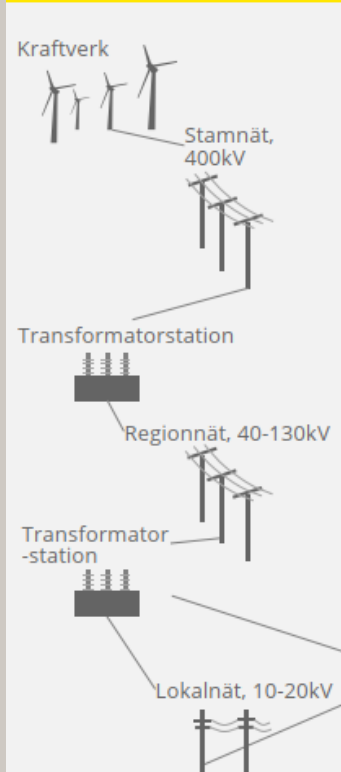
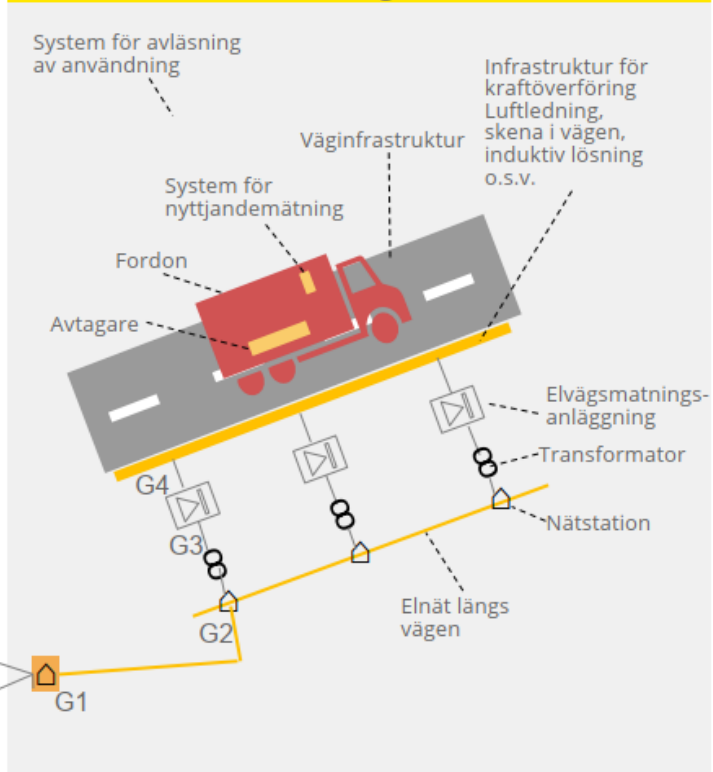


RAPPORT
UHte 19-173
Elnät längs vägen

Kostnadsuppskattning


Elnätsinfrastruktur

Elväg


Sammanfattning.

Inför en eventuell bred utrullning av elvägar i Sverige behövs det bl.a. en uppskattning av kostnaderna för att etablera ett elnät längs med vägen som elvägssystemet kan få sin kraftförsörjning ifrån. Den kostnaden finns inte uppskattad tidigare och därför görs det i den här rapporten ett försök till det. Elnätet längs med vägen är i kostnadsuppskattningen tänkt att i största möjliga mån installeras inom vägområdet – åtminstone i delen ledningen, kabelanläggningen. Det finns osäkerheter i kostnadsuppskattningen. En är vilka markförhållanden som gäller för förläggningen av kabelanläggningen.

Även frågan om tillgång till mark i och utanför vägområdet och kostnader kopplade till tillståndsprocesser är mycket svårbedömt utan närmare studier av aktuella sträckor. Dessa kostnader kan bli relativt stora i förhållande till själva elnätets kostnader. Indikationen är att det kan handla om cirka 3-4 mnkr/km.

En kostnad i kalkylen är den för skyddsåtgärderna som krävs på vägen i samband installationsarbetena i vägområdet av elnätet längs med vägen. Det handlar om cirka 0,5 mnkr/km. Den kostnaden skulle kunna undvikas om det finns markåtkomst utanför vägområdet i samband med arbetet. Vilka möjligheter som finns till det och vad det skulle kosta är inte undersökt i den här rapporten.

Kostnaden för elnät längs med vägen i delen kabelanläggning (elkraft och opto) är i storleksordningen 830-1278 tkr/km och i delen anslutningskostnader (för elkraft och opto) 10,2 mnkr/km vid en inmatning per kilometer. Sammantaget ligger då kostnaden för ett elnät längs med vägen på cirka 11 mnkr/km.

Observera att kostnadsuppskattningarna i den här rapporten ska ses som första uppskattningar och bör därför användas med försiktighet.

Med anslutning varje kilometer mellan elnätet längs vägen och elvägsanläggningen med en nätstation á 10 mnkr blir kalkylen väldigt beroende av vilket avstånd som kommer att behövas. Om det räcker med anslutning varannan kilometer så halveras i stort kostnaden för elnätet längs vägen.

Trafikverket

Postadress: Adress, Post nr Ort

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Rapportens titel inklusive undertitel

Författare: Anders Bülund, UHtes

Dokumentdatum: 2020-11-20

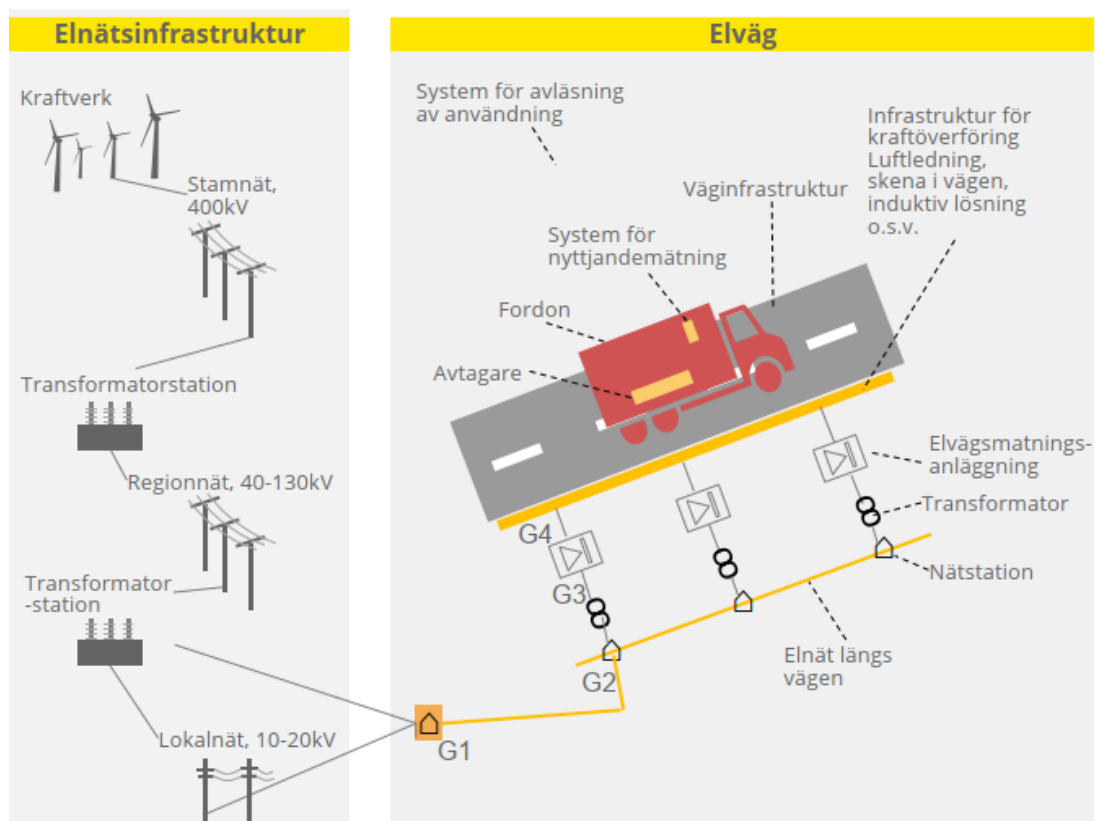
Version: 1.0

Innehåll

SAMMANFATTNING.....	2
1. INLEDNING OCH BAKGRUND.....	5
2. METOD.....	7
2.1. Övergripande metod.....	7
2.2. Markförhållanden	8
2.3. Kostnader	9
2.3.1. Direkta kraftkabelförläggningskostnader.....	9
2.3.2. Anslutningskostnader elkraft	10
2.3.3. Direkta optokabelförläggningskostnader.....	10
2.3.4. Anslutningskostnader optoförbindelse.....	10
2.3.5. Skyddsåtgärder på väg	10
3. BERÄKNING AV KOSTNAD	12
3.1. Beräkning ledningskostnader	12
3.2. Beräkning anslutningskostnader	12
3.3. Mark- och byggherrekostnader	12
3.4. Sammantagen kostnad	13

1. Inledning och bakgrund.

Trafikverket har fått i uppgift att undersöka och stödja vad ett eventuellt införande av elvägar skulle innebära för vägtransportsystemet och för reduktionsmål gällande CO₂. I den här rapporten görs ett försök att få fram en delkostnad för etablering av elvägar. Det handlar om behovet av ett matande nät för elvägsanläggningen. I figur 1 nedan är det benämnt "elnät längs vägen".



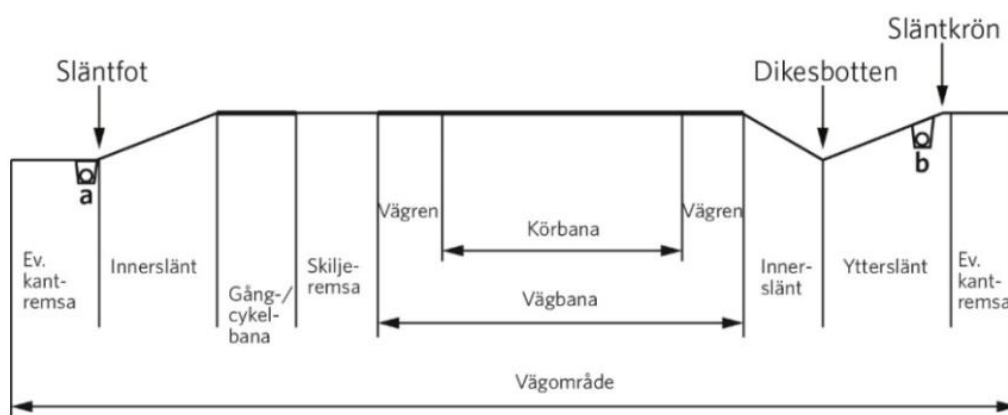
Figur 1.

Matningen av eventuella elvägar kommer att tas alternativt från det allmänna lokal- eller regionnätet. Elvägsanläggningen på vägen, som matar/laddar fordon under färd, kommer sannolikt att matas varje 1-3 km av en elvägsmatningsanläggning (som kan vara en strömriktaranläggning för omvandling AC 50 Hz 10-30 kV till DC 600-1500 V). Det kortare avståndet, 1 km, är det som är mest troligt idag att behövas på lite sikt med flera tunga fordon på en matningssträcka med en matningsspänning på cirka 600 V. För att kostnadseffektivt få fram matningen till elvägsmatningsanläggningarna blir det sannolikt nödvändigt att etablera ett nytt elnät längs stora delar av elvägen. Alternativet är att för varje elvägsmatningsanläggning bygga separat anslutning till det befintliga allmänna lokal- eller regionnätet – som kan finnas nära eller längre från vägen och elvägsmatningsanläggningen.

Elnätet längs med vägen kan också komma att kunna användas för:

- stationär matning ("laddstolpar") av fordon i anslutning till elvägsmatningsanläggningarna eller vid separata platser för detta
- kraftförsörjning av väginfrastrukturåläggningar som t.ex. belysning.

Elnätet längs med vägen som kostnadsuppskattas här består av kabel förlagd i marken parallellt med vägen. I första hand ska den vara förlagd i släntfot (a) eller i ytterslänt mot släntkrön (b), enligt figur 2 nedan, som är hämtad från [publikation 2017:227](#) "Ledningsarbete inom det statliga vägområdet".



Figur 2.

Elnätet längs med vägen skulle också till delar kunna vara en luftledning i stället för markförlagd kabel men det alternativet har inte kostnadsuppskattats här. Det alternativet bedöms dock vara billigare. Estetiskt påverkar förstås en luftledning miljön mer än en markförlagd sådan.

För ERS-lösning med matning uppifrån till fordonet via luftledning finns alternativet att förlägga elnätet längs vägen på kontaktledningsstolparnas stolptopp (lika hjälpkraften på järnvägen). För övriga ERS-lösningar krävs vid luftledning särskild för det avsedd stolpe.

De fyra företagen som demonstrerar sina olika ERS-lösningar i Sverige idag har inte identiska idéer om hur kontinuerlig laddningen av fordonen under färd bör vara. Det är allt från laddning under 80-90 % till 20 % av elvägssträckan.

Laddningskapaciteten hos elvägsanläggningen till enskilt fordon och till alla fordon på en matningssträcka är också något som de olika företagen har olika idéer om vad som är ekonomiskt i ett systemperspektiv med infrastruktur och fordon. Företagen tänker sig för framtida anläggningar behov av en matningskapacitet till enskilt fordon mellan 300 kW och 800 kW. För några ERS-lösningar finns det en teknisk möjlighet att överordnat i systemet styra laddningen av olika fordon från noll till maximal effekt utifrån en optimering i ett systemperspektiv.

Vilken maximal effekt som de olika företagen tänker sig att olika fordon kan ta emot varierar också mellan 300 kW och 800 kW.

Ovanstående skillnader mellan ERS-lösningarnas funktion, kapacitet och tekniska utformning gör att det skiljer sig mellan dem hur långa sträckor som det kan behövas ett elnät längs vägen. Kostnaden för det nätet på en elvägssträcka kan alltså variera mellan ERS-lösningarna.

Den uppskattade kostnaden i den här rapporten för ett elnät längs vägen är per längdenhet "elnät längs vägen".

2. Metod

2.1. Övergripande metod

Kostnadsuppskattningen har gjorts genom att dela upp etableringen av elnätet längs med vägen i en ledningsdel och en anslutningsdel.

I lednings-/kabelkostnadsuppskattningen ingår:

- Direkt materialkostnad för kraftkabeln
- Kostnaden för grävning vid kabel förlagd i grävt kabeldike
- Samförlagd kabel för övervakning och styrning (kommunikation).
- Tillkommande kostnader APV: Dvs skyddsanordning som krävs för det aktuella jobbet i vägområdet.

I lednings-/kabelkostnadsuppskattningen i den här rapporten är nedanstående delar inte beräknade. att i lednings-/kabelkostnadsuppskattningen

I den här rapporten så har ingen särskild beräkning gjorts gällande nedanstående kostnader. Det som finns är en grov första kostnadsindikation från det nyligen startade arbetet med pilot/etapp 1.

- Administration kring rätt att använda marken för förläggning av kabel
- Eventuella kostnader för förvärv av mark för förläggningen av kabel
- Undersökning av vilka markförhållanden som råder där elnätet längs med vägen kan komma att förläggas
- Tillkommande kostnader p.g.a. att det inte är känt/dokumenterat vilka kablar som redan ligger i marken längs vägen (opto- eller elkablar).
- Byggherrekostnader

Nedanstående är inte med alls i kostnadsuppskattningen (men är sannolikt inte heller några betydande kostnader):

- Tillkommande underhållskostnader på vägen p.g.a. åverkan på den i samband med arbetet med installationen av elnätet längs med vägen.
- Kostnaden för ökade framtida drifts- och underhållskostnader samt de administrativa merkostnader som uppstår på grund av förläggningen av ledning i vägområdet. [ABEL 07, §8](#).

I anslutningskostnadsuppskattningen ingår:

- Nätstation (byggnad/container, ställverk, kontrollutrustning, krafttransformator)
- Optokabel-/förbindelsanslutningspunkt (i nätstationsbyggnad).

I anslutningskostnadsuppskattningen ingår inte:

- Kostnader för mark
- markbearbetningskostnader

2.2. Markförhållanden

Någon detaljerad undersökning av vilka markförhållanden som gäller längs triangeln Stockholm – Göteborg – Malmö har inte gjorts här. Det har inte varit möjligt att få fram någon information som säger i stort hur markförhållandena är längs triangeln. Avsikten var annars att försöka göra en bedömning av hur stor del av en genomsnittlig sträcka

- som det bör gå att plöja ner kabel,
- eller måste grävas
- eller sprängas för att få ner kabeln.

Kommentar från teknikerningenjör Geo på TrV:

Om eller när det behövs så finns det visst underlag (bl a jordart, jorddjup, GW-data med en hög varierande detaljeringsnivå) för hela sträckan i följande källor:

- TRVs geoteknik databas
<http://ppikarta4.trafikverket.se/GeoArkivMap.aspx?MapId=a28ebb04-17b7-4f31-b938-9077f421a179&export=1>
- SGU kartor
<http://ppikarta4.trafikverket.se/GeoArkivMap.aspx?MapId=a28ebb04-17b7-4f31-b938-9077f421a179&export=1>

SGU's kartor ska kunna vara en bra start och de ska gå att få tag i som "GIS-skikt" och då kan man i ett första skede sätta schabloner för arbete/insats etcetera på olika jordar i

skiktet, eventuellt i kombination med andra data som till exempel topografi. Således borde detta kunna vara ett perfekt GIS-projekt. Trafikverkets egen programvara "Geokalkyl" kanske till och med kan användas med lite modifiering, men det vet jag inte.

2.3. Kostnader

2.3.1. Direkta kraftkabelförleggningskostnader

Kostnaderna för det direkta arbetet med kraftkabelförleggningsen är starkt beroende av markförhållandena. Dessa är som nämns i avsnitt 2.2 inte kända för den här kostnadsbedömningen. Av den anledningen har erfarenhetsvärden sökts.

Energiföretagen ger ut dokument benämnda EBR (ElnätsBranschens Riktlinjer). Ett av dem är "EBR KLG 1:18, Kostnadskatalog 2018, Lokalnät 0,4 – 24 kV samt optonät" som är ett instrument för att beräkna kostnader och produktionstider för åtgärder på lokalnät. I den finns kostnader för olika miljöer som citymiljö, tätort och landsbygd.

I EBR KLG 1:18 finns kostnadsuppgiften nedan för landsbygd:

- Plöjning landsbygd: 140572:-/km
- Schaktning normal terräng: 263674:-/km
- Schaktning svår terräng: 263674:-/km plus 71577-109236:-/km.
D.v.s. 335251-372910:-/km.

Kostnadsskillnaden här för arbetet indikerar en kostnadsskillnad på drygt 2,5 gånger för svår mark än lätt mark.

Det vill säga om det inte går att plöja ned kabeln så är osäkerheten stor för kostnaden. 2,5-4 gånger dyrare att gräva för kabelförleggningsen än att plöja ned den.

Kostnadsuppskattningen nedan gäller enligt EBR KLG 1:18 för markförlagd kabel på landsbygd där schaktning krävs och med angivna kabelförutsättningar:

- PEX-kabel aluminium 24 kV 3x240 mm² som medger en överföringsförmåga på ca 13 MVA vid 65° C ledartemperatur och förläggning utan reduktionsfaktorer. Summa kostnad 419.103 kr/km
- PEX-kabel aluminium 24 kV 2 //3x240 mm² som medger en överföringsförmåga på ca 22 MVA vid 65° C ledartemperatur och förläggning med c-c 250 mm mellan kablar, för övrigt utan reduktionsfaktorer. Summa kostnad 419.103 kr/km + 218.936 kr/km = 638.039 kr/km och kostnadsökningen utgör en enbart dubbling av materielkostnaden.
- Tilläggskostnad för förläggning i svår mark = 119.601 kr/km

För jämförelse till ovan generella val av 3x240 mm²:

- PEX-kabel aluminium 24 kV 3x50 mm² skulle medge en överföringsförmåga på ca 5,5 MVA vid 65° C ledartemperatur och förläggning utan reduktionsfaktorer. Summa kostnad 339.737 kr/km och med tilläggskostnad för svår mark samma som ovan.

2.3.2. Anslutningskostnader elkraft

För elnätet längs med vägens anslutning till lokal- eller regionnätet samt för varje vägmatningsanläggning varje 1-3 km behövs en nätstation. Den skissade nätstationen har en (container)byggnad, 3 ställverksfack med tillhörande styr- och kontrollutrustning samt en krafttransformator á cirka 2,5 mnkr. En färdig sådan på plats beräknas kosta i storleksordningen 10 mnkr/st.

Antagandet är att:

- det behövs en anslutning mot lokal- eller regionnätet var 5:e mil
- och att det är 1 km mellan varje vägmatningsanläggning.

2.3.3. Direkta optokabelförläggningskostnader

För styrning och övervakning av elvägen krävs en kommunikationsmöjlighet till elvägsanläggningen. Trafikverket (Staten) har enligt uppgift idag inget optofibernet längs med de aktuella vägsträckorna. Det kan finnas optofibernet där som drivs av annan aktör. I kostnadsuppskattningen här för elvägar antas det vara lämpligt att, i samband med schaktningen för kraftkabeln, också förlägga optokabel.

Kostnaden för optokabelförläggning är ca 80-100 tkr/km. Detta gäller längre sträckor i färdigt kabeldike. Kostnaden baseras det nya byggkonceptet på Trafikverket med multidukt 7+4 dukter.

2.3.4. Anslutningskostnader optoförbindelse

Varje anslutningspunkt kommer att ha ett skåp att ansluta från till "teknikbyggnad" (här vägmatningsanläggning). Kostnad ca 15 tkr för material och installation (svetsning/montering). Kostnader för grävning skåp <-> byggnad kan tillkomma.

2.3.5. Skyddsåtgärder på väg

Kostnadsuppskattningen här gäller större vägar som triangeln Stockholm – Göteborg – Malmö. Bedömningen är att förläggningen av elnätet längs med vägen kommer att kräva skyddsåtgärder för arbete på vägen, APV. Aktuella sträckor är också skyddsklassad väg och därmed är skyddskraven högre och med det dyrare. Exakt vad som krävs får utredas senare med en Trafikingenjör.

Kostnadsuppskattningen nedan refererar till innersläntsarbete. För elvägens kabelförläggning gäller dock att – som nämns i avsnitt 1 – att förläggningen bör ske i släntfot eller släntkrön. I vilken grad det eventuellt skulle kunna reducera behovet av skyddsåtgärder kontrollerades och fick svaret:

”TMA-kostnaderna kommer att vara oförändrade, oavsett om kabeln förläggs i innerslännt eller i slänntfot/slänntkrön, då grävmaskinen står på den belagda delen av vägen den behöver. Möjligen kan det kanske finnas en möjlig väg men då på utsidan av viltstängsel, ca 9-13m från beläggningskant som kan nyttjas för den förläggningen, men troligen är det på den delen som då inte är inlöst av TRV, dvs mark vi inte har åtkomst till.”¹

För till exempel E4, motorväg, går det åt ca 5-6 TMA-fordon² för en räckesreparation, som någorlunda kan likställas med att förlägga kablar i innerslännt. På E18 Örebro är det troligen likvärdigt.

På väg 73 Nynäshamn, kan det kanske minskas med 1, max 2 TMA, om det är 2+1-väg. Dock är det säkert nattjobb i stället vilket gör hela jobbet dyrare. Samt att det är någon typ av servicefönster, eller tidsbegränsning när man får utföra jobbet.

1 TMA kostar ca 550-800 kr/h.

För de olika kabelexemplen i 2.3.1 gäller nedanstående med avseende på timmar per kilometer. Värdena är hämtade från samma källa som i 2.3.1. Antalet timmar i referensen är redovisat som timmar för beredning, montör/distributionselektriker och maskin. För kostnadsuppskattningen av TMA-fordon per kilometer förlagd kabel har timmarna för beredning exkluderats.

- PEX-kabel aluminium 24 kV 3x240 mm² som medger en överföringsförmåga på ca 13 MVA; 149 timmar. Det ger oss kostnaden 82-119 tkr/km och TMA-fordon.
- PEX-kabel aluminium 24 kV 2 //3x240 mm² som medger en överföringsförmåga på ca 22 MVA; 149 timmar. Det ger oss kostnaden 82-119 tkr/km och TMA-fordon. (I 2.3.1 har vi förenklat bara dubblat materialkostnaden vid dubbleringen av kabelförbandet.)
- PEX-kabel aluminium 24 kV 3x50 mm² med en överföringsförmåga på ca 5,5 MVA; 147 timmar. Det ger oss kostnaden 81-118 tkr/km och TMA-fordon.

I kostnadsuppskattningen för elnätet längs med vägen används härefter kostnaden för TMA-fordon 100 tkr/km och TMA.

För exemplet E4, motorväg, där går det åt ca 5-6 TMA-fordon, innebär det en TMA-kostnad av 500-600 tkr/km. 550 tkr/km används härefter.

För väg typ 73 Nynäshamn, kan TMA-fordonsbehovet kanske minskas med 1, max 2 TMA, om det är 2+1-väg. Det leder till TMA-kostnaden 300-500 tkr/km.

¹ Ulf Söderberg, Nationell Samordnare Vägmarkering

² Ett fordon med baktill monterat energiupptagande påkörningsskydd, Truck Mounted Attenuator (TMA)

3. Beräkning av kostnad

3.1. Beräkning ledningskostnader

Delkostnaderna i tabell 1 nedan är hämtade från avsnitt 2.3.1, 2.3.3 och 2.3.5.

Vägtyp/Kapacitet	E4 / 5,5 MVA	E4 / 13 MVA	E4 / 22 MVA	73 / 5,5 MVA	73 / 13 MVA	73 / 22 MVA
Direkt kraftkabelförläggnings- kostnad [tkr/km]	340	419	638	340	419	638
Optokabel [tkr/km]	90	90	90	90	90	90
TMA-kostnad [tkr/km]	550	550	550	400	400	400
Summa [tkr/km]	980	1059	1278	830	909	1128

Tabell 1

Det kan konstateras att TMA-kostnaden utgör en stor kostnad för etableringen av ett elnät längs med vägen. Att undvika den är svårt så länge vi jobbar i vägområdet. Se 2.3.5.

Med TMA-kostnaden inkluderad ser vi att kabelkostnaden ligger i spannet 830-1278 tkr/km för de valda kapacitetsexemplen.

3.2. Beräkning anslutningskostnader

Delkostnaderna nedan är hämtade från avsnitt 2.3.2 och 2.3.4.

- Nätstation inklusive transformator á 2,5 mnkr för kraftförsörjningen kostar 10 mnkr/st.
- Optoanslutningspunkt kostar 15 tkr/st.

Anslutningskostnaden per kilometer med förutsättningarna i avsnitt 2.3.2 blir då $10/1 + 10/50 = 10,2$ mnkr/km.

3.3. Mark- och byggherrekostnader

I avsnitt 2.1 nämns att i lednings-/kabelkostnadsuppskattningen i den här rapporten så har ingen särskild beräkning gjorts gällande bland annat mark- och byggherrekostnader. Det som finns är en grov första kostnadsindikation från det nyligen startade arbetet med pilot/etapp 1. Indikationen där är en kostnad för detta på cirka 3,8 mnkr/km.

3.4. Sammantagen kostnad

Kostnaden för elnät längs med vägen i delen kabelanläggning (elkraft och opto) är alltså i storleksordningen 830-1278 tkr/km och i delen anslutningskostnader (för elkraft och opto) är uppskattningen 10,2 mnkr/km. Sammantaget ligger då kostnaden för ett elnät längs med vägen på cirka 11 mnkr/km.

//

Fråga: Ska nedanstående krav i publikationen 2017:227 avsnitt 6.3 gälla för elvägen?

6.3. Kabelskåp, kopplingskåp och transformatorstationer

Kabelskåp, kopplingskåp, transformatorstationer och liknade ska placeras utanför vägområdet. Inom detaljplanerat område krävs kontakt med kommunen, och utanför detaljplanerat område krävs kontakt med länsstyrelsen.

Nedanstående är bara tilläggsinformation

5.4. Starkströmsledning

Kabelmarkering ska användas för all kabel förlagd i mark. Kabelmarkeringar bör läggas minst 0,1 m över kabeln.

ELSÄK-FS (2008:1)

Grundläggande säkerhetskrav

3 kap. 7 § En starkströmsanläggningens utförande ska vara anpassat till de yttre förhållanden som råder i dess omgivning.

Kraftkabel för högst 24 kV märkspänning, förlagd utanför vägbana inom vägområde, anses skyddad genom sitt läge om fyllningshöjden är 0,55 m eller större. (SS 424 14 37)

För kraftkabel för högre spänning än 24 kV ska fyllningshöjden vara minst 0,55 m och dessutom ska kabelskydd alltid användas. (SS 424 14 37)

Kablar ska endast förläggas i mark där förläggningsdjup på 0,55 m kan uppfyllas. Marken får inte innehålla föremål som kan skada kabeln.

ELSÄK-FS (2008:1)

Grundläggande säkerhetskrav

3 kap. 8 § En starkströmsanläggning ska vara försedd med den märkning och dokumentation som behövs för att anläggningens olika delar entydigt ska kunna identifieras för drift och underhåll. Dokumentationen ska finnas på svenska, om inte något annat språk är lämpligare från elsäkerhetssynpunkt.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, XXX XX Ort. Besöksadress: Gata XX.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

www.trafikverket.se