

Mulighetsstudie: Elektrifisering av tungtransport

Oslo Havn – Alnabru

Klemetsrudanlegget – Oslo Havn

Mars 2017



1. Oppsummert anbefaling

Dette er en mulighetsstudie som vurderer etablering av pilot/demonstrasjonsprosjekt for helelektriske tungtransportløsninger på korte strekninger hvor to strekninger i Oslo benyttes som eksempel.

Selv om det ikke pr 2017 finnes helelektriske løsninger for tungtransport opp til 50-60 tonns totalvekt, ligger det til rette for at vi i Norge kan utprøve og industrialisere elektrisk drift av tungtransport. Selv om det ikke produseres kjøretøyer her til lands, har energisektoren store utviklingsmiljøer og tung kompetanse som kan bidra til konkurransedyktige og verdiskapende løsninger for utslippsfri tungtransport.

To strekninger er vurdert:

- Utkjøringen av containere fra Oslo Havns containerterminal. Volumet er totalt 202 000 containere med 1,2 mill tonn totalvekt. Transporten utgjør 140 000 rundturer med lastebil, 3,8 mill liter diesel, 10 000 tonn utslipp av CO₂ og 25 tonn NO_x. En aktuell strekning for en pilot er skytteltrafikken av containere mellom havnas containerterminal og Bane Nors jernbaneterminal på Alnabru.
- Transport av flytende karbon som fanges fra de nåværende utslipp fra Klemetsrudanlegget AS i Oslo Kommune. Omfanget er 400 000 tonn, vil omfatte mellom 20-30 tankbiler i skytteltrafikk, 300 000 liter diesel, 600 tonn CO₂. Beslutningen om karbonfangst fra Klemetsrudanlegget tas ventelig medio 2018.

Helelektrisk trekkvogn som kan håndtere en totalvekt på inntil 50-60 tonn totalvekt finnes ikke i Norge i dag. Det må påregnes at et vogntog dimensjonert for 50 tonn med stigning på opp mot 130 meter på strekningen fra Oslo Havn til Alnabru forbruker 2,3 kwh pr kilometer tilsvarende 4,5-5 liter diesel pr mil. El-motorer er langt mer energieffektive enn dieselmotorer som har en effekt på 30-40 prosent.

En rundtur fra Oslo Havn til Alnabru og tilbake er på 26 kilometer. En rundtur mellom Klemetsrudanlegget og Sydhavna er 24 km. For robustisitetens skyld må batteri- og motorkapasitet dimensjoneres for minst 50 kilometer før lading. Batteriene bør derfor ha en kapasitet på minst 200 kwh når en skal ta hensyn til lading innenfor 20 til 80 prosent kapasitet.

Aktuell teknologi kan være lading ved endepunkter eventuelt kombinert med lading under kjøring ved hjelp av ladeledning i luft kombinert med pantograf og batteri i bilen lignende med trikkedrift eller trolleybuss.

Det er en rivende utvikling i ladeteknologi og batterieffektivitet. Et utviklingsprosjekt i norsk regi vil kunne bidra med kompetanseoppbygging i konkurransedyktig teknologi.

Det er holdt en rekke møter med mulige partnere for et pilotprosjekt: Oslo Havn, Bring, Siemens, SSV region Øst, Energigjenvinningsetaten i Oslo Kommune, Cargonet, andre transportører og aktuelle kjøretøyleverandører.

Alle har stilt seg positive til å delta som partner i et pilotprosjekt.

Innhold

1. Oppsummert anbefaling.....	2
2. Om oppdraget	4
3. Grunnleggende data	5
3.1 Oslo containerhavn.....	5
3.2 Transportvolum over containerhavna	6
3.3 Bilselskaper som trekker containere	7
3.4 Jernbanespor til havna	7
3.5 Transportkorridor – to alternativer	7
3.5.1 Korridoren Yilport - Alnabruområdet.....	7
3.5.2 Korridoren Klemetsrud – Oslo Havn.....	10
4. Kjøretøytكنولوجier/konsepter	12
4.1 Energibehov for tunge kjøretøy	12
4.2 Elektrisk trekkvogn med konduktiv lading ved endepunkt.....	12
4.2.1 Europeiske produsenter.....	12
4.2.2 Amerikanske produsenter	13
4.2.3 Los Angeles og Long Beach.....	14
4.2.4 Ladepunkter i havna og på Alnabru.....	14
4.3 Elektrisk trekkvogn med induktiv lading ved endepunkt.....	15
4.4 Elektrisk trekkvogn som benytter pantograf	15
4.5 Elektrisk trekkvogn som benytter ladeskinne i veggen	17
5. Teknologivalg – rivende utvikling	19
6. Mulig forretningsmodell i pilotprosjekt.....	20
6.1 Alnabru	20
6.2 Klemetsrudanlegget.....	20
6.3 Generelle momenter.....	20

2. Om oppdraget

Denne mulighetsstudien er gjort på oppdrag for Statens Vegvesen (SVV). Oppdraget kan ses i sammenheng med forskningsprosjektet ELinGO hvor SVV også er prosjekteier sammen med flere partnere. Forskningsprosjektets mål er å utrede mulighetene for elektrifisering av vegtransport langs E39 fra Stavanger til Trondheim. Forskningsprosjektet vil ikke i seg selv føre fram til realisering av elektriske løsninger, men fremskaffe kunnskapsgrunnlaget for løsningene.

Mulighetsstudien skal beskrive muligheter og forutsetninger for realisering av et pilotprosjekt for elektrisk tungtransport. Prosjektets oppdragsgivere i SVV er vegdirektoratets forsknings- og utviklingsprogram for bylogistikk ved Toril Presttun og Tom Eirik Nørbech.

En rammebetingelse i oppdraget er at prosjektet skal beskrive løsninger for helelektrisk drift av tungtransport, det vil si tunge lastebiler med totalvekt 50-60 tonn. I Europa finnes ikke slike industrialiserte løsninger. Mulighetsstudien utreder derfor umoden teknologi.

I forbindelse med oppdraget er det holdt en rekke møter med mulige partnere i et pilotprosjekt: Oslo Havn, Enger Transport, Bring, Siemens, SSV region Øst, Energigjenvinningsetaten i Oslo Kommune, Cargonet, Scania. Det har også vært kontakt med Volvo.

Prosjektleder og forfatter har vært Erling Sæther.

3. Grunnleggende data

3.1 Oslo containerhavn

Oslo Havns containerterminal er landets største og håndterer årlig omlag 200 000 TEUs. Terminalen driftes av det tyrkiske selskapet Yilport. Yilports kunder er rederiene som benytter terminalen. Rederiene har stort sett ansvar for sjøfrakten kai-kai av fulle og tomme containere. I hovedsak er det såkalte feederredier som bringer containere sjøveien fra de store containerhavnene i Europa til Oslo Havn. De største er Rotterdam og Bremerhafen. Lossing av containere med kran fra skip til kai og «stacking» av containere er Yilports ansvar, mens den landbaserte frakten av containere oftest ivaretas av vareeierne eller speditører på vegne av vareeiere. Til å kjøre containere til og fra kunder benytter vareeiere eller speditører et antall bilselskaper som står for containertrekkingen.



Den nye containerhavna på Sjurøya i Oslo

I tillegg til selve trekkvogna disponerer bilselskapene også chassis, ofte med «sidelastere», der mottakerkunden selv ikke disponerer containertruck til lossing av container.



Trekkbil med 45 fots container på chassis



Trekkbil med chassis og sidelaster

3.2 Transportvolum over containerhavna

Antall tonn og containere over Oslo havns containerterminal i 2016 vises i tabellene nedenfor

Oslo cont.terminal		TEUs 2016	TEUs tonnasje		2016
Losset	Innenriks	1 322	Innenriks	7 400	
	Utenriks	105 614	Utenriks	923 709	
Lastet	Innenriks	11 326	Innenriks	330	
	Utenriks	83 601	Utenriks	270 021	
Sum		201 863	Sum	1 201 460	

Kilde: SSB

Ca 202 000 TEUs (20 fots containerenheter) tilsvarer anslagsvis 140 000 enkeltturer med trekking av containere. Snittvekt lastet tonnasje var ca 6 tonn last pr TEU. I realiteten har containere med last en høyere vekt, anslagsvis 10 tonn, mens det er et større antall tomcontainere som trekkes i retur til havna eller andre Oslofjord-havner pga at retningsbalansen av last import/eksport er ca 70/30.

Totalt var det 1,2 mill tonn last over containerterminalen med lo-lo skip (lift on-lift off med containerkraner).

Det er vanskelig å kartlegge det totale energiforbruket containertrekkingen medfører. Om det gjøres en forutsetning om at snittstrekningen for en rundtur med containertransport fra/til Yilport er 60 kilometer og dieselforbruket er det samme som SSB benytter i sine beregninger, dvs 4,5 liter forbruk pr mil, vil dieselforbruket utgjøre 3,2 mill liter diesel.

	TEUs 2016 1)	Antall tonn containertransport 1)	Enkeltturer bil 2)	Km produksjon rundturer 3)	Diesel forbruk 4)	Tonn CO2 5)	Tonn Nox 6)	KWh 7)
Totalt fra Yilport	202000	1,2 mill	140 000	8 400 000	3 780 000	9 798	25	41 580 000

Merknad:

- 1) Kilde SSB, Havnestatistikken
- 2) Beregnet turer hvor 70% kjøres med 20 fots ct og 30% med 40/45 fots ct. Beregnet enkeltturer 30 km
- 3) Posisjonskjøring kommer i tillegg.
- 4) Kilde SSB dok 2015/22
- 5) Kilde Klimadirektoratet utslippsfaktor 2,592 for B7
- 6) Kilde BEEFA, SSB dok 2015/22. Beregnet bilpark EuroIII 5%, EuroIV 10%, EuroV 50%, Euro VI 40%, 3g/km
- 7) Omregningsfaktor 11

Beregnet Volum og energiforbruk for containertransporten fra Oslo containerterminal 2016

Til sammenligning håndterte Oslofjordhavnene Oslo, Moss, Borg, Drammen og Larvik ca 420 000 TEUs med 2,8 mill tonn last i 2016.

3.3 Bilselskaper som trekker containere

Operatørselskapet Yilport oppgir følgende bilselskaper som tilbyr trekketjenester:

Transportselskap	Transportselskap
Enger Transport AS	Kaffetrans
Bring Cargo AS	Andersen&Mørck AS
Collicare AS	Team Relocations as
DSV AS	Norsteve AS
Trekkern	

Av de nevnte bilselskapene er Enger Transport og Bring Cargo markedsledere.

Det er holdt møter med begge disse selskapene. Bring kan være innstilt på å delta i et pilotprosjekt, men understreker at de neppe har mulighet til å påta seg merkostnader i investering og drift av elektriske vogntog eller infrastruktur i pilotprosjektet.

3.4 Jernbanespor til havna

Det er jernbanespor mellom sydhavna/Sjursøya og Alnabru. Den delen av sporet som ligger innenfor havnas område er privat, og havna er infrastruktureier for denne delen som ikke er elektrifisert. Linjen fortsetter som offentlig spor via Bane Nors banegård i Lodalen opp Brynsbakken til Alnabru.

Jernbanesporer benyttes i dag til frakt av flydrivstoff til Gardermoen med i snitt en togavgang i døgnet. Toget trekkes med diesellokomotiv til Lodalen og med elektrisk lok fram til Gardermoen.

I møte med Oslo Havn fremkommer det at mulighetene for elektrifisering av sporet har vært vurdert flere ganger. Det er utfordrende å elektrifisere sporet helt ned i havna. Det forutsetter muligens flytting av fylleanlegget for drivstoff, samt rivning av bygningsmasse og flytting av spor for å forhindre konflikt mellom biltrafikk og toglinje.

Drammen har nå fått offentlig spor med tilhørende offentlig terminaltomt på Holmen i tilknytning til Drammen havn. Om det er aktuelt fortsatt å elektrifisere sporet i Oslo kan det vurderes om ansvaret bør flyttes til Bane Nor og at det blir statens ansvar å elektrifisere og drifte sporet.

3.5 Transportkorridor – to alternativer

Ut fra samtaler med representanter fra Oslo Havn har det vært nevnt flere aktuelle strekninger fra Oslo Havn. Logistikkområdene på Regnbuen (Oppegård), Langhus (Ski), Berger (Skedsmo) og Vestby har vært nevnt. Det pekes likevel på følgende aktuelle transportkorridorer med et fast transportmønster med lastebiler som driver skytteltrafikk på faste strekninger:

3.5.1 Korridoren Yilport - Alnabruområdet.

Alnabruområdet defineres som samlast-, spedisjons- og grossistbedrifter i og nær Alnabruterminalen. Containervolumet i tonn til dette området anslås til ca 500 000 tonn, tilsvarende ca 83 000 TEUs samt godstogtrafikken derfra. Antallet bilturer kan anslås til 50-70 000 tilsvarende 240 bilturer pr virkedag.

	TEUs 2016 1)	Antall tonn containertransport 1)	Enkeltturer bil 2)	Km produksjon rundturer 3)	Diesel forbruk 4)	Utslipp Tonn CO2 5)	Utslipp tonn Nox 6)	KWh 7)
Totalt TEUs til Alnabruområdet	83 000	500 000	60 000	1 560 000	702 000	1 818	5	7 722 000

Merknad:

- 1) Kilde Oslo Havn, anslag
- 2) Beregnet turer hvor 70% kjøres med 20 fots ct og 30% med 40/45 fots ct. Beregnet enkelttur 13 km
- 3) Posisjonskjøring kommer i tillegg.
- 4) Kilde SSB dok 2015/22
- 5) Kilde Klimadirektoratet utslippsfaktor 2,59 for B7
- 6) Kilde BEEFA, SSB dok 2015/22. Beregnet bilpark EuroIII 5%, EuroIV 10%, EuroV 50%, Euro VI 40%, 3g/km
- 7) Omregningsfaktor 11

Beregnet volum og energiforbruk for containertransporten til Alnabruområdets terminaler og lagere

Både de store samlastbedriftene, som Schenker og Bring omfattes av dette volumet men også varegrossister som Bama som ligger i samme området.

Jernbaneselskapet Cargonet er også en stor oppdragsgiver for slik containertransport. Denne containertrekkingen går mellom Yilports terminal og Cargonets ankomstpunkt på Alnabru-terminalen. Containerne blir derfra lastet direkte på tog og fraktes videre på det norske jernbanenettet.

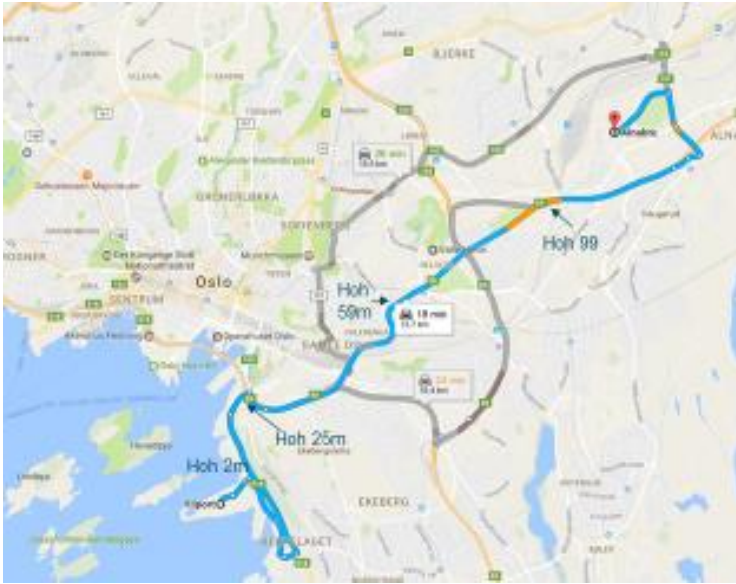
Det årlige volumet til Alnabru i regi av Cargonet er 7000 containere (ikke TEUS) tilsvarende ca 5000 bilturer eller ca 20 enkeltturer pr virkedag. Erfaringsmessig utføres trafikken i skytteltrafikk av et fåtall dedikerte biler som går i skytteltrafikk. I så fall skulle det ligge til rette for et pilotprosjekt for elektrifisering av 2-3 trekkbiler.

	TEUs 2016 1)	Antall tonn containertransport 1)	Enkeltturer bil 2)	Km produksjon 3)	Diesel forbruk 4)	Utslipp CO2 5)	Utslipp Nox 6)	KWh 7)
Totalt til Cargonet	7000	42 000	5 000	130 000	58 500	152	0,4	643 500

Merknad:

- 1) Kilde Oslo Havn, anslag
- 2) Beregnet turer hvor 70% kjøres med 20 fots ct og 30% med 40/45 fots ct
- 3) Posisjonskjøring kommer i tillegg.
- 4) Kilde SSB dok 2015/22
- 5) Kilde Klimadirektoratet utslippsfaktor 2,59 for B7
- 6) Kilde BEEFA, SSB dok 2015/22. Beregnet bilpark EuroIII 5%, EuroIV 10%, EuroV 50%, Euro VI 40%, 3g/km
- 7) Omregningsfaktor 11

Anslag volum og energiforbruk for containertrekkingen til Cargonet



Transportstrekning av containere fra Yilport til Alnabru

Den aktuelle strekningen er illustrert på kartet. Den er på 13 kilometer og transporttiden er på 18-20 minutter. Det er en høydeforskjell på 126 meter. Fram til Ekebergtunnelen er det en høydeforskjell på 23 meter. Ved utgangen av Vålerengatunnelen er det ytterligere 34 meters stigning. Ved kryss E6/rv150 (Teisenkrysset) er det ytterligere stigning på 40 meter.

Fram til avkjøring ved Trosterudkrysset er det ytterligere en stigning til 126 meter

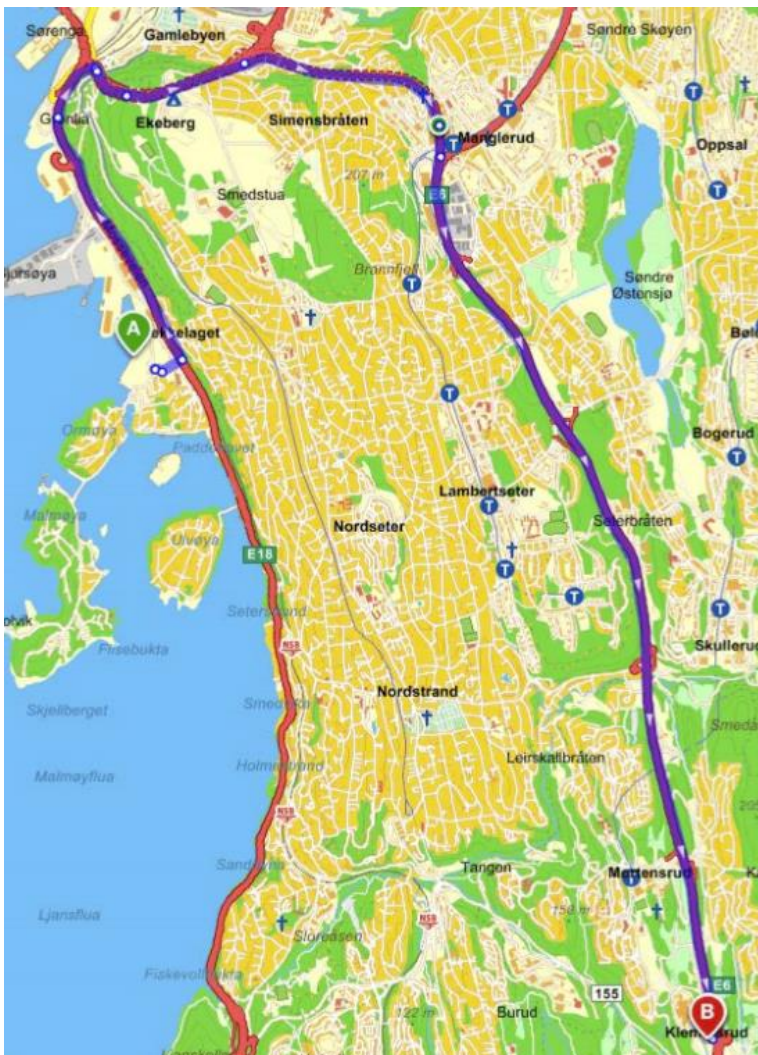
Traseen for øvrig er fra rundkjøring fra porten til Yilport: Ca 500 meter langs Kongshavnveien (privat Oslo Havn) til nyanlagt rundkjøring og av/påkjøringsrampe til E18

(Mosseveien) fram til rundkjøring og inn Ekebergtunnelen, ca 1 km, deretter Vålerengatunnelen og videre langs E6 til avkjøring Trosterudkrysset, ca 6,7 km, (kryss 40), videre rv191 (Nedre Kalbakkvei) til rundkjøring Alfasetveien, ca 700m og deretter Alfasetveien til Cargonets port, ca 800m. Fra påkjøring fra Kongshavnveien til kryss 40 (ca 10 km) er det firefelts/seksfelts vei.

3.5.2 Korridoren Klemetsrud – Oslo Havn.

Oslo kommune ved Energigjenvinningsetaten (EGE) har sammen med Gassnova utredet muligheten for å fange 315 000 tonn CO₂ per år fra det avfallsbaserte energigjenvinningsanlegget på Klemetsrud. Dette utgjør cirka 90 prosent av Klemetsrudanleggets totale CO₂-utslipp.

Siden EGEs anlegg på Klemetsrud ikke har nær tilgang til kai, har det vært gjort et grundig arbeid for å utrede ulike transportmuligheter av CO₂ fra fangstanlegget til Oslo havn for mellomlagring og videre utskipping. Transport i rørledning med forskjellige traséer (over land og langs sjøbunn), tankbiler og tog har blitt vurdert. Vurderingene i mulighetsstudien tilsier at transport med tankbil foreløpig fremstår som den beste løsningen. Det vil i neste fase av prosjektet vurderes om andre drivlinjer på tankbilene kan benyttes for å redusere klimagassutslipp til et minimum (biodrivstoff/elektrisk/hydrogen).



Mellomlagring er foreslått lagt til Ormsundkaia på grunn av tilgjengelig areal og mulighet for skipsanløp. Volumet er så stort at om det skal skje med bil, er det snakk om tunge lastebiler i skytteltrafikk.

Den mest aktuelle kjørestrekningen er E6 langs hovedvegssystemet fram til Ryenkrysset, derfra Svartdalstunnelen til utløp Ekeberg tunnelen og derfra langs E18 Mosseveien til Sydhavna. Strekningen er totalt på 12 kilometer. Andre kjørestrekninger anses for mindre aktuelle fordi trasèene går gjennom boligområder.

Lastebiltransport fra Klemetsrud og ned til Oslo havn vil øke trafikkbelastningen i Oslo. I utgangspunktet er det beregnet et behov for 30 lastebiler pr døgn. En slik løsning basert på konvensjonelle fossilbaserte trailere vil gi økte klimagassutslipp og er ikke en ønsket løsning, men ved å ta i bruk trailere som bruker biodrivstoff vil CO₂-utslippene være klimanøytrale (bruk av biodrivstoff vil dog fortsatt resultere i lokale utslipp av NO_x og støv).

Elektrisk drevne trekkvogner som kan trekke tankvognen er under utprøving blant annet i Tyskland, og en videre studie om disse trekkvognene kan brukes i dette tilfellet bør utredes videre. Et annet alternativ som bør utredes er mulig bruk av hydrogen som drivstoff.

(Ovenstående er tekstutdrag fra Oslo og Energidepartementets/Gassnovas mulighetsstudie for CO₂-håndtering i Norge 07/2016)

Det er holdt møte med EGE/Klemetsrudanlegget om muligheten for helelektrisk tungtransport. Klemetsrudanlegget AS, som er et heleiet selskap av Oslo kommune, ser positivt på å delta i et pilotprosjekt med sikte på full elektrifisering transporten av flytende karbon til havna.

Anlegget vil tidligst være i drift fra 2021/22 og er avhengig av en beslutning om igangsetting av karbonfangstprosjektet, ventelig medio 2018.

Om det gjøres en forutsetning om at tankbilene kan laste 20 tonn last vil volum, forbruksdata og energiforbruk beregnes slik som tabellen nedenfor.

	Tonn CO2	Enkeltturer bil 2)	Km produksjon 3)	Diesel forbruk 4)	Utslipp tonn CO2 5)	Utslipp tonn Nox 6)	KWh 7)
Volum og energiforbruk Klemetsrudanlegget-Oslo Havn	400 000	20 000	480 000	216 000	559	0,5	2 376 000

Merknad:

- 1) Mulighetsstudie Oslo Kommune/OED/Gassnova
- 2) Beregnet last per biltur 17 tonn
- 3) Posisjonskjøring kommer i tillegg.
- 4) Kilde SSB dok 2015/22
- 5) Kilde Klimadirektoratet utslippsfaktor 2,592 for B7
- 6) Kilde BEEFA, SSB dok 2015/22. Beregnet bilpark 100% EuroVI-motorer, 1g/km
- 7) Omregningsfaktor 11

Volum og energiforbruk for biltransport av barbonfangsten fra Klemetsrudanlegget

. Det er uklart hvor lang tid lasting og lossing fra hentested til leveringstid vil ta. Om dette kan effektiviseres til minimalt tidsforbruk ved henting og levering vil bilbehovet kunne reduseres ned mot 10-15 biler.

4. Kjøretøyteknologier/konsepter

Denne evalueringen av alternative elektriske kjøretøyteknologier/konsepter er basert på litteraturstudier, hovedsakelig fra prosjektnotater i regi av ELinGO, rapporter i regi av de svenske innovasjonsprosjektene Elways og eHighways samt studietur dit i regi av ELinGO samt møter med en rekke aktuelle samarbeidspartnere. Markedet for elektriske lastebiler over 3,5 tonn er for tiden meget umodent.

4.1 Energibehov for tunge kjøretøy

Helelektrisk trekkvogn som kan håndtere en totalvekt på inntil 50 tonn finnes ikke i Norge i dag. Det må påregnes at et vogntog dimensjonert for 50 tonns totalvekt med stigning på opp mot 130 meter på strekningen fra Oslo Havn til Alnabru forbruker 2,3 kwh pr kilometer tilsvarende 4,5-5 liter diesel pr mil. El-motorer er langt mer energieffektive enn dieselmotorer som har en effekt på 30-40 prosent. Nærmere beregninger vil avklare om kraftbehovet derfor kan være noe lavere.

En rundtur fra Oslo Havn til Alnabru og tilbake er på 26 kilometer. For robustisitetens skyld må batteri- og motorkapasitet dimensjoneres for minst 50 kilometer før lading. Batteriene bør derfor ha en kapasitet på minst 200 kwh når en skal ta hensyn til lading innenfor 20 til 80 prosent kapasitet.

4.2 Elektrisk trekkvogn med konduktiv lading ved endepunkt

4.2.1 Europeiske produsenter



BMW-gruppen har ved hjelp av det nederlandske selskapet Terberg fått utviklet en trekkvogn med kapasitet totalvekt 40 tonn til å frakte deler til deres produksjon av el-biler i München og Leipzig. Rekkevidden er 80 km og ladetiden er tre timer¹

Det finnes, så vidt vites, tre lastebiler/distribusjonsbiler med lasteevne inntil 10 tonn i Norge, bestilt av grossistselskapet Asko, støttet av Enova. Disse bilene er oppgitt med en rekkevidde på 20 mil før lading. Realistisk rekkevidde er på 10-15 mil.

¹ <http://www.electric-vehiclenews.com/2016/11/bmw-and-transport-and-logistics-service.html>

[Askos el-distribusjonsbil](#)

Daimler Benz (Mercedes) lanserte høsten 2016 en 10-tonns lastebil (26 tonns totalvekt) av distribusjonstypen med rekkevidde på inntil 20 mil. Fabrikanten hevder bilen kommer i serieproduksjon fra 2020.

[Daimler Benz el-distribusjonsbil](#)

Volvo har utviklet en helelektrisk buss med rekkevidde på ca 12-15 kilometer og med konduktiv lading, for eksempel på endeholdeplass ved hjelp av pantograf

[Volvo og Siemens analyse av el-buss i Oslo](#)

4.2.2 Amerikanske produsenter

Amerikanske produsenter av elektriske lastebiler vokser fram. I tillegg markedsfører det kinesiske selskapet BYD både lastebiler, trucker, terminaltraktorer, busser og personbiler med elektrisk drift i USA.

VEHICLE	T9	
Dimensions	Length	25.4 ft
	Width	97.4 in
	Height	118.8 in
	Wheelbase	177.2 in
	Curb Weight	23,589 lbs
	GCWR	120,000 lbs
Performance	Top Speed	56 mph
	Max Gradeability	20%
	Range	92 miles
	Turning Radius	31.5 ft
	Approach/ Departure Angle	27° / 30°
	Chassis	Suspension
Brakes		Pneumatic Disc Brakes, ABS, Regenerative braking
Tires		11 R 22.5
Powertrain	Motor Type	AC Permanent Magnet Synchronous Motor
	Max Power	241 hp x 2 = 482 hp
	Max Torque	1106 lbs-ft x 2 = 2,212 lbs-ft
	Battery Type	Iron-Phosphate
	Battery Capacity	188 kWh
	Charging Rate	80 kW
	Charging Voltage	480 V AC 3-phase
Charging Time	2.5 hrs	

Spesifikasjonen for deres største lastebiler gjengis til venstre. Det er en bil med 482 hestekrefter fordelt på to el-motorer, et 188 kWh-batteri og med oppgitt rekkevidde på 15 mil.

Ladetid er oppgitt til 2,5 timer.

En slik bil vil derfor neppe kunne benyttes mer en 2-3 rundturer til Alnabu før 2,5 timers lading, med den ladeteknologi som oppgis i spesifikasjonen.

Imidlertid har europeiske bilprodusenter målsetning om å utvikle vesentlig raskere ladeteknologi innen relativt kort tid. I løpet av 2018 har Volkswagen, BMW, Ford og Daimler planer om å få opp de første ladestasjonene med en

Tabellen er gjengitt fra BYDs amerikanske nettsider

<http://www.byd.com/usa/wp-content/uploads/2016/08/T9-final.pdf>

ladehastighet på 350 kW²). Med en slik teknologi vil det antakelig være mulig å få ladet opp på mindre enn en time. For Klemetsruds tilfelle vil dessuten forutsetningene for å få til flere rundturer per lading være mer gunstig enn for Alnabu, ettersom lasten her skal bringes nedover. Dette gir vesentlig mindre energibehov, og gir dessuten gode muligheter for regenerering av bremseenergi.

²<http://elbil.no/gar-sammen-om-meget-raskt-ladenettverk-i-europa/>

4.2.3 Los Angeles og Long Beach

De regionale myndigheter i Los Angeles området og omkringliggende fylker har satt i gang et utviklingsprosjekt for elektrifisering av containertransporten fra Los Angeles havn og Long Beach. Til sammen er havnene blant verdens største med 15 millioner TEUs årlig. Det er om lag 10 000 lastebiler som trekker containere til nærliggende jernbaneterminaler og logistikksentere. Myndighetene ønsker å bidra til rensing av

lufta både når det gjelder klimautslipp og lokal forurensing. Et pilotprosjekt med 43 elektriske lastebiler er igangsatt hvor flere leverandører av utslippsfrie kjøretøy deltar. Oversikt over leverandører vises i tabellen.

	Balqon	TransPower	US Hybrid	Vision
Transmission	Automatic (dual mode)	Automated Manual Transmission	Automatic	Direct Drive two-speed rear end
Battery Pack/ Fuel Storage	380 kWh LiFePO ₄	269 kWh LiFePO ₄	300 kWh Li-ion (NCA)	130 kWh LiFePO ₄ / 20 kg H ₂
Charger	160 kW FC; DC-DC FC with 500 kWh energy storage unit	Two 70 kW on-board Inverter-Charger Units (ICU)	120 kW FC; 6.6 kW on-board Level 2 charger (backup)	Level 2 charger
Recharge/ Refuel Time	3 hrs (160 kW) 1 hr (DC-DC FC)	4 hrs (70 kW ICU)	3 hrs (120 kW FC)	8 hrs (Level 2)/ 10-15 min H ₂
Range	100-150 miles	70-100 miles	100 miles	200 miles

Leverandører og lastebiler i pilotprosjekt elektriske containertrekker i Los Angeles og Long Beach

<http://longtailpipe.com/document/zero-emission-heavy-duty-drillage-truck-demonstration-scaqmd/>

Volvo har også en pilot i Los Angeles havn basert på en strømskinne i luft og lastebil med pantograf lignende med løsninger som utprøves i Sverige.

4.2.4 Ladepunkter i havna og på Alnabru

Etter møter med representant for Oslo Havn og representant for Bane Nor gis det signal om at det er mulig å lokalisere depot for lading ved endepunkt både på Sjursøya/Sydhavna og ved Bane Nors ankomstområde på Alnabru



Det er også holdt møte med ledelsen i Cargonet AS som stiller seg velvillig til å delta i et pilotprosjekt for elektrifisering av containertrekkingen som de får utført av underleverandører mellom Yilport og ankomst jernbaneterminalen på Alnabru.

Cargonet presiserer at de- som den øvrig transportvirksomhet ikke har økonomisk evne til å bære merkostnader ved investering og drift av elektriske biler med tilhørende infrastruktur.

4.3 Elektrisk trekkvogn med induktiv lading ved endepunkt

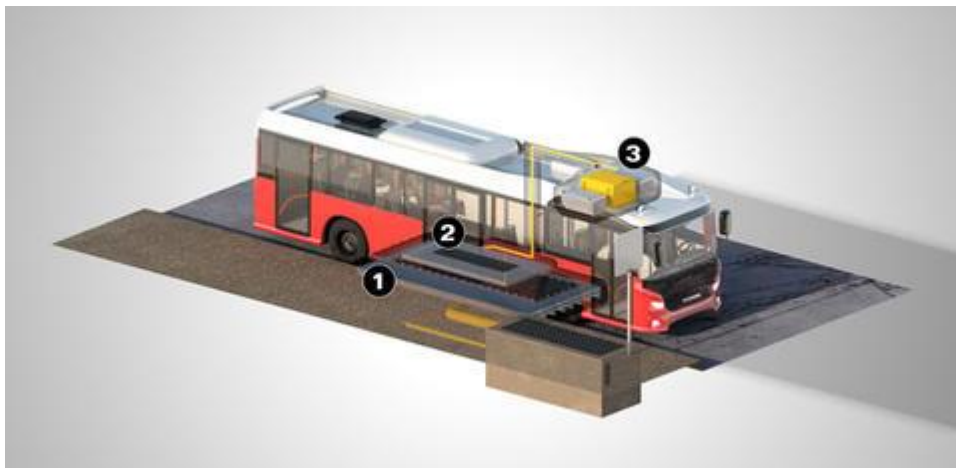
Det er ikke utviklet løsninger for tunge vogntog med induktiv lading. Derimot har Scania utviklet en løsning for bybusstrafikk.

Prosjektet har en total kostnad på SEK 38 mill hvorav Scania bidrar med 22 mill og energimyndigheten i Sverige med 10 mill kroner. Det er et forskningsprosjekt med samarbeidspartnere SL (Stor Stockholms Lokaltrafik), Kungliga Tekniska Høgskolan og Sødertälje by.

Syv minutters lading gir nok kraft til å kjøre den planlagte bussruten på 10 kilometer før neste lading må skje.

[Scania el-buss med induktiv lading](#)

Bussen er en hybridløsning som også har en dieselmotor som slår inn ved tomt batteri.



Ladestasjon ligger under bakken (1) Mottakerenhet (2) tar opp energi fra ladestasjon uten fysisk kontakt og lader batteriet (3)

4.4 Elektrisk trekkvogn som benytter pantograf

Elväg E16 er et utviklingsprosjekt for elektrisk tungtransport med «trikkeskinne» og pantograf. Prosjektet eies av region Gävleborg og er lokalisert ca 20 kilometer øst for Gävle langs E16. E 16 starter i Gävle og ender i Bergen.

Prosjektet er kommet i stand gjennom en av flere statlig støttede innovasjonskontrakter og er organisert gjennom en PPP (public private project). Prosjektet har en total kostnad på SEK 77 mill hvorav privat andel er 44 mill.

Selve anlegget er levert av Siemens, mens energien leveres av Sandviken Energy. Selve ledningsnett er samme løsning som benyttes for trikk. En egen pantograf montert på en Scania lastebil leverer el-kraft til bilens elektriske motor samt lade strøm til bilens el-batterier. Strekingen hvor det er bygget ledningsnett er ca 2 kilometer. Når lastebilen nærmer seg det elektriske anlegget løftes pantografen automatisk ved hjelp av laserstyring og kobler seg til ledningsnett.

Lastebilen er en Scania parallellhybrid med EuroVI-motor med 264 Kw dieselmotor, en 139 kw elektrisk motor og et 100 kwh ladebatteri. Drivstoffet som benyttes på motoren er fossilfritt HVO, dvs at uansett om bilen drives av el-motor eller dieselmotor er den tilnærmet klimanøytral.



Scania parallellhybrid med EuroVI-motor og el-motor med kraft levert fra 100 kwh batteri ladet fra ladeledning og pantograf

[Elveg Siemens-Scania E16 Gävle](#)

Etter befaring på den aktuelle strekingen samt møter med Oslo Havn og operatørselskapet Yilport kan det slås fast at det ikke er plass nok eller lang nok strekning i havneområdet til å dekke en to kilometers ladestrekning med ledning og pantograf.

Den eneste aktuelle strekingen er om det kan monteres ladestreg i tunnelsystemet fra innkjøring Ekeberg-tunnelen via Nylandsbrua til utkjøring Vålerenga-tunnelen. Dette er en strekning på over 2 kilometer. Det kan også være aktuelt med kjørestreg i friluft etter Vålerengtunnelen langs E6 mot Trosterudkrysset.

Så vidt vites skal det aktuelle tunnel-systemet vedlikeholdes og oppgraderes i 2017.

Befaring gjennomført vedrørende strømskinne i tunneltak

Det er gjennomført en befaring med representant fra Statens Vegvesen og Siemens. Hensikten var å vurdere om det er mulig å etablere ladeskinne under tunneltak for lastebil i Ekebergtunnelen og Vålerengatunnelen inkludert strekningen mellom de to tunnelene over Lodalen.

Fra vegetatens side ble det fremholdt skepsis til en løsning med strømskinne i tunneltak på grunn av følgende momenter:

- Strøm på avveie (krypstrøm)
- Berøringsfare, høye kjøretøy (vogntog)
- Drift og vedlikehold, frekvens og varighet
- Akutte problemstillinger, stenging av tunnel
- Tunnelvask, sikkerhetsprosedyrer/sikkerhetsvakt
- Tunnelbrann, sikkerhet mot eskalering av problemet

En mulighet som bør undersøkes er å montere ladeledning fra utkjøring av Vålerengtunnelen mot Trosterudkrysset. Tilsvarende bør det undersøkes om deler av strekningen langs E6 fra Klemetsrudanlegget til Ryenkrysset kan elektrifiseres ved en slik «trolley»-løsning. En avklaring vil ventelig skje i forbindelse med et møte i SVV ultimo mars 2017.

Økonomi og kostnader

Siemens anslår et kostnadsanslag for drift av elektrisk lastebil basert på en «trolley»-løsning etter modell av Elvägs løsning i Gävle. En estimert kostnadsbesparelse per 100 000 km per kjøretøy, elektrisk drift utgjør 225 000,- Dette er energiforbrukskostnad ved elektrisk drift sammenlignet med dieseldrift.

Kostnadsbesparelse per kjøretøy er basert på:

- Pris på diesel: NOK 12,- /liter
- Pris på strøm: NOK 1,-/kWh
-

Estimert redusert CO₂-utslipp er 85 000 kg per kjøretøy basert på 100 000 kilometers utnyttelse pr år, forutsatt 100% ren energi.

Estimert kostnad på infrastruktur er anslått til 15-20 MNOK /km. For å lade lastebilen undervegs uten endepunktlading, trengs en ladestrekning på minst tre kilometer av totalstrekningen på 13 kilometer.

4.5 Elektrisk trekkvogn som benytter ladeskinne i vegen

Utviklingskonseptet Elways nord for Stockholm har som mål å fremme teknologi for å forsyne kjøretøyer fra vegen via en el-skinne. Prosjektets status nå er utprøving på et lukket testområde, men formålet er å det skal settes i drift med en eller to distribusjonsbiler fra PostNords terminal nord for Stockholm til Arlanda.

Konduktoren eller ladeskinnen er montert ned i vegbanen. Intensjonen er at løsningen skal gi trygghet for å gå i vegbanen. Den skal også fungere i alle tryper vær inklusive snø og is. Som for Siemens/Scantias Elvåg forutsetter systemet at kontakten fra bilen skjer via en adaptiv ladestreg som aktivt søker ladesporet i veggen

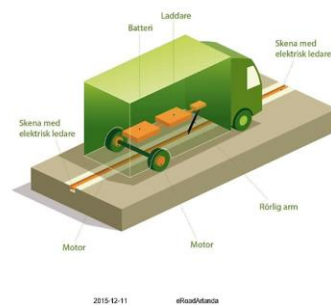
Som forsknings- og utviklingsprosjekt er dette fra Elways oppgitt å meget kostbart, uten at investeringskostnadene er kjent for oss. Det vises til linkene nedenfor



[Elways i Sverige](#)

[Lading via el-skinne i veggen](#)

[Teknikk for lading fra vegbane](#)



eRoadArlanda

Det finnes også andre liknende initiativ i Sverige, for eksempel konseptet ElonRoad ved Universitetet i Lund.

En rapport i regi av forskningsprosjektet ElinGo med beskrivelse av både Elvåg-prosjektet i Gävle, Elways i Stockholm og ElonRoad i Lund er under utforming og vil ventelig bli tilgjengelig via ElinGos nettsider.

5. Teknologivalg – rivende utvikling

Kjent teknologi pr i dag tilsier at det finnes helelektriske, tunge lastebiler i pilotdrift i USA og Europa. Felles for dem er at de trenger lading over 2,5- 3 timer etter 8-15 mils kjøring. . Imidlertid er det som tidligere nevnt konkrete planer for utvikling av ladeteknologi som vil kunne bringe denne tiden ned til antakelig i underkant av en time. Men det betyr likevel uproduktiv tilstand i deler av driftsdøgnet.

En transportoppgave med kontinuerlig skytteltrafikk over driftsdøgnet og som krever el-kraft slik det er beskrevet tidligere for 50-60 tonn lastebiler, trenger derfor lading undervegs. Det finnes utslippsfrie, hybride løsninger, det vil si med rekkeviddeforlenger ved hjelp av hydrogen celle, gassmotorer og ordinære dieselmotorer. Et kjent eksempel er lastebilen Nikola One og Nikola Two som utvikles i Utah, USA. Bilen har tilstrekkelig rekkevidde til kontinuerlig drift hvor batteriene lades ved hjelp av hydrogen celle undervegs.

Siden prosjektets oppgave er helelektrisk drift må et pilotprosjekt bygge på enten ladning undervegs, eventuelt kombinert med lading på endepunkter, eller lading bare ved endepunkter, men da basert på lengre ladetid.

Containertrekking fra havna til Alnabru særpreges av stigning på opp mot 130 meter på en 13 kilometers strekning. Tungtransport av flytende karbon går nedover fra Klemetsrudanlegget til havna, mens tomtransporten har stigning. Dette gir spesielt gode forutsetninger for en energieffektiv løsning med mange turer mellom ladesesjonene for et Klemetsrud-prosjekt. Selv om et Alnabru-prosjekt vil kreve mer batterikraft og hyppigere lading, er forutsetningene likevel ikke ugunstige, ikke minst med tanke på at det vil kunne gi en løsning for et stort transportvolum.

Uansett er produksjon av lastebiler og energiløsning av denne type ikke hyllevare. Løsningen må skreddersys for det enkelte tilfelle.

6. Mulig forretningsmodell i pilotprosjekt

6.1 Alnabru

Fra transportørers side fremgår det klart at merkostnad for anskaffelse og avskrivning på en helelektrisk trekkvogn må dekkes av ekstern partner eventuelt via offentlig virkemiddelapparat. Aktuelle partnere vil være private selskaper med begrenset evne til å ta et økonomisk ansvar i en relativt kostbar pilot.

En lavere driftskostnad, for eksempel netto innspart verdi ved overgang fra dieseldrift til el-drift kan inngå i kalkylen slik at merkostnad for slike dedikerte kjøretøyer kan dekkes av rimeligere drift. Likevel må det påregnes støttebehov til kjøretøyinvesteringer.

Avtale om kjøp av energi kan skje mellom transportør og el-leverandør på samme måte som transportør inngår avtale om kjøp av annet drivstoff.

Investering og eier av infrastrukturen kan være veiholder ved en løsning med lading under kjøring. Ved punktlading i havna og på Alnabru, kan eieransvaret ligge hhv til havna og til Bane Nor.

Om det statlige virkemiddelapparat forutsetter at det skal være en kommersiell søker kan det være aktuelt å danne et konsortium bestående av de nevnte parter som igjen har inngått egen avtale om eierskap og ansvar for de enkelte deler av totalprosjektet.

Et alternativ kan være at eier av ladeinfrastrukturen søker Enova om støtte til infrastrukturen og at transportør søker om støtte til investering i kjøretøyer enten til Enova eller til et nydannet næringslivets CO2-fond.

6.2 Klemetsrudanlegget

Transport av flytende karbon fra Klemetsrudanlegget preges av at partene er store offentlige organer, bedrifter og etater. Her kan det ligge til rette for store offentlige anskaffelser hvor private leverandører kan levere gode løsninger. Likevel ligger det fast at transportselskaper neppe kan bære en stor merkostnad i forhold til tradisjonell drift. Merkostnaden må dekkes gjennom transportprisen eller via det offentlige virkemiddelapparatet.

6.3 Generelle momenter

Øvrige viktige momenter i et avtaleverk må ivaretas, eksempelvis slik det er beskrevet i ElinGos foreløpige rapport om forretningsmodeller:

- Eierskap til infrastruktur må være avklart
 - Klare ansvarlinjer ved driftsstans, ulykker og liknende
 - Risiko for transportører som bruker infrastrukturen kan reduseres gjennom kompensasjonsordning ved driftsstans (slik som eksisterer i dag for godstrafikk på jernbanen)
- Betalingsløsninger må være fleksible og rettferdige
- Stabile og forutsigbare regulatoriske ordninger er en forutsetning for investeringer.

Et pilotprosjekt bør kunne sannsynliggjøre at teknologien er anvendbar i større skala. I realiteten er en strømskinne over vegen ikke annet enn den kjente teknologien fra trikk eller trolleybuss. Slik sett er teknologien velprøvd.

Prosjektet bør også kunne vise til en positiv kontantstrøm som kan vise at driften kan fortsette etter at støtteperioden er over.

Verdiskapningspotensialet kan være betydelig. Selv om norsk industri ikke bygger kjøretøyer er energisektoren betydelig både når det gjelder teknologimiljøer og ren energi. I det nylig fremlagte «Vegkart for næringslivets transport – med høy mobilitet mot null utslipp i 2050»³ (NHO, LO og 11 landsomfattende organisasjoner) anslås verdiskapningspotensialet i et grønt skifte i transportsektoren for 65 mrd kroner. Dette gjelder alle grønne energiformer, men elektrisk drift er en betydelig del av dette. Elektrisk drift er ifølge rapporten den foretrukne løsningen på lang sikt, men biodrivstoff er på kort sikt nødvendig for å oppfylle Norges forpliktelser om 40 prosent CO₂-reduksjon innenfor ikke kvotepliktig sektor (i hovedsak transport og landbruk) innen 2040.

³ <http://www.gronnkonkurranskraft.no/files/2016/10/N%C3%A6ringslivets-transporter-Veikart-med-h%C3%B8y-mobilitet-mot-null-utslipp-i-2050.pdf>