

Ketenanalyse mogelijkheid tot elektrificeren projectrealisatie versie 1.0 definitief

1 januari 2019 t/m 31 december 2019

Zuidema Groep



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1. Inleiding	3
1.1. Betrokkenheid kennisinstituut en informatiebronnen	3
2. Uitgangspunten	3
2.1. Scope 3 emissies	3
2.2. Keuze ketenanalyse	4
2.3. Hypothese	5
3. Uitwerking	6
3.1. Werkproces	6
3.2. CO2 berekening	9
4. Conclusie	11
4.1. Bevindingen	11
4.2. Verbeterpunten	11

2.2. Keuze ketenanalyse

Voor de Zuidema Groep geldt dat zowel voor de aannemerij als recycling geldt dat het machinegebruik in de gehele bedrijfsketen de sterkst bepalende factor is als het gaat om de CO₂ uitstoot. Dit is duidelijk terug te zien in de getoonde grafiek.

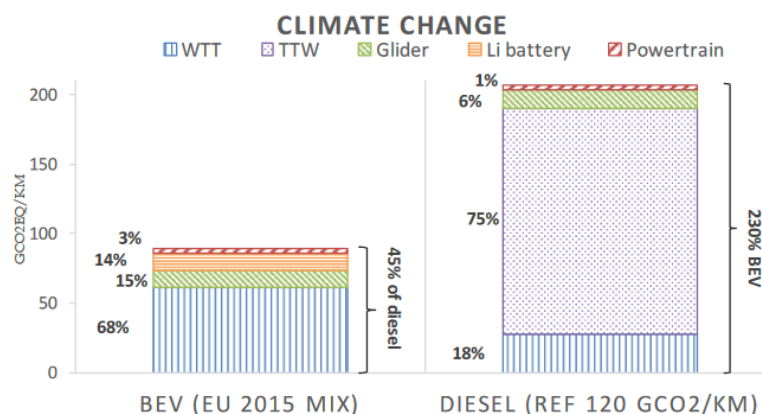
Er kan zelfs gesteld worden dat recycling, vanuit CO₂ optiek, pas interessant is als er tijdens de recyclingstappen minder CO₂ wordt uitgestoten dan dat er vrij zou komen bij de inzet van 'nieuwe' grondstoffen. Er zijn uiteraard goed argumenten om toch te recyclen bij een negatieve energiebalans, echter er ontstaat pas een drijfveer voor een circulaire economie als er sprake is van een positieve energiebalans. Dit aspect wordt niet expliciet uitgewerkt in deze ketenanalyse, maar wordt uiteraard positief beïnvloed indien verwerkers in de keten de CO₂ uitstoot van hun handelingen weten te verlagen.

Op basis van LCA studies 'van elektrische auto's is inmiddels bekend dat elektrisch aangedreven auto's beduidend beter score dan de diesel tegenhanger.

Het extrapoleren van deze resultaten naar elektrisch aangedreven graafmachines dan wel werktuigen in het algemeen is realistisch. Er geldt bovendien dat er veel meer start/stop bewegingen zijn en de elektramotor qua aandrijftechniek superior is aan de klassieke verbrandingsmotor met koppelmvormer.

In onderstaande afbeelding uit een 2014 studie (zie bronvermelding) is duidelijk te zien dat ook bij gebruik van grijze stroom de elektrisch aangedreven auto ruim 2x zo goed scoort. Het aandeel wat de accu's voor hun rekening nemen qua de CO₂ impact valt in verhouding per km mee.

Bij het laden van groene stroom zal de prestatie van de elektrisch aangedreven auto al snel een factor 7 hoger liggen. Daarbij dient nog opgemerkt te worden dat door doorontwikkeling en betere productietechnieken de energetische impact van het produceren van accu's nog volop in ontwikkeling is en verder wordt verbeterd. Voor de verbrandingsmotor is dit inmiddels grotendeels uitgekristalliseerd.



Bronvermeldingen:

[Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles](#)

[Comparative LCA of electric, hybrid, LPG and gasoline cars in Belgian context](#)

2.3. Hypothese

Een groot deel van de machines die toegepast worden op een project door onderaannemers en de eigen organisatie kunnen worden vervangen door elektrisch aangedreven exemplaren. Dit geeft in vergelijking met de invoering van de elektrische auto een vergelijkbare of nog betere milieuwinst.

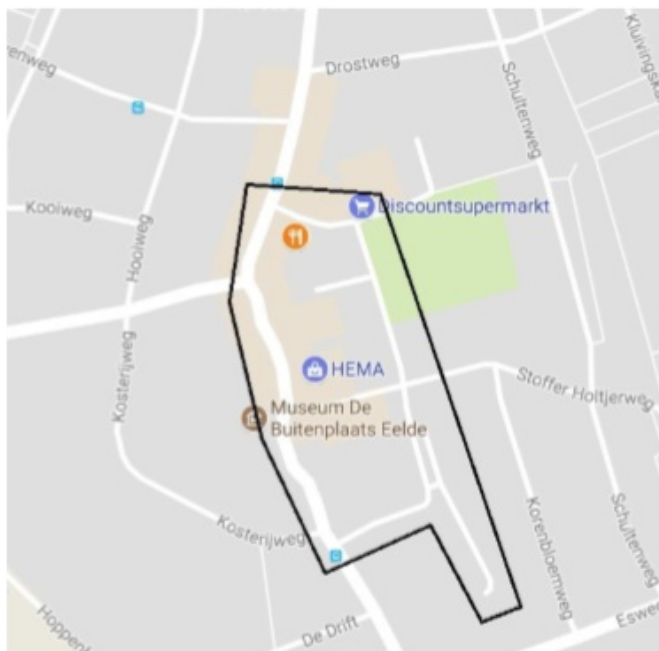
De haalbaarheid zal vooral afhankelijk zijn of de infrastructuur voldoende is om de machines snel genoeg te kunnen laden en de snelheid van ontwikkelen van de producenten.

Voor grotere vermogens kan op waterstofgas aangedreven machines een alternatief zijn. Uiteraard liggen de energetische voordelen een stuk lager door omzettingsverliezen (al snel een factor 2) en is alleen waterstofgas wat geproduceerd is m.b.v. overtollige groene stroom (duurzame stroom die niet afgenomen kon worden op het elektriciteitsnet) een zinvol alternatief in verhouding tot de huidige diesel aangedreven machines. Aangezien de ontwikkelingen rondom waterstofgasoplossingen zeer ongewis is, door de grote energetische verliezen, is hier verder niet naar gekeken.

3. Uitwerking

Het gekozen project om nader te onderzoeken of (volledige) elektrificering van het betrokken bouwmaterieel mogelijk is betreft de herinrichting centrumplan van Eelde.

Onderstaand is schematisch het werkgebied weergegeven.



3.1. Werkproces

Het uit te voeren werk bestaat in hoofdzaak uit de volgende werkzaamheden:

- Verrichten diverse opruimingswerkzaamheden
- Graven, vervoeren en verwerken van grond
- Verwerken van zand
- Aanbrengen riolering
- Renoveren riolering
- Verwerken funderingsmaterialen
- Aanbrengen bestratingen
- Aanbrengen betonverhardingen
- Inzaaien

De gebruikte machines tijdens het proces zijn hieronder weergegeven. Deels betreft dit in zet van eigen materieel en deels van onderaannemers. Dit is verder niet nader aangeduid, omdat bij elk project de verdeling anders zal liggen. Het principe van deze ketenanalyse is dan ook gericht op de eigen CO2 emissies en die van de onderaannemers.

Om te kunnen bepalen in hoeverre het gebruikte materieel is te elektrificeren is er gekeken naar de maximale benodigde (laad)capaciteit in kWh-en op een werkdag.

Type	Vermogen [kW]	verbruik [liter per uur]	uren 2017	uren 2018
12H 6x6 Ginaf	265 kW, vracht	22	111,25	274,25
15H Iveco 10x8		18	8,25	
16H Iveco 10x8		18	11,25	14,50
17H Iveco 8x4	368 kW, vracht	18	36,75	109,50
18H MAN 10x8		18	9,00	62,75
19H MAN 10X8		18		14,00
STEENB 8x8)**		18	75,50	71,50
55 Hitachi ZW310-6		15		7,00
57H Volvo L70	125	8,84	27,50	41,00
73H Hitachi ZX250LC		12,2		24,00
74H Hitachi ZX50		8	10,00	
75 Liebherr A900	105 kW, graaf	9,9	151,00	830,50
77H Hitachi ZX130		9,4	10,00	8,00
78H Hitachi ZH210	90 kW diesel en 50kW elektrisch, graaf hybride	12,5	255,00	
79 Liebherr A918		7,8		80,50
80H Takeuchi TB260		4,1		25,00
6x6		22	206,25	146,75
8x8		18	29,00	83,75
Diversen		5	65,50	14,00
Minikraan		8	6,00	102,50
Midikraan		8		274,00
Mob. kraan		10	8,00	473,50
Rupskraan		15	342,50	
			1.362,75	2.657,00

In de onderstaande tabel is gekeken wanneer welke machines gelijktijdig zijn ingezet, of deze op het werk bleven en of met een gemiddelde bouwaansluiting de mogelijkheid is om de machines op te laden gedurende de cyclus van een dag. Voor het bepalen van het benodigde elektrische vermogen is conservatief gerekend. Met elektrische aandrijving is een veel efficiënter werktuig te creëren dan met een conventionele verbrandingsmotor met koppelvormer. Er zijn fabrikanten die stellen dat dit maar liefst 10 keer efficiënter is. Een werktuig met veel start en stopbewegingen is bij uitstek geschikt voor een elektrische aandrijving, echter aangezien hier echter nog weinig praktijkcijfers over bekend zijn is voor deze analyse uitgegaan van een factor 4 efficiënter dan wel kleinere energiebehoefte.

Type	max. aantal draaiuur per dag op het werk	max uren x liter	MJ [totaal]	kWh [totaal]	kWh [elektrisch]	Max. combinatie per dag op het werk	Max. benodigde elektra per dag [kWh]	Blijft op werk?
12H 6x6 Ginaf	4	88	3159,2	878	219	X	219	nee
15H Iveco 10x8	1	18	646,2	180	45			nee
16H Iveco 10x8	1	18	646,2	180	45			nee
17H Iveco 8x4	2	36	1292,4	359	90			nee
18H MAN 10x8	1	18	646,2	180	45			nee
19H MAN 10X8	1	18	646,2	180	45	X	45	nee
STEENB 8x8)**	1	18	646,2	180	45			nee
55 Hitachi ZW310-6	0	0	0		0			nee
57H Volvo L70	4	35,36	1269,424	353	44	X	44	ja
73H Hitachi ZX250LC	6	73,2	2627,88	730	91	X	91	ja
74H Hitachi ZX50	4	32	1148,8	319	40			ja
75 Liebherr A900	6	59,4	2132,46	592	74	X	74	ja
77H Hitachi ZX130	6	56,4	2024,76	562	70			ja
78H Hitachi ZH210	6	75	2692,5	748	93			ja
79 Liebherr A918	6	46,8	1680,12	467	58			ja
80H Takeuchi TB260	6	24,6	883,14	245	31	X	31	nee
6x6	4	88	3159,2	878	219			nee
8x8	1	18	646,2	180	45			nee
Diversen								nee
Minikraan	4	32	1148,8	319	40	X	40	ja
Midikraan	4	32	1148,8	319	40			ja
Mob. kraan	6	60	2154	598	75			ja
Rupskraan	6	90	3231	898	112			ja

Uitgaande van een bouwaansluiting van 3 x 80A is er een laadvermogen van 55 kW. Het betekent dat bij een benodigde capaciteit van 544 kWh er ca. 10 uur laadtijd noodzakelijk is. Overigens geldt voor de transportvoertuigen dat deze niet op het werk blijven en elders opgeladen zouden kunnen worden. Dat betreft al meer dan de helft van het vermogen. Gesteld kan worden dat voor het doorgerekende project qua laadcapaciteit het goed haalbaar zou moeten zijn. Daarbij geldt uiteraard dat dit een gefaseerde ontwikkeling is, zodat er ook steeds meer praktische ervaring wordt opgedaan. Zo wordt op grote projecten ook wel accucontainers geplaatst om elektra te bufferen. Dit is uiteraard een kostbare oplossing en juist om die reden zou het goed zijn om te starten met projecten die qua energiebehoefte binnen de grenzen van een bouwaansluiting blijven.

3.2. CO₂ berekening

Uitgewerkt naar CO₂ uitstoot verdeeld naar diesel en elektriciteit is de onderstaande berekening van toepassing. Hierbij dient vermeld te worden elektrische aangedreven machines ook de beste kans bieden om tot een duurzame energiebron te komen afhankelijk uiteraard van de beschikbare hoeveelheid groene stroom. Om het vergelijk voor de komende jaren zo realistisch mogelijk te houden is in de tabel uitgegaan van grijze stroom.

Type	Diesel liter	Diesel CO2 [kg]	Diesel MJ	Elektra kWh	Elektra (grijs) CO2 [kg]
12H 6x6 Ginaf	8.481,00	27394	304343	21135	11751
15H Iveco 10x8	148,50	480	5329	370	206
16H Iveco 10x8	463,50	1497	16633	1155	642
17H Iveco 8x4	2.632,50	8503	94468	6560	3648
18H MAN 10x8	1.291,50	4172	46346	3218	1789
19H MAN 10X8	252,00	814	9043	628	349
STEENB 8x8)**	2.646,00	8547	94953	6594	3666
55 Hitachi ZW310-6	105,00	339	3768	262	145
57H Volvo L70	605,54	1956	21730	1509	839
73H Hitachi ZX250LC	292,80	946	10507	730	406
74H Hitachi ZX50	80,00	258	2871	199	111
75 Liebherr A900	9.716,85	31385	348692	24215	13463
77H Hitachi ZX130	169,20	547	6072	422	234
78H Hitachi ZH210	3.187,50	10296	114384	7943	4417
79 Liebherr A918	627,90	2028	22532	1565	870
80H Takeuchi TB260	102,50	331	3678	255	142
6x6	7.766,00	25084	278685	19353	10760
8x8	2.029,50	6555	72829	5058	2812
Diversen	397,50	1284	14264	991	551
Minikraan	868,00	2804	31148	2163	1203
Midikraan	2.192,00	7080	78661	5463	3037
Mob. kraan	4.815,00	15552	172788	11999	6672
Rupskraan	5.137,50	16594	184361	12803	7118
Totaal	54008	174445	1938086	134589	74832

Voor de berekening van het benodigde aantal kWh-en bij het overschakelen op elektrische aangedreven machines is er uit gegaan van een energetische efficiëntie verbetering met een factor 4. Dit is een factor die je vaak terug ziet bij dieselauto's versus elektrische auto's. Fabrikanten van elektrischmaterieel geven ook hogere waarden op. Dit is wel uitlegbaar aangezien een machine veel meer start en stopbewegingen maakt en juist daar is een elektromotor qua aandrijving superior aan een directe aandrijving met een verbrandingsmotor. Echter er is een voorzichtige keuze gehanteerd vanwege gebrek aan harde praktijkgetallen. Om deze berekening aan te kunnen scherpen zullen eerst meer praktijkcijfers beschikbaar moeten komen om dit goed inzichtelijk te krijgen.

Uitgaande van grijze stroom is er dus al gauw spraken van een verbetering in CO₂ uitstoot met een factor 2. Dit is zonder meer significant te noemen. Met groene stroom is dit uiteraard naar CO₂ neutraliteit te brengen als het puur gaat om de de uitstoot tijdens gebruik.

4. Conclusie

4.1. Bevindingen

Uit de analyse op het betreffende project zijn een aantal opvallende conclusies naar voren gekomen. In relatie tot de omvang (gemiddeld project) is vastgesteld dat bij een overgang op elektrisch aangedreven materieel voldoende oplaadcapaciteit beschikbaar is.

Indien de efficiëntie factor t.o.v. diesel in de praktijk hoger blijkt te liggen (nu gerekend met een factor 4) dan is er nog bijzonder veel extra oplaadcapaciteit beschikbaar. Om op dit punt meer duidelijkheid te verkrijgen zullen er eerst meer praktijkcijfers verzameld moeten worden.

Aangezien elektrificeren van het materieel zeer geleidelijk zal verlopen is er voldoende tijd om hierin bij te sturen.

Een tussenvorm kan nog zijn dat er gekozen wordt voor hybride machines. Dit zal m.n. bij de grotere vermogens een eerste stap kunnen zijn. Niettemin is het direct door kunnen gaan naar een volledig elektrisch aangedreven machine de beste oplossing. De energetische voordelen en voordelen t.a.v. onderhoud komen dan het beste tot hun recht.

De snelheid waarin de machinebouw zich gaat richten op elektrische aandrijving is uiteraard bepalend. Niettemin is elektrisch aangedreven materieel een dermate logische keuze dat het een kwestie van tijd is dat diesel aangedreven machines worden uitgefaseerd. De volgende argumenten zijn hierin bepalend:

- Bouwmachines kennen veel start- en stopbewegingen en zijn om die reden bij uitstek geschikt voor elektrische aandrijving. Een energie-efficiëntie verbetering t.o.v. een direct aangedreven dieselwerktuig is minimaal een factor 4 uitgaande van de resultaten bij personenauto's.
- Toenemend gewicht door accu's speelt bij machines een kleine rol in de energie-efficiëntie. Immers het is niet het extra gewicht van accupakket wat continue versneld en vertraagd wordt zoals bij personenauto's, maar alleen het te bedienen werktuig.
- De verwachting is dat verhoudingsgewijs de meerkosten van het accupakket tot de totale machine gunstiger uitpakken dan bij personenauto's waar het om veel grotere productie-aantallen gaat. Elektrische werktuigen zijn daardoor naar verwachting sneller bedrijfseconomisch interessant. Je ziet dit bijvoorbeeld al terug bij heftrucks waar nog maar slechts een beperkt deel aangedreven is met een verbrandingsmotor.

Op dit moment wordt er door een groot aantal bouwbedrijven ingezet op biobrandstoffen, omdat deze verbrand kunnen worden in het bestaande materieel. Zolang die afgewerkte plantaardige oliën zijn kun je nog stellen dat een afvalproduct nog wordt hergebruikt. Beter zou zijn om deze olie van biologische oorsprong te reinigen en opnieuw te gebruiken. Als afvalproduct kan het uiteraard ook eenvoudig worden toegepast in een energiecentrale. Het scheelt dan heel veel distributie en opslag om de olie te herverdelen. Het is uiteindelijk veel eenvoudiger om kWh-en in het net te zetten.

Wat wel eens vergeten wordt is dat een plant met maximaal 1% rendement zonne-energie weet om te zetten in gebonden koolstof. Vervolgens moet dit nog in een bruikbare vorm uit de plant gehaald worden en verwerkt tot bruikbare olie. Er zijn al diverse onderzoeken geweest waarmee is aangetoond dat het bijmengen van biologische brandstoffen aan fossiele brandstoffen eerder een negatief CO₂ effect heeft dan een positieve buiten andere gestelde nadelen. Een recent artikel in het [NRC](#) geeft op dit punt meer inzicht.

4.2. Verbeterpunten

- De Zuidema Groep gaat met leveranciers in gesprek om een aantal machines op tijdelijke basis uit te kunnen proberen. Op basis van verdere ervaringen kunnen dan de investeringsbeslissingen worden genomen voor de komende jaren.
- Bovenstaande beleid wordt uitgewerkt in samenwerking met de onderaannemers om er voor zorg te dragen dat zij dezelfde voortgang boeken. Op die manier kan een bouwaansluiting op een project optimaal worden benut en vanuit Zuidema gezien CO₂ emissies in de gehele bedrijfskolom worden teruggedrongen.