik med luftledning berörs inte av detta.

Slätter /röjning

- Kan slätter- och röjningsarbete utföras på traditionellt sätt? Det blir ju beroende på teknisk lösning, olika många fasta hinder som ska rundas, och kanske handröjas, vilket är kostnadsdrivande. Det gäller antalet stolpar, räcken, elskåp, styrsåp mm.
- En helt annan kravställning på underhållspersonal för arbete i närheten av strömförande anläggningar.

Avvattning

- I avvattning ingår dikesrensning, kantskärning, spolning av trummor för att säkerställa en bra avvattning av väggroppen. Kan dessa moment utföras på normalt sätt?
- Finns det risker med uppdämning av vatten på vägen då teknik med skenor i vägen används?
- Då alla typer av elvägar kommer att skapa många begränsande faktorer för denna verksamhet, bör de sträckor som elektrifieras, få en avvattningsåtgärd innan, inkl. byte av trummor. Då kablar, skåp, stationer, stolpar, räcken och annan utrustning är en del av El-vägen och som kraftigt påverkar framdrift, och möjlighet till avvattning, så ska detta utföras innan installation. Då har vi i alla fall säkrat de närmaste 20 åren till en större åtgärd, kantskärning ca 10 år. Nästa åtgärd kommer att vara betydligt besvärligare och dyrare. Avvattning kommer även att ta mycket längre tid vilket innebär störningar i trafiken.
- Det är viktigt att all kablage förläggs på rätt djup, för att minimera risker för skador på kablage och annat vid åtgärder. Redan idag är det problem vid underhåll av diken eftersom både starkströmskablar och fiberkablar i vissa fall ligger på felaktiga djup.
- Om dräneringsrör används för vissa tekniker för att leda bort vatten, kan dessa slammas igen och hur håller man dem rena från smuts, skräp, löv mm.?

Anläggningar, installationer och ITS

- Vilken servicenivå kommer att behövas för trafikledning och övervakning, samt drift- och underhåll av tillkommande övervaknings och trafikstyrnings utrustning (kameror, detektorer, informationstavlor, avstängningsbommar...)
- En ekonomisk fördel kan vinnas ifall utrustning för Elväg samt ITS utrustning samlokaliseras exempelvis cirka var 400 meter för att minimera antal servicefickor samt att minimera synpåverkan av utrustning.
- Den nya anläggningen och dess komponenter, såsom stolpar för luftledning, elskåp mm kan behöva skyddas, vilket kräver skyddsräcken.
- Kan styrsåp/elsåp monteras i brunnar för att kunna ha dessa nära vägen, dvs inom vägområdet? Att gräva ned utrustningen är en arbetsmiljö – och säkerhetsfråga, dels för att skydda trafikanter och servicepersonal vid avåknings och hindra att elväg utrustning förstörs.

Parallellvägar

- Finns det ett behov av parallellvägar för service av styrsåk/elsåk? Motiv till att använda sig av parallellvägar är flera. Dels kan dessa behövas för att kunna utföra service av elsåk/styrsåk som placerats utanför säkerhetszonen. Det är både en fråga om säkerhet och arbetsmiljö.
- Att placera anläggningsdelar utanför säkerhetszonen är också en kostnadsfråga eftersom behovet av vägräcken minskar, vilket är kostnadsdrivande. Det är dessutom viktigt att kunna utföra service och underhåll effektivt och säkert samtidigt utan att störa trafiken. Det innebär att minimera avstängning av körfält vid service och reparationer av elvägs utrustning. Användandet av APV-fordon är dessutom en kostnadsfråga.
- Samtidigt innebär parallellvägar att ny mark kan behöva tas i anspråk. Kan därav innebära att Vägplaner inte är genomförbara eller försenas som en följd av överklaganden.
- Vid gynnsamma förhållanden finns det ett utbyggt parallellvägnät, av t.ex. omledningsvägar, ägovägar osv.
- Vilken typ av åtkomst behövs till elsåk/styrsåk mm? Vilken typ av fordon behöver man access med? Räcker det med mindre fordon typ mindre servicebil eller kan t.o.m. terrängfordon användas, typ 4-hjuling? Det kanske räcker med en mindre väg, exempelvis gång- och cykelväg.
- Behövs samma access sommar och vintertid?
- Man bör överväga ifall det finns behov av gång- och cykelväg parallellt med elvägen. Denna kan då fungera både som serviceväg och GC.

Vägens sidoområde behöver utformas så att risken för svåra personskador vid avkörningsolyckor förebyggs. Normalt ska det finnas en så kallad säkerhetszon längs vägen, en zon med jämnt underlag, flack lutning och fri från oeftergivliga hinder (högre än 0,1 m ovan marknivån), stup och djupt vatten ($\geq 0,5$ m).

VR	Sidoområdesutformning	Säkerhetszon (fritt till oeftergivliga hinder). Mått från vägbanekant. Avser sträckor utan vägräcke.
80	Flack släntutformning (lutning $\leq 1:4$) eller räcke	ADT-Dim > 8000: 8 m ADT-Dim 2000-8000: 7 m ADT-Dim 1000-2000: 6 m ADT-Dim <1000: 5 m
60	Släntlutning 1:3 eller räcke	3 m
40	Släntlutning 1:3 eller räcke	2 m

Sidoområdesutformning för övergripande huvudväg/tätortsgenomfart.

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/12046/RelatedFiles/2015_086_krav_for_vagars_och_gators_utformning.pdf

- Viktigt att undersöka är om säkerhetszonen (>10 m) hamnar innanför befintligt vägområde. Ifall vägområdet är "för smalt" kan elskåp/styrskåp mm hamna utanför vägområdet om krav ställs att skåp ska stå utanför säkerhetszonen. Detta innebär att mer mark måste tas i anspråk, genom frivillig vägrätt eller vägplan.
- En annan aspekt att ta hänsyn till är viltstängsel. Dessa kan mycket väl vara på samma avstånd som elskåp/styrskåp. Eventuellt måste dessa flyttas för att anpassas till elvägutrustning.

Arbetsmiljö

- Det är viktigt att utreda och fastställa hur inspektioner av anläggningen för att lokalisera skador, uppstickande föremål, fastkilade föremål, sabotage eller annan typ av avvikelse som kan endera påverka anläggningens funktion eller kunna innebära en risk för passerande personer och fordon ska utföras.
- Montage av elskåp/styrskåp i brunnar har diskuterats. Ifall brunnar används måste frågor såsom risk för försämrade arbetsmiljö, servicetillgänglighet och inläckage av vatten utredas ytterligare.

Vintervägklass

- Vägens vinterklass avgör hur snabbt den ska bli plogad och om den ska vara snöfri eller inte efter snöfall. Finns det anledning att klassa upp vägen till följd av högre krav pga. egenskaperna hos vissa typer av elvägar?

Snöröjning

- Kan åtgärdsstider för snöröjning eller halkbekämpning behöva skärpas för att elvägen ska klara säkerhetskrav och/eller bibehålla en hög verkningsgrad?
- Kommer specialanpassade maskiner att behöva användas?
- Kan en Elväganläggning hållas i drift i Norra Sverige där det vintertid kan variera mellan 0 och -35 grader? Klarar alla studerade tekniker ett hårdare klimat?

Halkbekämpning/friktion

- Kan salt användas med skena i vägen? Om inte, hur ska friktion uppnås för att bibehålla trafiksäkerhet och framkomlighet?
- Friktion samt nivåskillnader är en utmaning för våra trafikanter att hantera. Vi har krav idag på 4mm. Friktion, Väg bana och cykelbana ska utföras så att medelvärdet av friktionstalet på en sträcka av 20 m inte understiger 0,50 bestämt enligt Bestämning av friktion på belagd väg, TDOK 2014:0134.
- Allmänt med skenor, efter slitage hur blir friktionen? Brojärn blir ganska släta efter nötning men dom ligger tvärs vägen. Här ligger dom ju längs vägen vilket kan bli halkigt främst för MC-förare, vilket framförallt är ett problem i kurvor, där bra friktion behövs.

- Vilken livslängd kan man räkna med för metallskenor i vägen med tanke på nötning, salt (korrosion)? Vilken underhållskostnad blir på dessa "slitdelar"?
- Kommer vägen att bli varmare i samband med energiöverföringen i induktiv teknik och kommer det att påverka friktion vintertid? Kommer det därmed uppstå olika friktionstal ovanför installerade spolar och omgivande frusen vägbana?

Borttagande av snö och is från Elväganläggningskomponenter

- Kommer specialanpassade maskiner att behöva användas, exempelvis med Siemens lösning?
- Serviceplatser måste snöröjas – till vilken merkostnad?

Underhåll av byggnadsverk

- Drift och underhåll av Trafikplatser, broar, tunnlar och andra byggnadsverk, kommer det att påverkas?
- Viktigt att åtkomst till befintliga portaler fungerar även med Elväg

Kompetens och behörighet

- Kommer det krävas särskilda behörigheter, t.ex. El-behörighet/Elsäkerhetslära eller annan kompetens hos TrV personal, projektledare, entreprenörer för att kunna utföra underhåll/drift på en Elväg?
- Vid vilka tillfällen kommer krav behöva ställas på att Elvägen är strömlös för att underhållsåtgärder skall kunna ske säkert, (elsäkerhet)? Krav på ESA med Eldriftansvarig/kopplingsansvarig mm.
- Hur planläggs och informeras dessa arbeten om till brukaren av elvägsfordon? Viktigt att kommunikationsplan upprättas mellan ägare och brukare.

Bärighet

- Kommer bärigheten att påverkas när en skena fräses ner i vägen? Här är vi osäkra på hur vägen kommer att påverkas. Beroende på hur djupt skenans konstruktion är, men vägens konstruktion måste vara stark.
- Hur känslig är utrustningarna för sättningar, rörelser i vägkroppen beroende på tjälrörelser eller bärighetsproblem. Kan bli betydligt mycket dyrare vägkroppar som krävs än vad vi bygger idag.
- Kommer bärighet att påverkas om man använder induktiv teknik och gräver ner spolar på ca 8 cm djup.

Bedömda merkostnader

De olika teknikerna medför olika förutsättningar att kunna utföra traditionellt underhåll av vägen. Det medför därmed olika kostnadsökningar för de olika teknikerna.

Tabellen nedan är sammanställning av merkostnader på övergripande nivå för respektive teknik.

Många av de kostnadsuppskattningarna är just uppskattningar och bygger på erfarenheter och resonemang som utgår från hur vägunderhåll fungerar idag. De ska ge en fingervisning om vilka utmaningar som måste lösas och ungefär hur stora kostnadsökningar man kan förvänta sig.

	Siemens eHighway	eRoad	Evolution Road	Electreon
Beläggning UH	17 000 kr	140 000 kr	140 000 kr	10 000 kr
Slätter/röjning	5 000 kr	0 kr	0 kr	0 kr
Avvattning	5 000 kr	*5 000 kr	5 000 kr	5 000 kr
Snöröjning	5 000 kr	*500 kr	*500 kr	0 kr
Halkbekämpning	0 kr	*0 kr	*0 kr	0 kr
Räcken	70 000 kr	0 kr	0 kr	0 kr
Trafikstyrning /övervakning	20000	20000	20000	5 000 kr
Σ	122 000 kr	165 500 kr	165 500 kr	20 000 kr

Sammanställning av merkostnader för drift och underhåll i kr/km, år, riktning

* Osäker kostnad

Fortsatt arbete

Områden/frågor där fördjupning/klargörande/utredning krävs

Allmänt

- Drift och underhåll av Trafikplatser, broar, tunnlar och andra byggnadsverk, kommer det att påverkas av olika tekniker?
- Kostnader för drift och underhåll av olika elvägars komponenter.
- Underhållskostnader för parallellvägar och servicefickor, beroende av vilken teknik som ska tillämpas.

Siemens eHighway

- Kommer specialanpassade maskiner att behöva användas vid borttagande av snö och is?

eRoad

- Kostnader för snöröjning
- Om dräneringsrör används för vissa tekniker för att leda bort vatten, kan dessa slamma igen och hur håller man dem rena från smuts, skräp, löv mm.?
- Kan salt användas med skena i vägen? Om inte, hur ska friktion uppnås för att bibehålla trafiksäkerhet och framkomlighet?
- Kommer bärigheten att påverkas när en skena fräses ner i vägen? Osäkerhet hur vägen kommer att påverkas.
- Vilken livslängd kan man räkna med för metallskenor i vägen med tanke på nötning, salt (korrosion)? Påverkar beläggningsunderhållet och dess livscykel.
- Hur känslig är utrustningarna för sättningar, rörelser i vägkroppen beroende på tjälrörelser eller bärighetsproblem. Kan bli betydligt mycket dyrare vägkroppar än vad vi bygger idag.

Evolution road

- Elonroad - En skena som är 38 mm hög kommer att påverka Trafiksäkerheten. Det bör tas beslut om på vilka typer vägar och i vilka maxhastigheter detta kan användas!
- Kan salt användas med skena i vägen? Om inte, hur ska friktion uppnås för att bibehålla trafiksäkerhet och framkomlighet?
- Vilken livslängd kan man räkna med för metallskenor i vägen med tanke på nötning, salt (korrosion)? Påverkar beläggningsunderhållet och dess livscykel.
- Kostnader för snöröjning
- Hur känslig är utrustningarna för sättningar, rörelser i vägkroppen beroende på tjälrörelser eller bärighetsproblem. Kan bli betydligt mycket dyrare vägkroppar än vad vi bygger idag.

- Hur påverkas avvattning med en skena på vägen? Även om den monteras på 5 mm höga kuddar så kan dessa sättas igen av smuts. Då kommer skenan att vara en effektiv barriär för att få en fungerande vattenavrinning med risk för vattenplaning som följd.
- Hur säkert kommer dessa skenar att vara förankrade? Om något skulle haka i skenan eller stöta den i sidled, vad kan hända då?

Electreon

- Lösningar med utrustning några centimetrar under beläggningen, hur får vidhäftning mellan utrustning och beläggning? Finns det risk för släppor?
- Kommer vägen att bli varmare i samband med energiöverföringen i induktiv teknik och kommer det att påverka vägens egenskaper?
- Betong används i installationer av spolar vid induktiv teknik. Kan detta medföra att problem uppstår i vägens hållfasthet till följd av materialens (betong/asfalt/grus...) olika egenskaper vid t.ex. töjning på grund av temperaturvariationer, trafikbelastning etc.
- Hur känslig är utrustningarna för sättningar, rörelser i vägkroppen beroende på tjälrörelser eller bärighetsproblem. Kan bli betydligt mycket dyrare vägkroppar än vad vi bygger idag.
- Styrskåp/elskåp monteras i brunnar för att kunna ha dessa nära vägen, dvs inom vägområdet? Att gräva ned utrustningen är en arbetsmiljö – och säkerhetsfråga, dels för att skydda trafikanter och servicepersonal vid avåknings och hindra att Elväg utrustning förstörs.

Aspekter som kan påverka krav och regelverk

- Kommer det krävas särskilda behörigheter, t.ex. El-behörighet/Elsäkerhetslära eller annan kompetens hos TrV personal, projektledare, entreprenörer för att kunna utföra underhåll/drift på en Elväg? Krävs ”nya” utbildningar för arbete på väg med elsäkerhetslära, jfr. kompetenskrav för att jobba på järnväg. Arbete på spår med regelverket Arbete På Väg, Arbete på väg som behöver revideras för Elväg. Det är en helt annan kravställning på underhållspersonal för arbete i närheten av strömförande anläggningar.
- Hur utformar vi tydliga ansvarsområden för att skapa säkra och hållbara elvägar? Kommer det att krävas en underhållsentreprenör som har det övergripande ansvaret för både elvägen och vägen som helhet, eftersom dessa två koncept måste fungera i samklang med varandra för att kunna upprätthålla säkra och varaktiga vägar även i framtiden. Eller ska flera aktörer vara inblandade, en som ansvarar för elanläggningen och en för vägen?
- Basunderhållskontrakt – kommer de att påverkas till följd av införande av olika elvägstekniker? Vad kommer införande att innebära för utformning, innehåll och upphandling av BAS kontrakten? Basunderhållet omfattar den dagliga skötseln av väganläggningarna, och utförs till största delen inom kontraktsområden som tillsammans täcker hela det statliga vägnätet. Ungefär hälften av basunderhållet och 20 procent av den totala underhållsverksamheten utgörs av vinterväghållning såsom snöröjning och

halkbekämpning. Basunderhållet består också bland annat av lagning av hål och sprickor i vägytan, slåttring, avvattning osv.

- Ska elvägens teknik in i Underhålls process för nya artiklar. För att vi ska kunna upphandla avtal och tillhandahålla reservdelar till entreprenörer för underhåll som vi gör på järnvägen. För dessa reservdelar behöver finnas tillgängliga att beställa, troligen av eller genom våra avtal. Den tekniska specifikationen bör skrivas mer som ett ramverk för kvalitet, teknik, elkraftsöverföring, robusthet, ev. lagerhållning, och planering för ev. lagerhållning eller ej, ev. reservdelars lagerhållning på Materialservice och liknande.
- Det är viktigt att utreda och fastställa hur inspektioner av anläggningen ska utföras, för att lokalisera skador, uppstickande föremål, fastkilade föremål, sabotage eller annan typ av avvikelse som kan endera påverka anläggningens funktion eller kunna innebära en risk för passerande personer och fordon ska utföras.
- Vid vilka tillfällen kommer krav behöva ställas på att Elvägen är strömlös för att underhållsåtgärder skall kunna ske säkert, (elsäkerhet)? Krav på ESA med Eldriftansvarig/kopplingsansvarig mm.
- Krav på varselkläder. I regelverket APV står det om krav på varselkläder, men kravet är på riskklass och gäller synlighet på väg i dis och mörker, d.v.s. fluorescerande tyg och reflexyta. Det behöver bli krav i APV på skyddskläder för synlighet men även mot flamma, hetta och ljusbåge när det är Elväg, jfr med regler för arbete med el på järnväg.
- Hur planläggs och informeras dessa arbeten om till brukaren av elvägsfordon? Viktigt att kommunikationsplan upprättas mellan ägare och brukare.
- Montage av elskåp/styrskåp i brunnar har diskuterats. Ifall brunnar används måste frågor såsom risk för försämrad arbetsmiljö, servicetillgänglighet och inläckage av vatten utredas ytterligare.
- Översyn av gällande regelverk. Analys om det behövs anpassningar av gällande regelverk.

