

# VURDERING AF DRIVMIDLER TIL RENOVATIONSBILER

## INDHOLD

1	Indledning og formål	1
2	Drivmidler til renovationsbiler	2
3	Vurdering af drivmidler	3
3.1	Praktiske faktorer	3
3.2	Miljø	7
3.3	Økonomi	9
3.4	Samlet vurdering	12
4	Vurdering af kørselsrækkevidden for elbiler	13
5	Vurdering af muligheder for implementering via udbud	15

### 1 Indledning og formål

Forsyninger, kommuner og affaldsselskaber har et øget fokus på at reducere miljøpåvirkninger fra bl.a. håndtering af affald, herunder affaldsindsamling. Anvendelse af alternative drivmidler til renovationsbilerne vurderes at være en effektiv måde at opnå emissionsreduktioner fra affaldsindsamlingen.

De sidste 10 år har der været en stor udvikling indenfor alternative drivmidler til renovationsbiler og mange leverandør (f.eks. Scania, Phoenix, Volvo, Renault m.m.) tilbyder på nuværende tidspunkt renovationsbiler, som kører på andre og mere miljøvenlige drivmidler end diesel.

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.	VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
A227626	1	3.0	6. maj 2021	Notat	TLHA/DEJE	MENO	MENO

Favrskov Forsyning, Renosyd og Reno Djurs har bedt COWI om at udarbejde en vurdering af drivmidlerne HVO (biodiesel) og eldrift kontra traditionel dieseldrift for renovationsbiler, samt hvilke fordele og ulemper der er ved de nævnte drivmidler set ud fra en praktisk anvendelse, et miljømæssigt synspunkt og de økonomiske konsekvenser.

Formålet med dette notat er at indhente og opsamle viden om de nævnte alternative drivmidler for renovationsbiler, så hvert selskab fremadrettet kan tage stilling til, hvilke krav der eventuelt skal stilles til drivmidler til renovationsbiler i et kommende udbud.

Naturgas/biogas er ikke inkluderet i undersøgelsen. Denne løsning er tidligere undersøgt for Reno Djurs<sup>1</sup> og konklusionen blev, at gas ikke kan anbefales til dette specifikke opland, da der for Reno Djurs er langt til nærmeste eksisterende gastankstation (Silkeborg) og da området ikke er dækket af naturgasnettet, hvilket vanskeliggør/fordyrer etablering af nye tankanlæg. Samme forhold gør sig gældende for store dele af det øvrige opland for opdragsgiverne til nærværende notat (RenoSyd og Favrskov Forsyning).

## 2 Drivmidler til renovationsbiler

COWI har udarbejdet en vurdering som inkluderer følgende typer af drivmidler til renovationsbiler:

- > Diesel (evt. med eldreven lift og komprimatorenhed)
- > HVO (evt. med eldreven lift og komprimatorenhed)
- > El

Der er således ikke lavet en vurdering af andre alternative drivmidler, f.eks. naturgas, biogas, biodisel (FAME), bioetanol, GTL, brint og metanol, der også kan anvendes i transportsektoren.

**Diesel:** I de fleste danske kommuner anvendes i dag diesel til affaldsindsamlingen.

**HVO (biodiesel):** HVO står for Hydrotreated Vegetable Oil og er fremstillet af affalds- og restprodukter fra industri og landbrug (2. generation), samt vegetabiliske olier (1. generation). HVO bliver brintbehandlet, så den opnår de samme egenskaber som fossil diesel. HVO blandes allerede i dag med almindelig diesel til et indhold på 7 %, men kan også bruges rent, dvs. at der ikke er en iblandingsgrænse for anvendelse i almindelige dieselmotorer. HVO opfylder normen EN 15940, som langt de fleste motorfabrikanter godkender.

**Eldreven lift og komprimatorenhed** kan monteres på renovationsbiler til diesel og HVO. En eldreven lift og komprimatorenhed vil reducere forbruget af det primære drivmiddel (diesel eller HVO) til gengæld for et vist elforbrug.

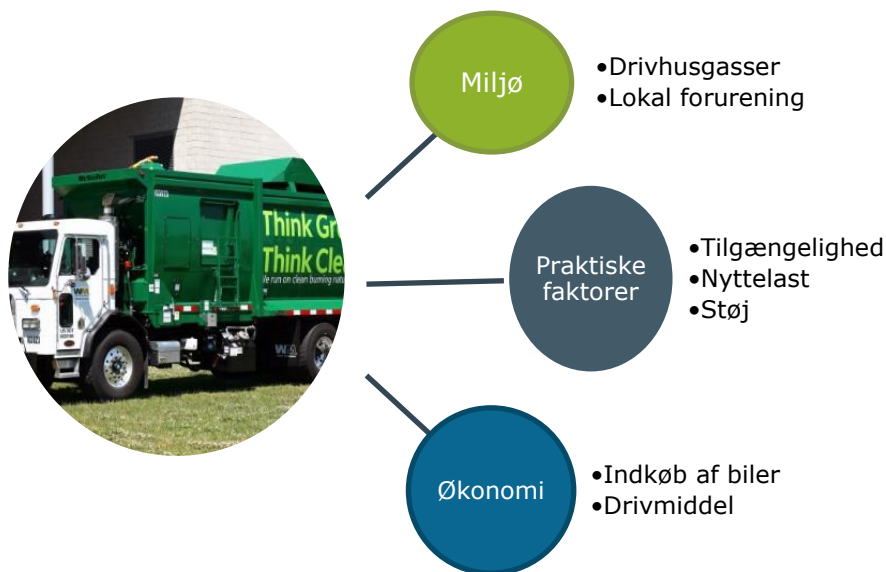
---

<sup>1</sup> Vurdering af alternative drivmidler. Affaldskontoret for Reno Djurs. Maj 2018.

**El:** Eldrevne renovationsbiler anvender el til hovedmotor, samt komprimator og lift. Bilerne kan oplades om natten på stillepladsen.

### 3 Vurdering af drivmidler

De forskellige drivmidler til renovationsbilerne vurderes ud fra en række anvendelsesmæssige faktorer samt miljø og økonomi.



#### 3.1 Praktiske faktorer

For hvert drivmiddel beskrives anvendelsesmæssige faktorer, der medtages i vurderingen, som f.eks. tilgængelighed, tankning, påvirkning af nyttelast og støj.

##### 3.1.1 Diesel

På nuværende tidspunkt anvendes diesel fortsat til affaldsindsamlingen i mange danske kommuner. EURO-normerne definerer køretøjets teknologiudvikling samt emissionsniveau. Den nyeste EURO-norm på markedet er EURO-VI, som været på markedet siden 2014, og hovedparten af renovationsbilerne på diesel overholder denne norm.

Diesel kan tankes fra renovatørens eget tankanlæg eller fra en almindelig tankstation.

Anvendelse af diesel påvirker ikke renovationsbilens nyttelast på 10-12 tons affald (diesel sættes som baseline).

Støjniveauet fra renovationsbiler, der anvender diesel, er målt til 80-85 dB.

### 3.1.2 HVO

HVO biodiesel fremstilles i dag typisk som et 2. generations HVO dvs. af affaldsprodukter af både vegetabilsk og animalsk oprindelse. Det er vigtigt at være opmærksom på, hvilke råvarer der anvendes til produktionen, da nogle producenter anvender planteolier, der alternativt kan anvendes til fødevarereproduktion. Der kan stilles krav i et udbud om, at der kun anvendes 2. generation HVO.

HVO kan anvendes direkte i almindelige dieselmotorer. Dette er en klar fordel, da der således kan skiftes til det renere og mere miljøvenlige drivmiddel uden at skulle investere i nye renovationsbiler.

AffaldVarme Aarhus A/S (Aarhus Kommune) har i de seneste indsamlingsudbud stillet krav om, at renovatøren skal anvende HVO. I alt er der p.t. ca. 20 stk. biodiesel-drevne indsamlingsbiler, som indsamler affald i Aarhus Kommune. Flere andre kommuner har også stillet krav om anvendelse af HVO som drivmiddel med krav om et eget lokalt tankanlæg.

Tilgængeligheden af HVO er i øjeblikket mindre end for de andre drivmidler. YX Erhvervs truckanlæg hos Scania i Ishøj åbnede i 2019 det første kommercielle tankanlæg med HVO i Danmark. Firmaet OK kan også levere HVO Biodiesel i Danmark i tankvogn. Der vil derfor reelt være behov for etablering af lokalt tankanlæg, hvis man ønsker at anvende HVO som drivmiddel (som det også ofte er praksis ved anvendelse af diesel).

Skift til HVO vil ikke ændre kørsels- og tankningsmønster ift. anvendelse af diesel. Dog vil man være afhængig af at skulle tanke på det specifikke lokale tankanlæg med HVO (og kan ikke anvende almindelige tankstationer).

Skift til HVO påvirker ikke nyttelasten ift. diesel.

I dag er brændstofprisen på HVO relativ høj. Det skyldes bl.a., at der ikke er etableret stor-skala-produktion i Danmark endnu. Ved øget efterspørgsel er det muligt, at prisen vil falde ift. niveauet i dag.

Støjniveauet er det samme som for dieselmotor (80–85 dB).



Figur 3-1 HVO-tankstation i Ishøj. Kilde: Lastbilmagasinet.dk

### 3.1.3 Eldreven lift og komprimator (diesel og HVO)

En eldrevne lift- og komprimatorenhed kan monteres på diesel- og HVO-drevne renovationsbiler. Ved at benytte en eldrevne lift- og komprimatorenhed reduceres forbruget af det primære brændstof (diesel eller HVO) med ca. 20 %<sup>2</sup>.

Driftserfaringer<sup>3</sup> fra biler med eldrevne lift og komprimator viser, at der ikke er udfordringer med kapaciteten af batteriet. Batteriet holder til de daglige antal tømninger og har derefter typisk, 10-20 % strøm tilbage. Batterierne lader i nogen grad op under kørslen. Hvis batteriet løber tør for strøm, kan man skifte over på dieselmotoren<sup>4</sup>.

Støjniveauet fra diesel- og HVO-bilerne reduceres ca. 10 % ved montering af eldrevne lift og komprimatorenhed, da motoren slukkes eller kører i tomgang, imens komprimatoren kører på el. Derfor mindskes også lokal forurening med bl.a. NO<sub>x</sub> og partikler.

Den mindre støj og lokal forurening medfører et forbedret arbejdsmiljø for renovationsmedarbejderne.

Ved anvendelse af en eldrevne lift- og komprimatorenhed reduceres nyttelasten på bilen med ca. 1,5 ton.

### 3.1.4 El

Eldrevne renovationsbiler kører på el fra elnettet. Denne el er som udgangspunkt et mix af de kilder, der producerer elektricitet. Det er dog muligt at købe

<sup>2</sup> Affaldskontoret, 2018: Vurdering af alternative drivmidler

<sup>3</sup> RenoSyd (personlig kommunikation, april 2021)

<sup>4</sup> RenoSyd (personlig kommunikation, april 2021)

”grøn strøm”, der dokumenterer, at strømmen er produceret på baggrund af vedvarende energikilder, f.eks. vind.

Eldrevne renovationsbiler produceres af flere producenter, f.eks. Phoenix, Mercedes Benz, Scania, Dennis Eagle m.fl. Der kan komme en forlænget leverings-tid på elbiler sammenlignet med dieslbiler.

Frederiksberg Kommune har anvendt eldrevne renovationsbiler fra 2013 og har i 2019 investeret i yderligere ni eldrevne renovationsbiler<sup>5</sup>. Sønderborg Forsyning og Rødovre Kommune benytter på nuværende tidspunkt også elektriske renovationsbiler til affaldsindsamling<sup>6</sup>. COWI skønner, at der i dag findes omkring 20-25 eldrevne renovationsbiler. Dette tal forventes at stige væsentligt i de kommende år, bl.a. fordi Københavns Kommune har en målsætning om at udskifte alle renovationsbiler til elbiler inden 2024 (i alt ca. 100 biler).

Brug af elbiler forudsætter etablering af ladestander til opladning af bilerne (typisk hos renovatøren). Opladningen af renovationsbilen tager typisk 6-9 timer.

Kørselsrækkevide er ca. 120 km ved blandet kørsel/affaldsindsamling og ca. 220 km i ren kørsel (landevej). Elbiler til renovationskørsel er derfor kun velegnede til relativt tæt bebyggelse med begrænset kørsel til afleveringssted (se nærmere i afsnit 4).

Eldrevne renovationsbiler har typisk et batteri med kapacitet på 200-300 kWh og en vægt på 1-2 ton, der principielt vil reducere nyttelasten på bilen sammenlignet med anvendelse af de andre drivmidler. Myndighederne tillader dog øget totalvægt på eldrevne biler og den reelle nyttelast påvirkes derfor ikke.

Støjniveauet fra en eldrevne renovationsbil er målt til ca. 65 dB, dvs. væsentligt lavere end for dieslbiler. Samtidig er der ingen lokal luftforurening fra eldrevne biler. Disse to faktorer medfører et forbedret arbejdsmiljø for renovationsmedarbejderne.



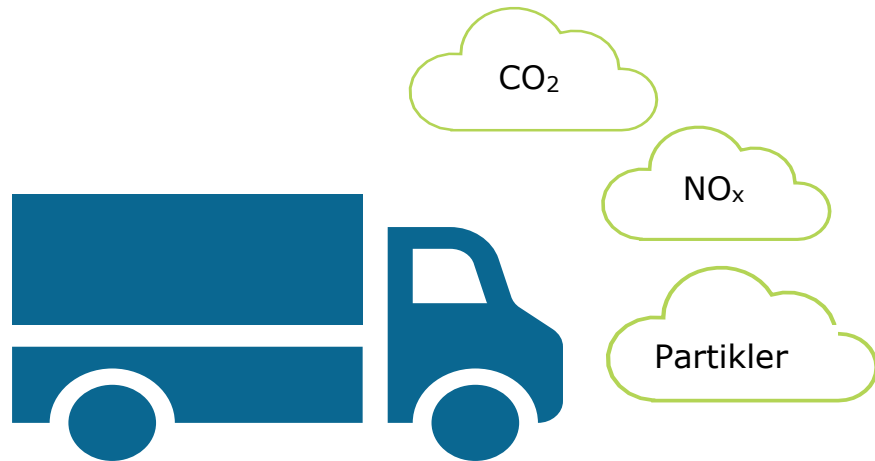
Figur 3-2 Elektrisk renovationsbil. Kilde: Frederiksberg Kommune.

<sup>5</sup> [https://www.energy-supply.dk/article/view/656729/frederiksberg\\_renovation\\_satser\\_pa\\_el](https://www.energy-supply.dk/article/view/656729/frederiksberg_renovation_satser_pa_el)

<sup>6</sup> <https://www.tvtsynd.dk/soenderborg/elektriske-skraldebiler-i-soenderborg-sparer-300-ton-co2-om-aaret>

### 3.2 Miljø

I det følgende bliver drivmidlerne sammenlignet i forhold til miljøpåvirkninger. I analysen inkluderes CO<sub>2</sub> (drivhusgasser), NO<sub>x</sub> (lokal miljøpåvirkning) og partikler (lokal forurening) samt andre væsentlige parametre.



#### 3.2.1 Forudsætninger - miljø

Forbrug af brændstof til indsamling af affald er baseret på erfaringstal fra tidligere lignende projekter. Disse er præsenteret i Tabel 3-1. Emissioner fra de forskellige drivmidler vises ydermere per ton affald i samme tabel.

Emissionsfaktorerne (samme tabel) for diesel er baserede på Energistyrelsens model om alternative drivmidler (AD-modellen, 2020 data)<sup>7</sup>.

Emissionsfaktorerne fra AD-modellen er ikke benyttet for HVO, da denne anvender 1. generations HVO (vurderes ikke relevant som miljøvenligt alternativ til diesel). Her anvendes emissionsfaktorer med en 90 % reduktion i CO<sub>2</sub>-emissionen i forhold til diesel, samt en 5 % reduktion i NO<sub>x</sub> og ingen reduktion i partikler<sup>8</sup>.

CO<sub>2</sub>-emissionen for el er baseret på emissionsfaktoren for dansk gennemsnitset for Energinet.dk (2020 data).

Tabel 3-1 Nøgletal for forskellige drivmidler

	Forbrug	Forbrug/ton Affald	kg CO <sub>2</sub> /km	g NO <sub>x</sub> /km	g PM/km
Diesel	2,3 km/l	4,7 l	1,34	2,53	0,006
HVO	2,3 km/l	4,7 l	0,13	2,40	0,006

<sup>7</sup> [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/alternative\\_drivmidler\\_-\\_rapport\\_3.0\\_2.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/alternative_drivmidler_-_rapport_3.0_2.pdf)

<sup>8</sup> COWI, 2019. Forskellige drivmidler til indsamlingskøretøjer. Høje Taastrup Kommune, samt <https://www.biofuel-express.com/da/hvo/>

	Forbrug	Forbrug/ton Affald	kg CO <sub>2</sub> /km	g NO <sub>x</sub> /km	g PM/km
El	0,59 km/kWh	14,4 kWh	0,27 <sup>9</sup>	0,00	0,000

Kilde: Alternativ Drivmiddelmodellen, Energinet.dk og COWIs egne beregninger

### 3.2.2 Resultater - miljø

De miljømæssige resultater for alle drivmidler præsenteres som belastning per ton indsamlet affald (eg. kg CO<sub>2</sub>/ton affald).

**Diesel**-emissionerne fra køretøjer afhænger af, hvilken EURO norm bilens motor overholder. I denne analyse tages der udgangspunkt i den nyeste EURO norm (EURO VI). Der kan dog være forhold omkring brugen af renovationsbilerne (meget "start/stop" kørsel og tomgang), som gør det mere vanskeligt at overholde normerne ved den faktiske drift.

**HVO** indeholder færre urenheder end almindelig diesel. I nærværende notat er det antaget 5 % reduktion i udledningen af NO<sub>x</sub> (sammenlignet med diesel) og 90 % reduktion af CO<sub>2</sub><sup>10</sup> (forudsat at der er tale om anvendelse af 2. generations biodiesel).

**Eldreven komprimator og lift** giver en brændstofbesparelse (diesel eller HVO) på cirka 20 %. Til gengæld har bilen et elforbrug på ca. 2 kWh/ton indsamlet affald<sup>11</sup>

**El**-renovationsbiler kører udelukkende på elektricitet og reduktionen i CO<sub>2</sub>-belastningen afhænger af elproduktionen i Danmark.

Det er muligt at købe elektricitet produceret fra vedvarende energikilder (også kaldet grøn strøm), som vil reducere CO<sub>2</sub>-belastningen til 0. Køb af grøn strøm virker på den måde, at elselskaber køber certifikater fra vedvarende energikilder svarende til den mængde af strøm, der bruges af den pågældende virksomhed.

Phoenix Danmark oplyser, at der anvendes 1,7 kWh/km til renovationskørsel<sup>12</sup>. Ved benyttelse af eldrevne renovationsbiler dannes der ikke lokal forurening af NO<sub>x</sub> og partikler.

Tabel 3-2 og Tabel 3-3 viser emissionerne for hhv. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og partikler fra de forskellige drivmidler.

Tabel 3-2 Miljømæssige emissioner fra renovationsbiler, opgjort per ton indsamlet affald.

<sup>9</sup> Foreløbig emissionsfaktor for gennemsnits el i Danmark for året 2020 omregnet til kg/km: <https://energinet.dk/El/Gron-el/Deklarationer>

<sup>10</sup> <https://www.scania.com/dk/da/home/experience-scania/sustainability/hvo.html>

<sup>11</sup> Banke A/S, 2016

<sup>12</sup> <http://phoenixdanmark.dk/100-el/>



	CO <sub>2</sub> [kg]	NO <sub>x</sub> [g]	Partikler [g]
Diesel	11,4	21,4	0,05
Diesel m. eldreven lift- og komprimatorenhed	9,4	17,2	0,04
HVO	1,1	20,4	0,05
HVO m. eldreven lift- og komprimatorenhed	1,2	16,3	0,04
El – gennemsnit DK	2,3	0,0	0,00
El - Grøn	0,0	0,0	0,00

Tabel 3-3 Miljømæssige emissioner fra renovationsbiler, indekseret ift. dieserbiler.

	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Partikler
Diesel	100	100	100
Diesel m. eldreven lift- og komprimatorenhed	83	80	80
HVO	10	95	100
HVO m. eldreven lift- og komprimatorenhed	11	76	80
El – gennemsnit DK	20	0	0
El - Grøn	0	0	0

Som det fremgår af tabellerne, opnås den største reduktion i CO<sub>2</sub>-emissioner ved at anvende HVO eller el (i nævnte rækkefølge). Anvendelse af en eldreven lift- og komprimatorenhed medfører ligeledes en reduktion af CO<sub>2</sub>-udledningerne for dieserbiler, mens anvendelse af en eldreven lift- og komprimatorenhed for HVO medfører en stigning i CO<sub>2</sub>-udledningen under de givne antagelser. Dette skyldes, at el (gennemsnitlig dansk el) har en højere CO<sub>2</sub>-belastning end HVO.

If. NO<sub>x</sub> og partikler (lokal forurening) opnås den største reduktion ved anvendelse af el, enten som ren eldreven renovationsbil eller ved anvendelse af en eldreven lift- og komprimatorenhed.

### 3.3 Økonomi

I dette afsnit estimeres meromkostningen ved affaldsindsamlingen med de alternative drivmidler. Beregningen gennemføres per renovationsbil, men det relative forhold kan opskaleres til kommunalt niveau.

#### 3.3.1 Forudsætninger - økonomi

Markedet for alternative drivmidler er i hurtig vækst og priserne ændrer sig løbende. Tabel 3-4 viser antagelser omkring indkøbspriser for renovationsbiler og brændstofpriser.

Indkøbspriserne for renovationsbiler stammer fra interviews, udbud, samt andre analyser, som COWI har foretaget i perioden 2016-2019. Priserne er derfor et estimat på prisen på renovationsbilerne baseret på denne periode.

Brændstofpriserne er baseret på en gennemsnitspris over perioden 01.01.2019 til 29.03.2021, opgjort ved OK Erhverv, hvor data har været tilgængelige. Man bør være opmærksom på, at Corona fik priserne til at dykke i 2020 og derved kan der være mulighed for at priserne i et vist omfang er underestimerede.

Elprisen er opgjort for 2020 på baggrund af Energistyrelsen analyse for brændstofpriser<sup>13</sup>. El er på nuværende tidspunkt afgiftsfritaget til brug i transportsektoren, hvorimod brug af de resterende drivmidler ikke er afgiftsfritaget. Nedenstående priser afspejler dette.

Tabel 3-4 Indkøbspriser og levetid for renovationsbiler, samt brændstofpriser.

	Indkøb (mio. kr.)	Afskrivningsperiode (år)	Brændstof	
Diesel	Ca. 2,1	7	8,4	Kr./l
Diesel m. eldreven lift og komprimator	Ca. 2,6	7		
HVO	Ca. 2,1	7	14,2	Kr./l
HVO m. eldreven lift og komprimator	Ca. 2,6	7		
El	Ca. 4,2	7	0,491	Kr./kWh

Kilde: OK Erhvervs prisudvikling (2019-2021), Energistyrelsen (2019) og COWI ekspertskøn.

Note: Brændstofpriserne er opgjort ekskl. moms og inkl. afgifter med undtagelse af el, der er afgiftsfritaget til transportsektoren.

\* Der skal tilkøbes certifikater igennem energinet.dk (ca. 100 kr./MWh<sup>14</sup>).

Bilerne antages afskrevet over kontraktens længde, dvs. 7 år. Dette svarer meget godt til den erfaringsmæssige levetid for dieslbiler. For elbiler anvendes ofte op til 10 års levetid. Der er dog tvivl om, hvorvidt levetiden for batteriet er så lang og 10 års levetid kan således forudsætte udskiftning af batterierne i bilens levetid, hvilket udgør en væsentlig andel af elbilens værdi.

Der er ikke indregnet omkostninger til eventuel etablering af tankstationer. Særligt for elbiler kan der være væsentlige omkostninger forbundet med etablering og drift af tankstationer, da ladning af mange elbiler på begrænset tid stiller store krav til ladestationen. Det er dog vanskeligt at indregne sådanne

<sup>13</sup> [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/braendselspriser\\_2019.xlsm](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/braendselspriser_2019.xlsm)

<sup>14</sup> [https://www.energiviborg.dk/%2FFiles%2FFiles%2FEnergiviborg%2FPDF-Bestyrelsesmoeder%2FKraftvarme%2F2018.04.20%2FBilag\\_180420\\_Rapport\\_Gr%C3%B8n\\_v%C3%A6rdik%C3%A6de.pdf](https://www.energiviborg.dk/%2FFiles%2FFiles%2FEnergiviborg%2FPDF-Bestyrelsesmoeder%2FKraftvarme%2F2018.04.20%2FBilag_180420_Rapport_Gr%C3%B8n_v%C3%A6rdik%C3%A6de.pdf)

omkostninger, da omkostningerne per bil er meget afhængige af specifikke forhold, herunder skala og afskrivningsprofil for ladestationen.

Anvendelse af HVO vil stille krav til øget administration, herunder opfølgning ift. hvorvidt der reelt anvendes HVO på bilerne (de kan køre på diesel) og eventuel prisregulering for brændstoffet. Dette indregnes heller ikke.

### 3.3.2 Resultater - økonomi

I Tabel 3-5 præsenteres den samlede årlige omkostning for en renovationsbil fordelt på brændstof og afskrivning af bilen. Andre omkostninger til drift af bilerne, såsom service, investering i tankeanlæg m.m. er ikke inkluderet i beregningerne. I beregningerne antages, at renovationsbilen kører 30.000 km om året.

Tabellen viser, at valg af alternative drivmidler medfører en meromkostning på 12-55 % sammenlignet med den nuværende anvendelse af dieslbiler. Under de givne forudsætninger er det dyreste alternativ til en diesebil således en eldrevne bil efterfulgt af HVO (med eldreven lift- og komprimatorenhed).

*Tabel 3-5 Årlige omkostninger til brændstof og afskrivning til en renovationsbil ved anvendelse af forskellige drivmidler*

	Brændstof (mio. kr./år/bil)	Afskrivning af bil (mio. kr./år/bil)	Årlig omkost- ning (mio. kr./år/bil)	Meromkost- ning ift. diesel (biler)	Meromkost- ning ift. diesel (henteordnin- ger)
Diesel	0,11	0,34	0,45		
Diesel m. eldreven lift og komprimator	0,09	0,41	0,50	12 %	3 %
HVO	0,19	0,34	0,52	17 %	5 %
HVO m. eldreven lift og komprimator	0,15	0,41	0,56	26 %	7 %
El	0,03	0,49	0,51	55 %	15 %

*Kilde: COWIs egne beregninger*

Omkostninger til renovationsbilerne udgør erfaringsmæssigt 25-30% af de samlede omkostninger til en renovationsordning (henteordning). Hvis dette inkluderes i beregningerne, medfører valg af alternative drivmidler en meromkostning for de samlede renovationsordninger på 3-15 % afhængigt af hvilket drivmiddel der er tale om.

Beregningerne er dog meget følsomme overfor antagelser omkring bilernes levetider. Som nævnt ovenfor, er levetiden for elbilen muligvis længere end for de øvrige biler. Hvis man i stedet for at afskrive elbilen over kontraktlængde (7 år) antager en levetid for elbilen på 10 år, og samtidig fastholder levetiden for diesel (og HVO), bliver meromkostningen ift. hhv. biler og renovationsordning 15%

og 4 % (imod 55 % og 15 % i tabellen). Dermed bliver elbilen samlet set billigere end HVO.

De foretagne beregninger er baserede på oplysninger gældende for 2020. Markedet for alternative drivmidler er i hastig udvikling og prisforskellen vil derfor afhænge af markedssituationen på udbudstidspunktet.

### 3.4 Samlet vurdering

For at give et overblik over de væsentligste faktorer, er der udarbejdet en samlet vurdering med +’er som indikator for det enkelte drivmiddels performance med hensyn til tilgængelighed, støj, CO<sub>2</sub>, lokal miljøpåvirkning (NO<sub>x</sub> og partikler) og økonomi. Jo flere +’er, jo bedre.

Tabel 3-6 Samlet vurdering af drivmidler til renovationsbiler, jo flere + jo bedre (laveste performance giver + og bedste performance giver +++)

	Tilgængelighed	Støj	CO <sub>2</sub>	Miljøpåvirkning Lokalt	Økonomi
Diesel	+++	+	+	+	+++
Diesel m. el komprimator og lift	+++	++	++	+	+++
HVO	+++ <sup>1</sup>	+	+++	++	++
HVO m. el komprimator og lift	+++ <sup>1</sup>	++	+++	++	++
El	++	+++	+++	+++	+

1) Etablering af lokalt tankanlæg

Tilgængeligheden for HVO og el kræver etablering af lokale tankanlæg/ladestander. Der etableres/anvendes dog også som oftest lokale tankanlæg ved anvendelse af diesel.

Tabellen viser, at en udskiftning fra diesel til el (enten delvis via eldrevne lift- og komprimatorenheder eller fuldt eldrevne biler) har fordele i forbindelse med mindre støj fra kørsel og komprimering.

Den største CO<sub>2</sub>-besparelse opnås ved at vælge HVO eller el. Den lokale forurening med støj og emission fra partikler og NO<sub>x</sub> vil ligeledes blive reduceret, særligt ved anvendelse af el.

Økonomisk er diesel stadig den billigste løsning. De øvrige drivmidler medfører meromkostninger for renovationsordningerne på ca. 3-15 % sammenlignet med diesel.

## 4 Vurdering af kørselsrækkevidden for elbiler

I forhold til ren el-drift opleves der p.t. en stor udvikling, hvor rækkevidden øges og priserne reduceres. Rækkevidden på en el-bil til renovationskørsel er jf. afsnit p.t. 3.1.4 ca. 120 km med normalt tømningmønster dvs. 65% tømning-kørsel og 35% landevejskørsel. Dette svarer til en opdelt optimal rækkevidde på op til 77 km landevejskørsel og 43 km rutekørsel. Denne er afhængig af temperatur og trafik. Derfor vurderes, at el-biler generelt kun er egnede til brug i større byer.

I det indsamlingssystem, der p.t. arbejdes på at indføre, vil der for en almindelig husstand være ca. 57 tømninger pr. år.

Tabel 4-1 Oplæg til indsamlingssystem i Favrskov Forsyning, Renosyd og Reno Djurs.

Enfamilieboliger			
3 beholdere		Tømnings-interval	Affaldstyper
1	240 liter beholder delt 40/60	2 uger 26 tømninger/år	Kammer 1: Madaffald Kammer 2: Restaffald
2	240 liter beholder delt 40/60	3 uger 18 tømninger/år	Kammer 1: Glas + Metal Kammer 2: Plast + Mad- og drikkekartoner
3	240 liter beholder ét kammer	4 uger 13 tømninger/år	Papir + Pap + eventuelt Tekstiler

I praksis skal to vigtige forudsætninger opfyldes, for at det er muligt at benytte af el-biler til renovationskørsel.

### Befolkningsgrundlag

En almindelig 26 ton renovationsbil, uanset drivmiddel, skal typisk udføre ca. 120.000 tømninger pr. år med 2 mand på bilen. Dette sikrer en rimelig driftsøkonomi jf. de typiske normtal for tømning i bydistrikter for renovationsmedarbejdere<sup>15</sup>. Det svarer til et nødvendigt grundlag på ca. 2.100 husstande i tæt bymæssig bebyggelse eller ca. 4.700 indbygger pr. elbiler i det foreslåede indsamlingssystem.

### Logistik

Samtidigt vurderes det, at logistikken i forhold til aflæsested og holdeplads med ladestation er essentiel, og vil udelukke mange bysamfund, der ellers har det nødvendige befolkningsgrundlag, da det estimerede kørselsbehov fra holdeplads – ruten – aflæsested – holdeplads vil overstige køretøjernes rækkevidde. En tredje vigtig parameter, der gælder specifikt for 2-kammer køretøjer, er, at begge kamre skal kunne aflæsses indenfor kort afstand af hinanden.

Hvis der overordnet ses på forholdene i Favrskov Forsyning, Renosyd og Reno Djurs oplande, er der i tabel 4-2 oplistet de bysamfund, hvor befolknings-

<sup>15</sup> [https://issuu.com/sandgreen/docs/transportoverenskomsten\\_2020-2023](https://issuu.com/sandgreen/docs/transportoverenskomsten_2020-2023)

grundlaget har potentialet til, at der kan benyttes elbiler, samt en vurdering af deres logistiske egnethed.

Denne vurdering er alene baseret på eksisterende anlæg, der fremgår af selskabernes hjemmesider, og størrelsen af tæt bymæssig bebyggelse. Der er ikke taget hensyn til aktuelle eksisterende ruter, der ofte består af en blanding af land og by, og andre specifikke forhold. Vurderingen er yderligere baseret på teoretisk rækkevidde, og er således ikke korrigeret for temperatur påvirkninger.

Nedenstående vurdering skal derfor ses som en indledende screening, som bør udbygges med nærmere undersøgelser af husstandstyper, temperaturfølsomhed mm. Et forslag i den forbindelse kunne være konkrete rutesimuleringer, som nogle udbydere af renovationsbiler tilbyder. Det kan ligeledes være en mulighed at anvende det konkrete dieselforbrug på den enkelte rute til at vurdere, hvorvidt elbilerne vil være egnet til den enkelte rute.

Tabel 4-2 Vurdering af bysamfund i oplandets egnethed i forhold til brug af el-drevne renovationsbiler.

By	Indbyggere	Potentiale (antal biler)	Vurdering
<b>Favrskov Forsyning</b>			
Hadsten	8.325	1	Der er genbrugspladser ved alle byer, men uden eksisterende omlastefaciliteter. Der kan etableres fælles holdeplads, men det er nødvendig med omlastning af alle fraktioner, eksklusiv restaffald, da der estimeres en afstand på ca. 50 – 60 km tur/retur til egnet aflæsningssted indenfor FAAR-samarbejdet.
Hinnerup	7.853	1	
Hammel	6.974	1	
<b>Renosyd</b>			
Skanderborg	19.525	4	Befolkningsgrundlag og logistik er egnet. Med aflæsning og holdeplads i Skanderborg bør Hørning, Ry og Odder kunne køres herfra. Det samlede befolkningsgrundlag for de 4 byer gør, at der kan benyttes 2 ekstra el-biler i en samlet ordning.
Odder	12.345	2	Se Skanderborg, ca. 38 km tur/retur
Galten	8.828	1	Afstand mellem rute og aflæsning er stor, ca. 60 km tur/retur. Tvivlsomt, om det kan gøres uden uforholdsmæssig dyr omlastning og egen holdeplads i Galten.
Hørning	8.226	1	Se Skanderborg, ca. 18 km tur/retur
Ry	6.648	1	Se Skanderborg, ca. 24 km tur/retur
<b>Reno Djurs</b>			
Grenaa	14.251	3	Ved at benytte pladsen i Glatved til omlastning og evt. fælles holdeplads kan Grenaa og Ebeltoft dækkes.
Ebeltoft	7.167	1	
Hornslet	5.929	1	Afstanden til Glatved er for stor ca. 80 km tur/retur. Nødvendigt med anden egnet holdeplads og aflæsningssted indenfor FAAR-samarbejdet.

## 5 Vurdering af muligheder for implementering via udbud

Det er COWIs anbefaling, at brug af alternative drivmidler vælges inden udbuddet og gøres til et mindstekrav, hvilket giver den mest gennemsigtige proces.

COWI har imidlertid kendskab til udbud, hvor alternative drivmidler er implementeret via dette. Det gøres dette erfaringsmæssigt på flere måder enten alene eller i kombination. Overordnet set omfatter disse sideordnede udbud, brug af optioner eller ved beskrevne ændringer i indgået kontrakt.

Ved sideordnede udbud stilles to eller flere løsningsmodeller op eksempelvis diesel-drift mod el-drift, hvorefter det gives tilbud på begge. Denne model har i praksis givet anledning til klager og aflyste udbud da processen ofte er ugenomsigtig for tilbudsgiver. COWI kan ikke anbefale denne metode.

Brug af optionen bliver traditionelt brugt i forhold til mindre modificeringer af den udbudte opgave. Optioner skal som udgangspunkt være af begrænset omfang i forhold til hovedopgaven.

COWI har gode erfaringer med at udpege et antal tømninger (bydistrikter) passende til driften af én eller flere el-biler og medtage en option på merprisen på disse tømninger, hvis de indsamles via el-drevne renovationsbiler. Alternativt kan der indsættes en option på merprisen ved at anvende el-drift på lift og komprimator.

Optioner af denne art bør indgå med 100% i den samlede tilbudssum så den vægter nok til at Renovatørerne giver ægte priser på dette. Ordregiver kan op til kontraktunderskrift frit vælge om optionen aktiveres.

Der er p.t. en stor udvikling og optimering af alternative drivmidler blandt andet i forhold til produktionsmetoder. Derfor kan det i udbuddet beskrives under ændringer i kontrakten, at ordregiver har ret til at skifte drivmiddel, såfremt dette kan ske uden indkøb af nye biler. Renovatøren vil være berettiget til at få sine ekstra omkostninger til dette dækket af ordregiver. Et sådant vilkår vil gøre det muligt, i løbet af kontraktperioden at skifte til HVO eller et lignende nyt produkt.