

2018

**Borregaard AS**  
**Klimanøytral eller utslippsfri transport av lignin til nytt lager**  
(Redigert versjon for Statens vegvesen)



Erling Sæther  
Flowchange AS  
12.12.2018

## Innhold

Utslippsfri eller klimanøytral biltransport for Borregaard .....	2
1. Transportvolum .....	2
1. Energiberegning for biltrasè .....	2
2. Tilgjengelige bilalternativer .....	3
Elektriske alternativer .....	3
Gass alternativ .....	4
3. Kalkyle elektrisk- og biogassalternativer mot dieselalternativ .....	5
Diesel/HVO .....	5
Batterielektrisk bil .....	5
Gassdrevet bil .....	6
4. Sammenligning miljøeffekter for diesel- elektrisk- og gassdrift. ....	6
5. Sammenligning kostnad for bildrift i forhold til en løsning med elvelekter.....	7
6. Oppdatert informasjon pr desember 2018 vedr tilgjengelige bilalternativer.....	9
6.1. Pilot-E .....	9
6.2. Markedskartlegging.....	11

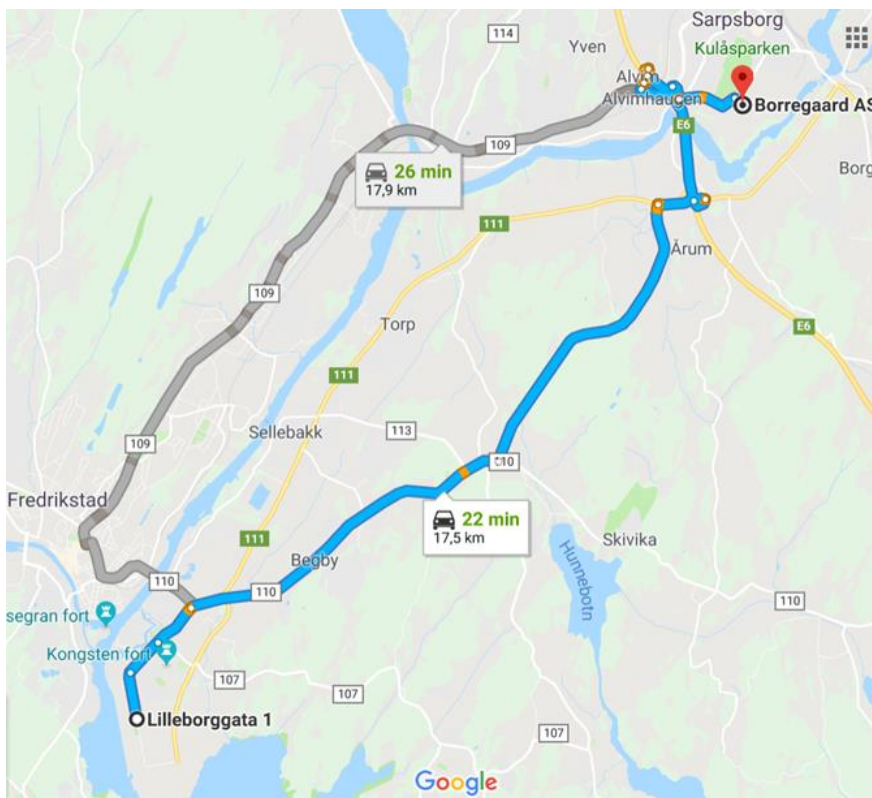
## Utslippsfri eller klimanøytral biltransport for Borregaard

### 1. Transportvolum

Det aktuelle lastevolum som skal beregnes fremgår nedenfor. Det er først og fremst lignin-volumet som tenkes fraktet med trailer eller modulvogntog fra Borregaard, port C til nytt lager I Borg Havn, på Øra, en envegs kjøredistanse på 17 km.

Last	Tonn /år	Tonn/virkedag
Lignin	6500	25
Cellulose	4000	15
Annen last	0	
Sum	10500	40

### 1. Energiberegning for biltrasè



En beregning av energibruken av et 50-tonns og et 60 tonns vogntog er utført for trasèen gjengitt på kartbilde. Beregningen er utført av Sintef og kan [åpnes her](#)

Beregningen er basert på Fv110. Om Rv 111 benyttes som transporttrasè vil beregningen gjelde også der på grunn av tilnærmet like kjøreforhold.

Resultatet av energiberegningen fremgår av tabellen nedenfor. Den viser energiforbruket for biltur med full last for hhv trailer med 50 tonn og et modulvogntog med 60 tonn fra Borregaard til Øra og med tom last i retur.

Rute	Snittfart (km/t)	Lengde (km)	Totalforbruk (kWh)	Regenerativt potensiale (kWh)
Borregaard – Borg havn, kjt A (20t last)	52	17,6	56,5±2	21,5±1
Borregaard – Borg havn, kjt B (30t last)	52	17,6	65,5±3	26±1
Borg havn - Borregaard, kjt A/B (0t last)	53	18,7	44,5±2	13±0,5

Oppsummert for en rundtur på traseen vil energiforbruket være 67 Kwh for et 50 tonns vogntog. Tilsvarende for et 60 tonns modulsett vil forbruket være 71 Kwh.

## 2. Tilgjengelige bilalternativer

Vi har undersøkt i markedet mulige leverandører av helelektriske tunge vogntog. Hverken Scania, Volvo eller noen av øvrige leverandører til det norske eller europeiske markedet kan i dag tilby helelektriske tunge kjøretøyer som kan godkjennes for 50 tonns totalvekt.

De fleste leverandører kan imidlertid tilby elektriske mellomklassebiler med mellom 20 og 30 tonns totalvekt.

### Elektriske alternativer

På den tunge siden er det kun to helelektriske alternativer:

EMOSS som er en nederlandsk leverandør av ombygging av tunge dieselschassis, for eksempel fra MAN, Renault eller andre. En slik bil kan bestilles i dag, bygges om i løpet av 4-6 måneder og settes i trafikk i løpet av 2018.



*EMOSS bygger om dieselschassis ved å fjerne dieselmotor og girkasse og erstatte dette med batterier, elektromotor og kjølesystemer.*

## Elektrifisering av korte tunge transporter – eksempel Borregaard

Tesla Semi er et annet alternative. Bilen kan reserveres i dag med et bestillingsgebyr på kr 160 000,- Leveringstidspunkt er uklart. Organisasjonen opplyser til oss at bilen skal utvikles og utprøves for Teslas eget transportbehov i 2019. I 2020 skal den introduseres for det amerikanske og kanadiske markedet. Deretter skal den introduseres til Europa. Det er bekreftet at den europeiske versjonen bygges med godkjent europeisk teknisk standard. Prisen på bilen er forhåndsannonsert til 1,6 mill kroner. Kostnad for hurtigladeren for bilen er ukjent.



*Tesla Semi er helelektrisk og markedsføres med en rekkevidde på inntil 80 mil. Batterikapasiteten er ukjent. Det tilbys et hurtigladesystem (megacharger), men prisen er ukjent. Pris for bil kr 1,6 mill. Tilgjengelig i Europa fra 2020-21.*

### Gass alternativ

Volvo har utviklet et tungbil alternativ for flytende gass. Det er en bil med 475 hk motorkraft og anses som tilstrekkelig kraft for Borregaards transportbehov for den aktuelle 17 kilometers trasèen. Utslipp fra bilen er klimanøytral fordi biogass ikke tilfører ny CO<sub>2</sub> i atmosfæren slik som en fossil dieselbil gjør. Den er imidlertid ikke utslippsfri slik som en elektrisk bil er.

Gassbiler for komprimert gass finnes fra flere leverandører, men dette er biler i mellomklassen (20-30 tonns totalvekt) og forklaringen er at komprimert gass tar stor plass, de produseres med basis i ottomotor prinsippet (bensinmotor teknologi), har for liten motorstyrke for tungtransportbehov og har kort rekkevidde.



*Volvos nye bil for flytende gass er utviklet med basis i dieselmotorteknologi. 475 hk, rekkevidde 80 mil.*

### 3. Kalkyle elektrisk- og biogassalternativer mot dieselalternativ

Borregaard har selv kalkulert biltransporten til kr 4,7 mill kroner med to biler i to skift, dvs med 4 sjåførere. Vi har gjort egne kalkyler for både biler med dieseldrift, elektrisk drift og drift med biogass.

På basis av egne kalkyler som er gjennomført for Borregaard, viser det seg at batterielektriske biler har en årskostnad på 5,45 mill kroner, om lag en halv million kroner mer enn dieselalternativet. For gassdrift er merkostnaden i forhold til diesel om lag kr 400 000,- .

Kalkylene er basert seks års avskrivningstid og vanlige restverdier for bilmateriell. Det er benyttet gjeldende priser for energi for de ulike alternativene samt vanlige forbruksdata for alle innsatsfaktorer i bildrift.

Særlig om de tre alternativene:

#### Diesel/HVO

Som kjent finnes det et stort utvalg biltyper fra flere leverandører som dekker behovet for 50 tonns og endog 60 tonns totalvekt. Nykjøpte biler har EuroVI-motor som betyr at det er minimalt utslipp av lokal forurensning, dvs i hovedsak NOx. Utslippene i gram pr kilometer er i praksis på linje med eller lavere enn på en nyere fossil personbil. Når det gjelder CO2 er utslippene i overkant av 1 kg pr kilometer eller om lag 36 kg CO på den aktuelle rundturen. Utslipp på årsbasis med to dieselmotorer er om lag 176 tonn basert på forbruk 0,4 l/km B7 og årstidstase pr kjøretøy 85000 km. Det tilsvarer det årlige CO2 utslippet fra 80 personbiler.

EuroVI-motorer kan benytte HVO av god kvalitet uten at forbruk og vedlikeholdskostnader øker vesentlig. HVO er betegnelsen på hydro vegetabilisk olje som har de samme egenskapene eller bedre på molekylnivå enn fossil diesel. Bruk av HVO100 på bilene gir klimanøytral transport beregnet etter scope 1 dvs «tank to wheel». HVO slipper ut om lag like mye CO2 som diesel, men tilfører ikke ny CO2 til atmosfæren slik som fossil diesel gjør.

#### Batterielektrisk bil

Som omtalt ovenfor finnes det i praksis ikke tilbud på elektriske tunge lastebiler med kun batterilading. Det finnes imidlertid Scania/Siemens-teknologi med konduktiv lading fra luftlading. Slik ladeinfrastruktur koster om lag kr 20 mill kroner pr kilometer og anses derfor uaktuell i dette prosjektet siden det i praksis vil være for få biler på strekingen som an benytte slik teknologi.

Det er kun nederlandske EMOSS som kan levere tung batterielektrisk bil med 50 tonns kapasitet i dag.

Innkjøpspris for elektrisk bil i kalkylen ovenfor er budsjettpris oppgitt av EMOSS som bygges på MAN chassis med tre aksler. Bilen har 300 kwt batteri forberedt på DC hurtiglading opp til 150 KW. Rekkevidden basert på 67 kwt forbruk for den aktuelle rundturen (se vedlagte energiberegning) er beregnet til 3 rundturer når en tar hensyn til at batteriet ikke tappes helt og at hurtiglading lader opp til 80% av kapasiteten. Dette betyr at det ikke er behov for ladepunkt i begge ender av trasèen med mindre det er nødvendig pga sjåførskift og pauser.

Ladestasjon fra ABB leveres tilpasset bilen og forutsetter 250 A 400 V tilførsel.

Bilen er om lag 4 mill kroner dyrere enn en tilsvarende dieselmotor. Forklaringen på at årlige driftskostnader inklusive avskrivninger på bilen, ikke blir mer enn ca 450 000 kroner mer enn dieselalternativet er



## Elektrifisering av korte tunge transporter – eksempel Borregaard

4. 40% støtte fra Enova av merkostnaden ved innkjøp
5. Fritak bompenger, som vil komme i Fredrikstad
6. Svært lave energikostnader, kr 0,70 pr kilometer sammenlignet med diesel på kr 3,96 pr km.

Bilen (trekkvogn) har en egenvekt på 11550 kg. Vekten på en treakslet Eurotralle med gardin er 6 330 kilo. Ved bruk av treakslet bil og treakslet tralle er teoretisk lasteevn på en BK10 veg 32 tonn så sant ingen av akslingene overstiger maksakseltrykk på 10 tonn.

Bilen er godkjent for maksimalt 50 tonns totalvekt.

Det tilbys service og reparasjoner på drivlinjen av det norske firmaet STECO. Øvrige servicekomponenter tilbys av MAN. Leveringstid på bilen er 6-9 måneder avhengig av produksjonskapasitet hos MAN og EMOSS.

Siden det ikke finnes et fungerende konkurransemarked for elektriske tunge biler, bør et kjøp ses på som deltakelse i en pilot for å vise at også tunge biler allerede nå kan drives batterielektrisk.

### Gaszdrevet bil

For gassbilen er prisen oppgitt av Volvo som for tiden er den eneste med gaszdrevet bil på flytende gass med motorkraft på 475 hk. Dette er et minimumfor å trekke ligninglasten, men anses som mulig gitt den relativt flate bilstrekningen. Pris for flytende gass er oppgitt budsjettpris fra Skagerak Energi. Forbruksdata av gass er basert på erfaring. Beregningen er inkludert støtte fra Enova med 40% av merkostnad for innkjøp for hhv elektrisk bil og gassbil. Støttesatsen etter gitte forutsetninger fra Enova er inntil 40% for store bedrifter.

Bilen kan gå både på fossil gass (LNG) og biogass (LBG) eller en blanding. Molekylene er identiske, dvs metan. Drevet på kun LBG vil bilen være klimanøytral på samme måte som en diesebil drevet på HVO100.

### 4. Sammenligning miljøeffekter for diesel- elektrisk- og gasdrift.

Fra rapport Elvetransport på Glomma med nullutslipp (datert 2.2.2018) fremgår:  
«Teoretisk utslipp og kostnader for alternativ transportkorridor

*I tabellene som følger er det beregnet kostnader mellom Borregaard fabrikk og lager på Øra.*

*Borregaard ser på bruk av to nye modulvogntog med hydrauliske vingedører med midtdeler for sikring av lasten for transport av lignin fra fabrikk til lager. Merkostnad for vingetrailereren som skal kjøres på to skift er ca. NOK350.000. En regner 10 turer per dag per modulvogntog. Borregaard har vurdert modulvogntog med annen drivkilde enn diesel.*

*Helgeproduksjon av lignin er 1080 paller som må kjøres på virkedager. Kapasitet på vogntog er 36 paller og har en nyttelast på 33 mt. Veibegrensningen er på 60 mt.*

*Transport av cellulose er i sjøcontainer på chassis.*

*Beregnet CO2 utslipp for et modulvogntog: forbruk diesel 4,5l/mil.*

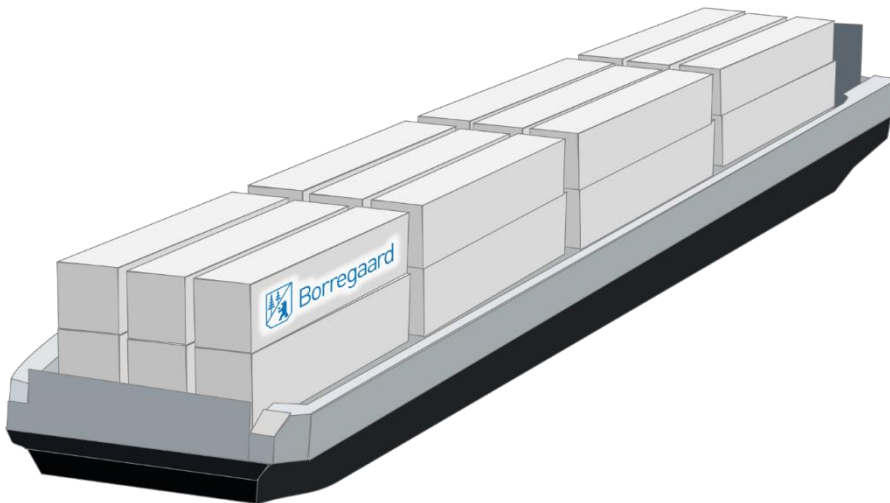
*B7:  $0,45 \times 2,6 \times 17 \text{ km} \times 2 = 39,8 \text{ kg CO}_2 \text{ per rundtur.}$*

*En autonom lekter på batteri har null utslipp. Likeledes vil en batteridrevet lastebil ha null utslipp.»*

De årlige utslippene for to dieselvogntog er beregnet til 176 tonn CO<sub>2</sub>. Alternativet med elektriske biler vil være null utslipp. For gassbil vil det være CO<sub>2</sub> utslipp på om lag 17000 kilo fordi bilen trenger om lag 10% diesel for bruk ved oppstart før motoren svitsjer til gass. Om dieselen erstattes med HVO (biodrivstoff) vil også gassalternativet være klimanøytralt. Klimanøytralt betyr at biodiesel og biogass slipper ut om lag like mye CO<sub>2</sub> som diesel, men det tilføres ikke ny CO<sub>2</sub> i atmosfæren slik som fossil diesel gjør. Beregningen er såkalt scope 1, dvs at utslipp er beregnet «tank to wheel» som ikke omfatter miljølempere knyttet til produksjon, transport og distribusjon av energi/drivstoff.

### 5. Sammenligning kostnad for bildrift i forhold til en løsning med elveleker

På oppdrag fra Borg Havn og Borregaard har Flowchange gjennomført en mulighetsstudie for etablering av en ny transport på Glomma. Elvetransport av lignin og cellulose i container erstatter biltransport i fast rute mellom fabrikk og nytt lager i Borg havn på Øra. Elvetransporten anvendes for transport for Borregaard men må også brukes for transport av annen last for å få elvetransport økonomisk lønnsom. Forventet transportvolum for Borregaard er 10.500 containere per år fra fabrikk til lager og utskipningshavn på Øra.



I rapporten er det beregnet kostnad og CO<sub>2</sub>-utslipp for 45 fots container med varer på strekningen fabrikk Borregaard til lager på Øra, Borg Havn. Det er også gjort en sammenligning for tilsvarende transport med dieselbil:



## Elektrifisering av korte tunge transporter – eksempel Borregaard

Distanse	Transportløsning	Avstand (km)	Kostnad (kr)	CO2 (kg)
Fabrikk Borregaard -lager på Øra.	Lekter på Glomma	34	975	0
	Lastebil	34	871	39,8

Vi har i herværende analyse gjort en tilsvarende beregning for diesel-, elektrisk- og gassdrevet bil med eurotralle på 13,6 meter som tilsvarer en 45 fots container. Resultatene vises nedenfor:

Kostnad pr lasteenhet for dieseldrift eller drift med HVO100 på kr 437,- er mindre enn halvparten av tilsvarende kostnad ved frakt av samme enhet med elvelekter.

Dieseldrift bil	
Årskostnad 2 vogntog diesel	4 586 750
Utslipp CO2 pr år	176 800
Kostnad pr lasteenhet	437

Elektrisk drevet lastebil er også rimeligere i drift enn elvelekter. Dette gjelder selv om kostnader til truck, stortruck, terminaltraktor og sidelaster legges til med kr 660 000 pr år. (Borregaards kalkyle). Kalkylen forutsetter fritak for bompenger og støtte av merkostnad innkjøp fra Enova.

Elektrisk drift bil	
Årskostnad 2 vogntog elektrisk	5 497 907
Utslipp CO2 pr år	0
Kostnad pr lasteenhet	524

Et alternativ med gassdrevet klimanøytral bildrift vil også være rimeligere, om lag kr 40 000,- mindre pr år enn dieseldrevet bil. I denne kalkylen er det også regnet med en støtteandel av merkostnad for innkjøp av bil på 40%. Her er klimaeffekten regnet med 90 prosent, fordi bilen må benytte fossil diesel

Biogassdrift bil	
Årskostnad 2 vogntog biogass	4 969 024
Utslipp CO2 pr år	17 680
Kostnad pr lasteenhet	473

## 6. Oppdatert informasjon pr desember 2018 vedr tilgjengelige bilalternativer

### 6.1. Pilot-E

Et offentlig støttet prosjekt (Pilot-E: som er et støtteprogram i samarbeid mellom Enova, Innovasjon Norge og Forskningsrådet) utvikler for tiden en intermodal logistikkjede for utslippsfri transportbil-skip-bil. Partnerne i prosjektet er bedriftene som vist i figuren nedenfor.



Som et bidrag til å stimulere til et marked for nullutslippsløsninger for landtransport, skal det utvikles en utslippsfri transportkjede for Norges største matgrossistselskap ASKO. Mellom det eksisterende lageret Delitoppen i Vestby i Akershus og et nytt lager i Sande, Vestfold skal det gå 80 trailerlaster daglig tilsvarende en halv million tonn last. Som alternativ til fossil trailertransport skal det utvikles en null-utslipp intermodal løsning for bil-skip-bil. Autonome, elektriske skip (Godsdroner) skal frakte godstrallene over Oslofjorden, mens elektriske lastebiler skal stå for transporten på begge sider av Oslofjorden.



Ulike typer ladeteknologier er utredet. I første omgang forberedes konduktiv hurtiglading ved hjelp av pantograf mens lastebilene laster eller losses ved lager eller ved kai i Moss og Holmestrand.

## Elektrifisering av korte tunge transporter – eksempel Borregaard

Bilene bygges med minimum 300 KWT batterier. De vil ha en rekkevidde på 150 km. Se illustrasjon nedenfor. Bilen kan også bygges treakslet.



Pris eller kostnad for bil eller for drift av batterielektrisk stor lastebil med totalvekt 50 tonn er ikke fastlagt enda, men en kalkyle er utviklet for å antyde hva kostnad for bil må være hvis drift inklusive kapitalkostnad skal være konkurransedyktig med tradisjonell dieseldrift.

Kalkylen illustrerer driftskostnader pr kilometer eksklusive sjåførkostnader for 50 tonns diesebil og batterielektrisk bil.

Diesel		Elektrisk	
<b>Avskrivingsgrunnlag</b>		<b>Avskrivingsgrunnlag</b>	
Innkjøpskost. Chassis	1 200 000	Innkjøpskost. Chassis	3 000 000
Støtte fra Enova	0	Støtte fra Enova	720 000
Dekk chassis	11 000	Dekk chassis	11 000
Tankanlegg		Ladepunkt nattlading ved eget anlegg	50 000
Samlet investering	1 189 000	Samlet investering	2 341 000
Restverdi	178 350	Restverdi	0
<b>Chassis</b>	<b>1 010 650</b>	<b>Chassis</b>	<b>2 341 000</b>
<b>Avskrivning</b>		<b>Avskrivning</b>	
Chassis	168 442	Chassis	390 167
<b>Samlet avskrivning</b>	<b>168 442</b>	<b>Samlet avskrivning</b>	<b>390 167</b>
<b>Renter</b>		<b>Renter</b>	
Chassis	18 056	Chassis	39 300
<b>Samlet rentekostnad</b>	<b>18 056</b>	<b>Samlet rentekostnad</b>	<b>39 300</b>
Forsikring	16 000	Forsikring	45 000
Bomkostnader	80 000	Bomkostnader	0
Vask	21 000	Vask	21 000
Års-vektavgift	2 937	Års-vektavgift	2 937
Miljødifferensiert avgift	1 149	Miljødifferensiert avgift	0
2x kjetting per tredje år	1 100	2x kjetting per tredje år	1 100
Energikostnad aggregat pr år	0	Energikostnad aggregat	0
<b>Faste kostnader</b>	<b>308 684</b>	<b>Faste kostnader</b>	<b>499 504</b>
Dekk-kostnader pr km	0,42	Dekk-kostnader pr km	0,42
Rep. og vedlikehold pr km chassis	1,50	Rep. og vedlikehold pr km chassis	1,00
Drivstoffkostnader pr km	4,40	Drivstoffkostnader pr km	2,70
<b>Driftskostnader pr km</b>	<b>6,32</b>	<b>Driftskostnader pr km</b>	<b>4,12</b>
<b>Variable kostnader</b>	<b>632 000</b>	<b>Variable kostnader</b>	<b>412 000</b>
<b>Totale kostnader pr år</b>	<b>940 684</b>	<b>Totale kostnader pr år</b>	<b>911 504</b>
<b>Driftskostnad pr kilometer</b>	<b>9,41</b>	<b>Driftskostnad pr kilometer</b>	<b>9,12</b>

Som det fremgår vil kostnad ved drift av elektrisk bil utlignes mot tradisjonell dieselbil, ved en innkjøpspris på elektrisk bil på 3 mill kroner mot 1,2 mill kroner for dieselbil. Dette skyldes Enovastøtte, fritak for bompenger, lavere årsavgift og lavere energikostnad sammenlignet med diesel.

### 6.2. Markedskartlegging

Det er gjennomført intervjuer med daglig leder hos 15 større og mindre transportselskaper som i stor grad benytter E6 med gjentagne kjøringer flere ganger daglig med de samme bilene. (skytteltrafikk).

Med unntak av en bedrift er samtlige innstilt på å skifte energikilde fra fossile drivstoff til fossilfri eller utslippsfrie energi. Disse er villige til å anskaffe batterielektriske lastebiler eller hybride biler med kombinasjoner av elektrisk- og biobasert drift. Hybride løsninger er i mange tilfeller nødvendig for å ivareta rekkevidde fram til destinasjoner langt fra ladested eller ladestrekning.

Viktig for bedriftene ved slike anskaffelser er rekkevidde, dreiemoment, nyttelast og hurtiglading enten under fart eller ved pause/kveld eller en kombinasjon av disse.

Total driftskostnad inklusive anskaffelse av kjøretøy må være minst på linje med kostnad i tradisjonell dieseldrift.

Selskapene disponerer omlag 800 lastebiler, i hovedsak trekkvogner med femti tonns totalvekt. Den gjennomsnittlige utkjørte kjøredistansen er 30 til 50 mil daglig for tunge kjøretøyer og 15 mil for distribusjonskjøretøyer.

De fleste bilene benytter hele eller deler av strekningen Svinesund-Oslo på sine kjøreturer. 40 prosent av bilene har faste kjøreruter i skytteltrafikk, hvor deler av er E6 syd for Oslo benyttes. En stor del av flåten har kjøreturer som rekker langt utenom denne strekningen. Destinasjoner omfatter hele Sør Norge og logistikkområder i Västra Götaland, Östergötland og Jönköping.

Ca 50 prosent av bilflåten har fast stasjoneringssted som gjør det mulig å montere ladestasjoner på egne terminaler eller anlegg.

Når det gjelder spørsmål om fraktkundenes betalingsvilje, svarer de fleste at på grunn av konkurransen vil kundene neppe betale mer for miljøløsninger i transporten.