



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Realisatiegegevens SSEB regeling 2023 – gedetailleerd overzicht

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Maart 2024

>> Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal ondernemen

Colofon

Datum: 31 maart 2024
Uitgebracht door: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)
Opdrachtgever: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Bij vragen: Elektrischrijden@rvo.nl

Inhoud

Colofon	2
Inleiding	4
1 Algemene realisatiegegevens: aanvragen en uitputting subsidiebudget	5
1.1 Totaal aantal machineaanvragen	5
1.2 Verdeling van het aantal machineaanvragen	5
1.3 Top 5 aanvragers	6
1.4 Machineaanvragen per branche en top 5	7
1.5 Niet-toegekende aanvragen	8
1.6 Uitputting subsidiebudget	8
1.7 Verdeling subsidiebudget over mkb/gb	10
1.8 Behaalde emissiereductie	10
1.9 Kosteneffectiviteit	11
2 Deelprogramma Aanschaf	13
2.1 Bouwwerktuigen	13
2.2 Hulpfuncties op bouwvoertuigen	16
2.3 Bouwvoertuigen	17
3 Deelprogramma Retrofit	18
3.1 Bouwwerktuigen – SCR	18
3.2 Bouwwerktuigen – ZE-ombouw	19
3.3 Bouwwerktuigen – Hermotorisering	21
4 Deelprogramma Innovatie	22
4.1 Kenmerken van de innovatieprojecten	22
4.2 Samenvattingen experimentele ontwikkelingen	23
4.3 Samenvattingen haalbaarheidsstudies	25

Inleiding

Voor een toekomstbestendige bouwsector die minder stikstof uitstoot, is verduurzaming van bouwmachines en bouwlogistiek essentieel. Schoner bouwmaterieel zorgt voor schonere lucht en daarmee een gezondere omgeving. Met de Subsidieregeling Schoon en Emissieloos Bouwmaterieel (SSEB) wil het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een bijdrage leveren aan de vermindering van de stikstofuitstoot in de bouw. De uitstoot moet in 2030 met 60% zijn gedaald ten opzichte van 2018. Ook draagt de regeling bij aan de doelstellingen van het Klimaatakkoord en het Schone Lucht Akkoord. Daarnaast stimuleert de regeling de groei van de markt voor emissieloos bouwmaterieel.

De subsidie kan aangevraagd worden voor het aanschaffen van nieuwe, emissieloze bouwmachines (deelprogramma Aanschaf), voor het aanpassen van bestaande bouwmachines om de uitstoot ervan te verminderen of emissieloos te maken (deelprogramma Retrofit) of om een project te doen naar een innovatie voor emissieloze bouwmachines en de benodigde laadinfrastructuur (deelprogramma Innovatie).

Dit rapport presenteert de cijfers voor de SSEB zoals aangeleverd door het uitvoeringsteam van RVO. Alle aanvragen van indieningsjaar 2023 zijn meegenomen in dit rapport. Waar relevant wordt een vergelijking gemaakt met de resultaten uit indieningsjaar 2022.

1 Algemene realisatiegegevens: aanvragen en uitputting subsidiebudget

1.1 Totaal aantal machineaanvragen

Tabel 1 geeft het aantal aangevraagde machines en de status van deze aanvragen weer per deelprogramma per budgetjaar. In 2023 zijn er 1.368 machineaanvragen gedaan in deelprogramma Aanschaf, een stijging van 38% ten opzichte van een jaar eerder.

Ook bij de andere deelprogramma's is een stijging in het aantal aanvragen te zien: bij deelprogramma Retrofit zijn er 29% meer aanvragen gedaan in 2023 ten opzichte van een jaar eerder en bij deelprogramma Innovatie is er een stijging van 18%.

Tabel 1: Aantal machineaanvragen per deelprogramma in 2022 en 2023

Status	2022			2023		
	Aanschaf	Retrofit	Innovatie	Aanschaf	Retrofit	Innovatie
Ingetrokken, afgewezen of teruggevorderd	302	40	7	513	45	12
Toegekend	686	86	32	855	118	34
Totaal	988	126	39	1.368	163	46

1.2 Verdeling van het aantal machineaanvragen

In Tabel 2 wordt de verdeling van het aantal toegekende machineaanvragen tussen het midden- en kleinbedrijf (mkb) en het grootbedrijf (gb) getoond voor de deelprogramma's Aanschaf en Retrofit. Daarnaast wordt het aantal unieke aanvragers vermeld in Tabel 3.

Het aantal mkb'ers dat een (toegekende) aanvraag indiende, is in 2023 met 87% toegenomen ten opzichte van een jaar eerder (243 tegenover 130). In 2023 hebben 243 mkb'ers in totaal 637 toegekende aanvragen ingediend. Het aantal toegekende aanvragen door grote bedrijven is echter afgenomen van 428 naar 336 aanvragen (een afname van 22,5%), terwijl het aantal aanvragers juist toenam (53 in 2023 ten opzichte van 38 in 2022).

Tabel 2: Verdeling van de toegekende machineaanvragen over mkb en gb per deelprogramma per budgetjaar

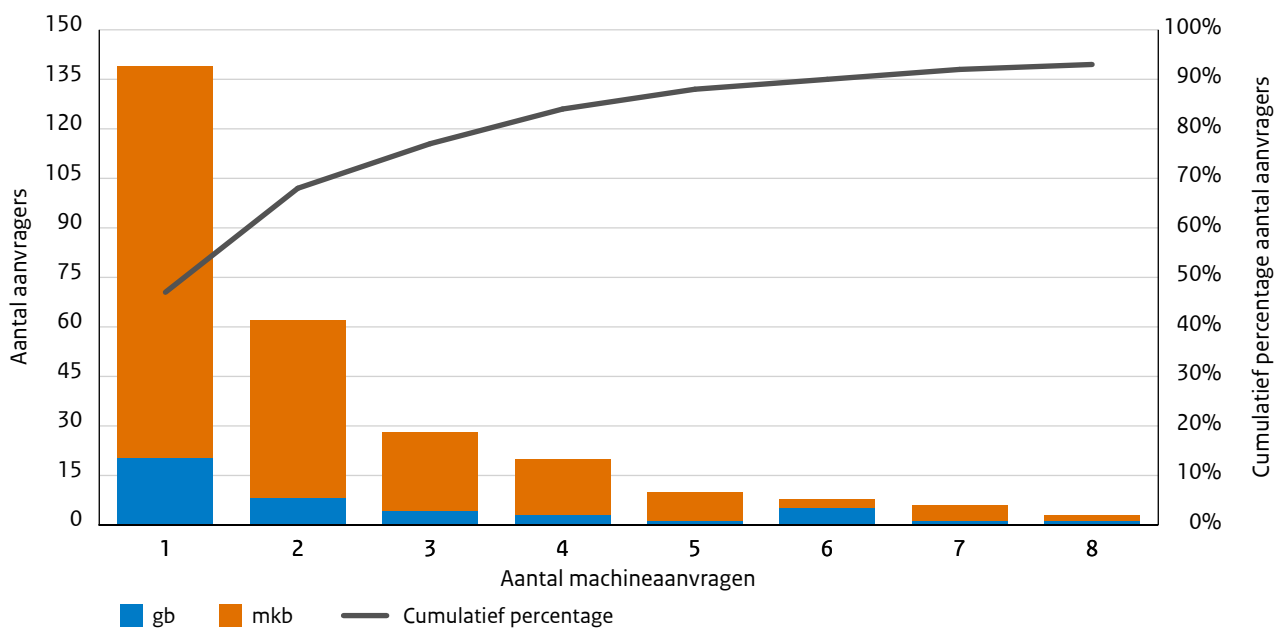
Indienjaar	2022		2023	
	gb	mkb	gb	mkb
Aanschaf	395	291	305	550
Retrofit	33	53	31	87
Totaal	428	344	336	637

Tabel 3: Aantal unieke aanvragers voor de toegekende aanvragen per budgetjaar

	2022	2023
gb	38	53
mkb	130	243
Totaal	168	296

In Figuur 1 is te zien dat bijna de helft (47%, 139 aanvragers) van de aanvragers een aanvraag toegekend kreeg voor één bouwmaschine in 2023. Van alle aanvragers kreeg 10% meer dan zes machineaanvragen toegekend. Het hoogste aantal toegekende

machineaanvragen door een enkele aanvrager is 74, zoals ook te zien in Tabel 5. Om praktische redenen toont Figuur 1 maximaal 8 machineaanvragen.



Figuur 1: Aantal unieke aanvragers per aantal toegekende machineaanvragen voor de deelprogramma's Aanschaf en Retrofit in 2023

1.3 Top 5 aanvragers

Tabel 4 en Tabel 5 geven de (geanonimiseerde) top 5 aanvragers met de meeste machineaanvragen weer van respectievelijk de groep mkb en de groep gb voor de deelprogramma's Aanschaf en Retrofit

samen in 2023. De aanvragen voor deelprogramma Innovatie zijn buiten beschouwing gelaten. Het gaat hierbij wederom om het aantal toegekende machineaanvragen.

Tabel 4: Top 5 mkb-aanvragers met de meeste toegekende aanvragen voor deelprogramma's Aanschaf en Retrofit in 2023

	Aantal aanvragen	Branche van de aanvrager
1.	50	Verhuur en lease van overige machines en werktuigen en van overige goederen
2.	25	Verhuur en lease van machines en installaties voor de bouw
3.	12	Verhuur en lease van machines en installaties voor de bouw
4.	11	Grond-, water- en wegenbouw (geen grondverzet)
5.	11	Verhuur en lease van overige machines en werktuigen en van overige goederen

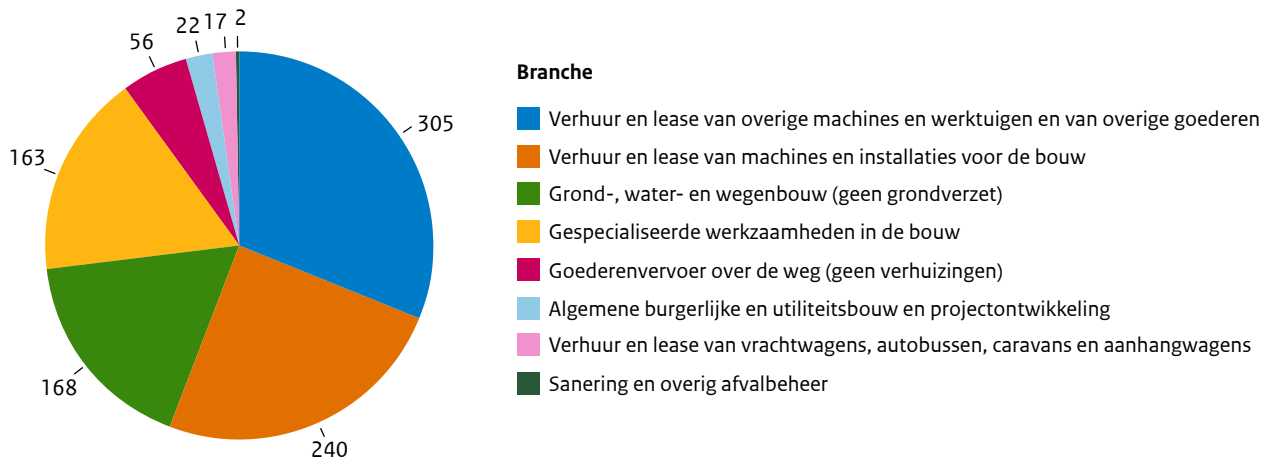
Tabel 5: Top 5 gb-aanvragers met de meeste toegekende aanvragen voor deelprogramma's Aanschaf en Retrofit in 2023

	Aantal aanvragen	Branche van de aanvrager
1.	74	Verhuur en lease van overige machines en werktuigen en van overige goederen
2.	35	Verhuur en lease van machines en installaties voor de bouw
3.	33	Verhuur en lease van overige machines en werktuigen en van overige goederen
4.	19	Verhuur en lease van overige machines en werktuigen en van overige goederen
5.	15	Verhuur en lease van machines en installaties voor de bouw

1.4 Machineaanvragen per branche en top 5

Figuur 2 laat de totale verdeling van het aantal toegekende machines in 2023 zien per branche van de aanvrager. Het gaat hierbij om machineaanvragen van de deelprogramma's Aanschaf

en Retrofit. Meer dan de helft van de toegekende machines is aangevraagd door een bedrijf in de verhuur- en leasebranche.



Figuur 2: Verdeling van de toegekende machines van deelprogramma's Aanschaf en Retrofit in 2023 over verschillende branches

In Tabel 6 wordt de top 5 van toegekende machines (deelprogramma's Aanschaf en Retrofit) in 2023 getoond.

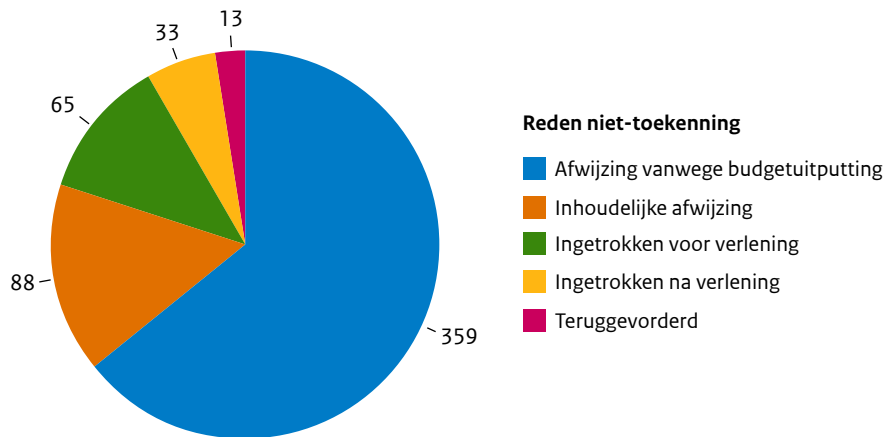
Tabel 6: Top 5 toegekende machines (deelprogramma's Aanschaf en Retrofit) in 2023

	Machine	Aantal toegekende aanvragen
1.	Mobiel batterijpakket voor off-grid stroomvoorziening vanaf 50 kWh	216
2.	Rupsgraafmachine	173
3.	Shovel, laadschop, wiellader op banden of rups	137
4.	Mobiele graafmachine (niet zijnde overslagmachine)	86
5.	Verreiker (star of roterend)	61

1.5 Niet-toegekende aanvragen

In 2023 waren er meer machineaanvragen in deelprogramma's Aanschaf en Retrofit dan in 2022 en er werden in absolute zin ook meer aanvragen afgewezen (558 (36%) in 2023 ten opzichte van 342 (31%) in 2022). De meeste machineaanvragen zijn in 2023 afgewezen

vanwege budgetuitputting, zie Figuur 3. Machineaanvragen die afgewezen zijn vanwege budgetuitputting, worden inhoudelijk niet beoordeeld.



Figuur 3: Redenen voor het niet toekennen van machineaanvragen voor de deelprogramma's Aanschaf en Retrofit in 2023

1.6 Uitputting subsidiebudget

In Tabel 7 is de uitputting van het subsidiebudget in 2023 per deelprogramma weergegeven.

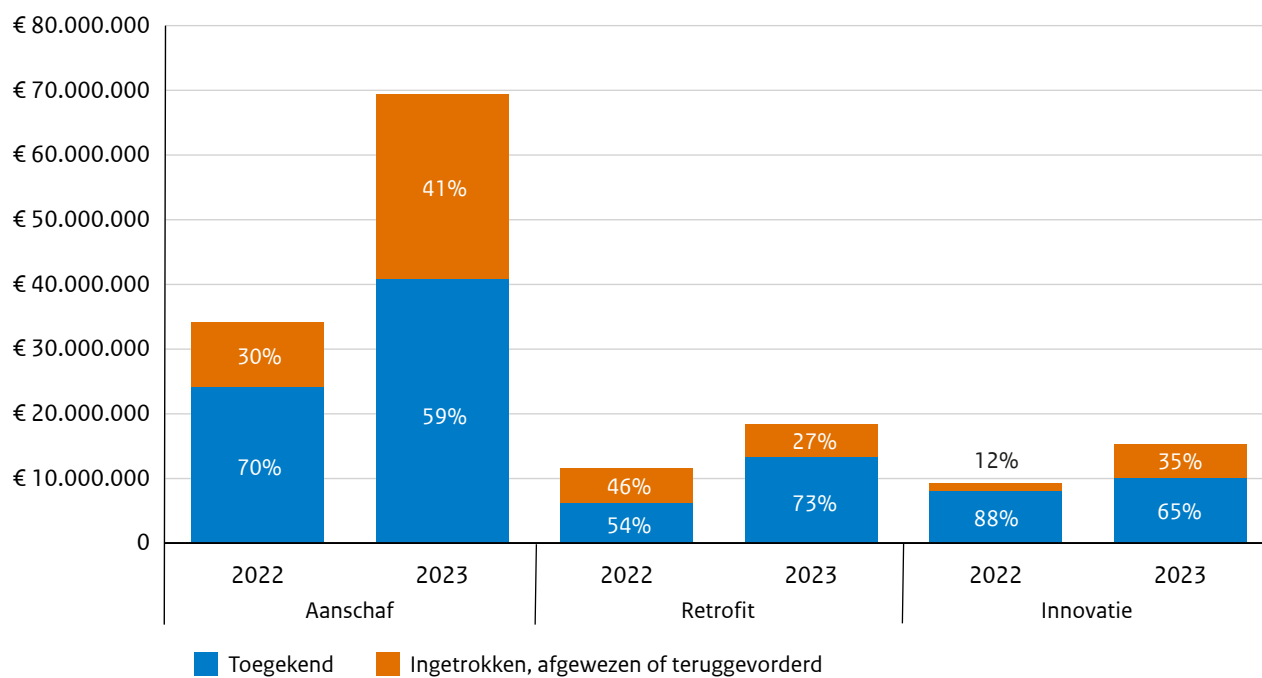
Onder *Aangevraagd* wordt verstaan: het totale bedrag voor alle machineaanvragen van het betreffende deelprogramma. Onder *Toegekend* wordt verstaan: het totale budget dat vanuit de subsidie voor de aanvragers is gereserveerd voor machineaanvragen die

zijn toegekend. Het totale aangevraagde subsidiebedrag dat niet is toegekend, waarvan de aanvraag is afgewezen of ingetrokken of een bedrag dat is teruggevorderd, staat in de kolom *Ingetrokken, afgewezen of teruggevorderd*.

Tabel 7: Uitputting van het subsidiebudget per deelprogramma in 2023

Deelprogramma	Aangevraagd	Toegekend	Ingetrokken, afgewezen of teruggevorderd
Aanschaf	€ 69.465.190	€ 40.774.413	€ 28.690.777
Retrofit	€ 18.309.151	€ 13.304.334	€ 5.004.817
Innovatie	€ 15.374.188	€ 9.980.629	€ 5.393.559
Totaal	€ 103.148.529	€ 64.059.376	€ 39.089.153

In Figuur 4 is de vergelijking te zien tussen het toegekende en het niet-toegekende subsidiebudget (ingetrokken, afgewezen of teruggevorderd) in 2022 en 2023.



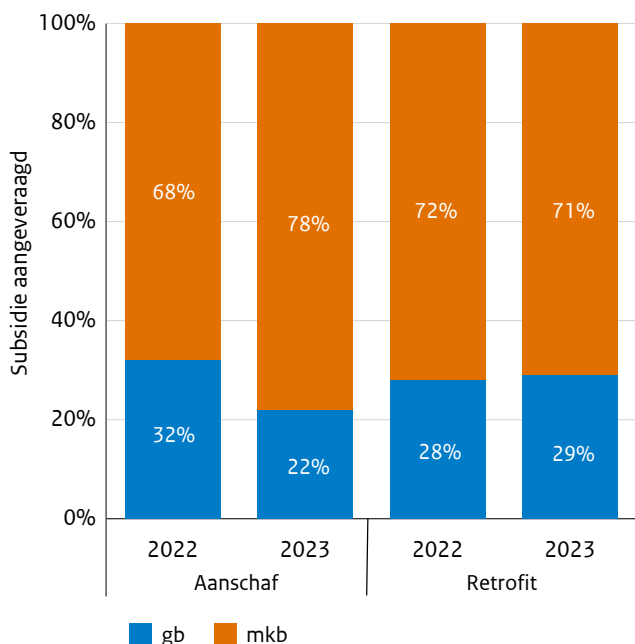
Figuur 4 : Vergelijking tussen het toegekende en het niet-toegekende subsidiebudget voor 2022¹ en 2023

¹ De vergelijking is gebaseerd op de cijfers zoals gepubliceerd in het SSEB monitoringsrapport van 2022

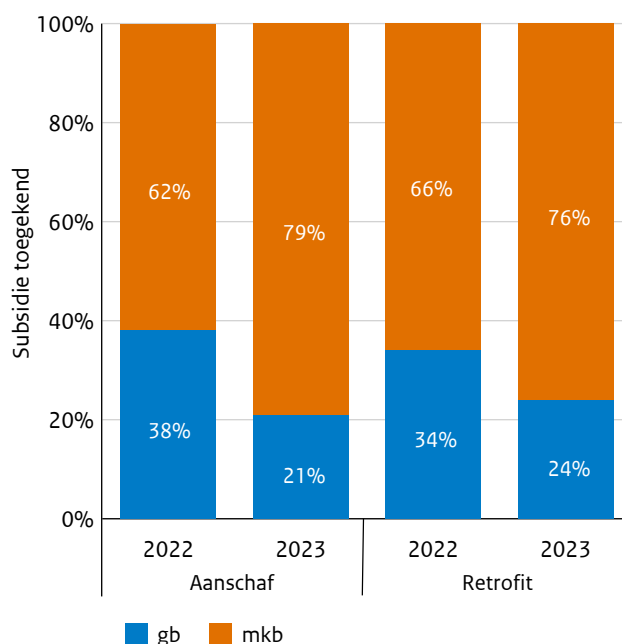
1.7 Verdeling subsidiebudget over mkb/gb

In Figuur 5 wordt het totaal aangevraagde subsidiebudget getoond, uitgesplitst over mkb en gb voor de deelprogramma's Aanschaf en Retrofit in 2022 en 2023. In Figuur 6 wordt de verdeling van het totaal toegekende subsidiebudget getoond. Te zien is dat in 2023

79% van het budget bij deelprogramma Aanschaf toegekend is aan mkb'ers (ten opzichte van 62% vorig jaar). Voor deelprogramma Retrofit is dat 76% in 2023.



Figuur 5 : Verdeling aangevraagd subsidiebudget per deelprogramma per budgetjaar naar mkb en gb



Figuur 6 : Verdeling toegekend subsidiebudget per deelprogramma per budgetjaar naar mkb en gb

1.8 Behaalde emissiereductie

In Tabel 8 zijn de totale emissiereducties voor deelprogramma's Aanschaf en Retrofit te zien voor machines waarvan de aanvragen zijn toegekend voor subsidiejaar 2023. Er zijn 5 toegekende bouwwerktuigen in deelprogramma Aanschaf waarvan de vermogens onbekend zijn en waarvan de emissiereductie niet kan worden berekend, zie paragraaf 2.1. Er is uitgegaan van

een gemiddelde levensduur per machine van 8 jaar, zowel voor de machines in deelprogramma Aanschaf als de machines, SCR-systemen en hermotorisering in deelprogramma Retrofit. De totale emissiereducties uit Tabellen 11, 14, 15, 18, 20 en 22 zijn dus vermenigvuldigd met een factor 8 om de totale emissiereductie van de subsidieregeling in 2023 te bepalen.

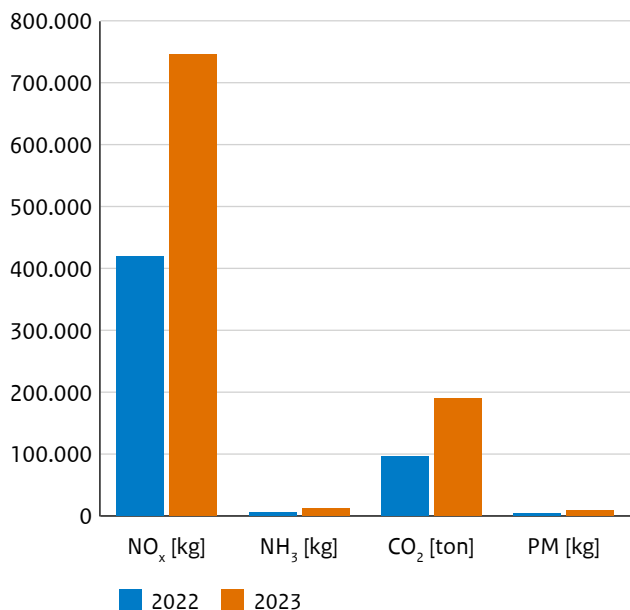
Tabel 8: Behaalde emissiereductie door inzet van de SSEB in 2023²

	Stikstofoxiden (NO _x) [kg]	Ammoniak (NH ₃) [kg]	Koolstofdioxide (CO ₂) [ton]	Fijnstof (PM) [kg]
Aanschaf	745.780	12.770	190.587	8.182
Retrofit	133.596	1.375	29.530	825
Totaal	879.376	14.145	220.117	9.007

² In Tabel 8 is geen rekening gehouden met de afronding uit Tabellen 11, 14, 15, 18, 20 en 22. Dit kan resulteren in afrondingsverschillen.

In Figuur 7 is een vergelijking met de emissiereductie in 2022 voor het deelprogramma Aanschaf te zien. In 2022 kon, vanwege ontbrekende gegevens, alleen de emissiereductie voor dit specifieke deelprogramma worden berekend. De reducties zijn in 2023 hoger dan in 2022. Een verklaring hiervoor kan zijn dat er meer machines betrokken waren bij de regeling in 2023 ten opzichte van 2022. Met

name de hogere CO₂-emissiereductie in 2023 valt op. Voor het spoor Aanschaf – Bouwwerktuigen (verreweg het grootste spoor binnen de subsidie), was het aandeel middelgrote- en grote bouwwerktuigen in 2023 hoger dan in 2022, zie Tabel 13. Voor deze bouwwerktuigen is de CO₂-emissiereductie gemiddeld een factor tien hoger dan voor bouwwerktuigen met een lager vermogen.



Figuur 7: Emissiereducties voor deelprogramma Aanschaf in 2022³ en 2023

1.9 Kosteneffectiviteit

In Tabel 9 is de kosteneffectiviteit van de SSEB in 2023 berekend door het totaal toegekende budget voor deelprogramma Aanschaf en Retrofit, minus de subsidiebedragen van de 5 bouwwerktuigen

waarvan de emissiereductie niet berekend kan worden (vanwege het ontbreken van informatie over de vermogens), te delen door de totaal behaalde reductie (zie Tabel 8).

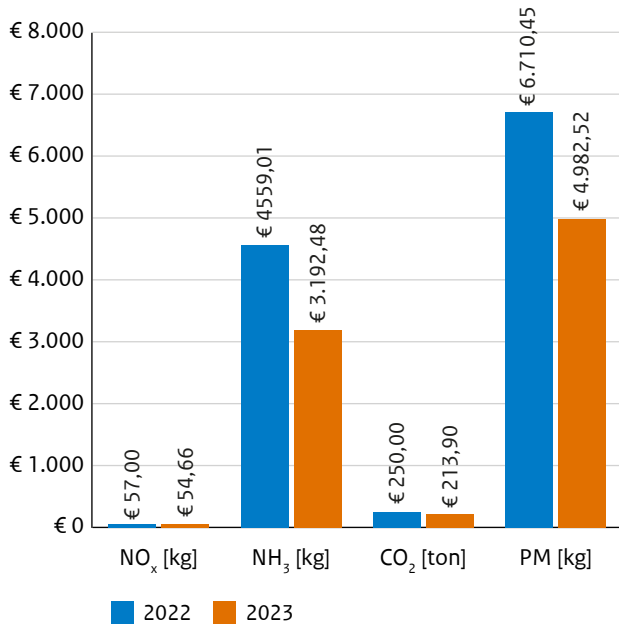
Tabel 9: Kosteneffectiviteit van de SSEB in 2023

	Subsidiebedrag	NO _x [€/kg]	NH ₃ [€/kg]	CO ₂ [€/ton]	PM [€/kg]
Aanschaf	€ 40.767.112	€ 54,66	€ 3.192,48	€ 213,90	€ 4.982,52
Retrofit	€ 13.304.334	€ 99,59	€ 9.672,47	€ 450,53	€ 16.127,71
Totaal	€ 54.071.446	€ 61,49	€ 3.822,59	€ 245,65	€ 6.003,30

³ De vergelijking is gebaseerd op de cijfers zoals gepubliceerd in het SSEB monitoringsrapport van 2022

In Figuur 8 is een vergelijking met de kosteneffectiviteit in 2022 voor het deelprogramma Aanschaf te zien. In 2022 kon, vanwege ontbrekende gegevens, alleen de emissiereductie en daarmee de

kosteneffectiviteit voor dit specifieke deelprogramma worden berekend. Zoals te zien in Figuur 8, was de regeling in 2023 kosteneffectiever voor deelprogramma Aanschaf dan in 2022.



Figuur 8 : Kosteneffectiviteit voor deelprogramma Aanschaf in 2022⁴ en 2023

⁴ De vergelijking is gebaseerd op de cijfers zoals gepubliceerd in het SSEB monitoringsrapport van 2022

2 Deelprogramma Aanschaf

Binnen deelprogramma Aanschaf worden drie sporen onderscheiden: Bouwwerktuigen, Hulpfuncties op bouwvoertuigen en Bouwvoertuigen. Tabel 10 toont het aantal toegekende machines per spoor in 2023, uitgesplitst naar verschillende vormen van aandrijving. Veruit de meeste toegekende machines hebben een

batterij-elektrische aandrijving. De categorie Overig omvat machines met een type aandrijving die niet in een van de andere categorieën ondergebracht kan worden. In dit geval gaat het om aandrijving op basis van een vloeistofgekoelde, permanente magneet.

Tabel 10: Aantal toegekende machineaanvragen in 2023 voor deelprogramma Aanschaf, uitgesplitst naar verschillende typen emissieloze aandrijving

	Bouwvoertuig	Bouwwerktuig	Hulpfunctie	Totaal
Batterij-elektrisch	78	643	14	735
Brandstofstel	2	12	.	14
Overig	.	2	.	2
Stekker	1	98	5	104
Totaal	81	755	19	855

2.1 Bouwwerktuigen

In Tabel 11 is voor budgetjaar 2023 voor het spoor Bouwwerktuigen per machinegroep het aantal toegekende aanvragen, het toegekende subsidiebedrag en de behaalde reductie per type emissie weergegeven. Als bron voor de berekening van de emissiereducties zijn emissiereductiefactoren gebruikt, zoals gepubliceerd door TNO⁵. De behaalde reductie geldt per jaar en is voor NO_x, NH₃ en PM geschaald naar vermogen van de machine. Er wordt voor het gebruik per machine uitgegaan van forfaitaire draaiuren zoals weergegeven in Tabel 12. Tabel 12 toont ook de verdeling naar vermogens van de toegekende bouwwerktuigen. De vijf machines waarvoor het elektrisch vermogen niet van toepassing is ("NVT" in Tabel 12), zijn niet meegenomen in de berekening voor de emissiereductie.

⁵ TNO (2022). Rekenregels en emissiefactoren voor het bepalen van de emissiereductie bij inzet van uitstootvrij bouwmaterieel. TNO 2022 R10527. Zie <https://repository.tno.nl/islandora/search/>.

Tabel 11: Behaalde reductie en toegekend budget per machinegroep voor spoor Bouwwerktuigen (deelprogramma Aanschaf) in 2023

Machine		Aantal	Subsidiebedrag	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]	CO ₂ [ton]	PM [kg]
A1.14	Boorrups	1	€ 4.325	26	0	3	2
A1.17	Grader/wegschaaf	1	€ 185.625	79	2	25	0
A1.18	Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	7	€ 1.354.207	1.852	52	564	7
A1.21	Mobiele boorinstallatie/grondboormachine	8	€ 404.043	638	14	182	4
A1.23	Mobiele graafmachine (niet zijnde overslagmachine)	83	€ 8.767.779	5.694	134	1.714	44
A1.24	Mobiele kraan (telescoopkraan)	7	€ 631.471	1.729	48	564	6
A1.25	Mobiele lopende band (transportband)	4	€ 662.656	194	6	67	4
A1.26	Mobiele puinbreekinstallatie	1	€ 69.703	404	11	141	2
A1.27	Mobiele zeefinstallatie	2	€ 76.917	217	4	82	1
A1.28	Mobiele overslagmachine	2	€ 36.963	119	3	50	1
A1.30	Rupsgraafmachine	167	€ 9.716.030	10.693	179	2.715	129
A1.32	Schranklader	1	€ 5.022	15	0	3	1
A1.33	Shovel	135	€ 3.148.449	9.505	95	2.303	50
A1.38	Tractor met motorvermogen vanaf 19 kW	8	€ 1.379.649	1.219	32	527	4
A1.39	Veegmachine	2	€ 147.600	333	10	95	1
A1.40	Verreiker (star of roterend)	43	€ 1.800.047	5.781	135	2.024	18
A1.42	Wals (klein, knik-, rol-, banden-, grond-)	3	€ 67.790	192	2	47	0
A1.45	Wieldumper	9	€ 33.768	192	0	23	16
A2.2	Aggregaat op wind- of zonne-energie voor off-grid stroomvoorziening (niet hybride met verbrandingsmotor)	31	€ 1.644.973	2.880	20	528	121
A2.3	Aggregaat voor off-grid stroomvoorziening aangedreven door waterstof of waterstofdragers	11	€ 1.051.168	776	20	293	3
A2.4	Hydraulisch aggregaat	1	€ 39.838	1.027	1	218	19
A2.6	Lichtmastaggregaat/lichtmast (zelf aangedreven)	5	€ 7.300	.	.	.	.
A2.7	Mobiel batterijpakket voor off-grid stroomvoorziening vanaf 50 kWh	216	€ 3.493.867	22.364	420	7.005	103
A2.9	Mobiele (vuil)-waterpomp	2	€ 22.023	65	0	10	1
A3.13	Werkvlet	5	€ 87.230	444	0	39	0
Totaal		755	€ 34.838.443	66.438	1.188	19.222	537

Tabel 12: Verdeling van de toegekende bouwwerktuigen (deelprogramma Aanschaf) per vermogenscategorie in 2023

		< 19 kW	19 ≤ kW < 37	37 ≤ kW < 56	56 ≤ kW < 75	75 ≤ kW < 130	130 ≤ kW < 300	300 ≤ kW < 560	560 ≤ kW < 1.000	≥ 1.000 kW	NVT
Forfaitaire draaiuren (uur/jaar)		750	1.100	1.100	1.250	1.250	1.750	1.750	1.200	650	.
Machinegroep											
A1.14	Boorrups	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A1.17	Grader/wegschaaf	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
A1.18	Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	.	.	.	.	.	6	1	.	.	.
A1.21	Mobiele boorinstallatie	1	1	1	1	3	1	.	.	.	.
A1.23	Mobiele graafmachine (niet zijnde overslagmachine)	14	7	4	.	55	3	.	.	.	.
A1.24	Mobiele kraan (telescoopkraan, torenkraan, rupshijskraan, ruwaterreinkraan, draadkraan, minihijskraan)	.	.	.	.	.	6	1	.	.	.
A1.25	Mobiele lopende band (transportband)	2	.	.	.	2	.	.	.	.	.
A1.26	Mobiele puinbreekinstallatie	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
A1.27	Mobiele zeefinstallatie	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.
A1.28	Mobiele overslagmachine, rupoverslagmachine, overslagkraan (niet zijnde statisch en bekabeld elektrisch)	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
A1.30	Rupsgraafmachine	64	34	15	.	37	17	.	.	.	.
A1.32	Schranklader	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A1.33	Shovel, laadschop, wiellader op banden of rups	17	82	13	.	3	20	.	.	.	.
A1.38	Tractor	.	.	1	.	1	5	1	.	.	.
A1.39	Veegmachine	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
A1.40	Verreiker (star of roterend)	.	.	14	.	4	25	.	.	.	.
A1.42	Wals (klein, knik-, rol-, banden-, grond-)	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.
A1.45	Wieldumper	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.
A2.2	Aggregaat op wind- of zonne-energie voor off-grid stroomvoorziening (niet hybride met verbrandingsmotor)	.	.	2	25	2	.	2	.	.	.
A2.3	Aggregaat voor off-grid stroomvoorziening aangedreven door waterstof of waterstofdragers	.	.	.	.	10	1	.	.	.	.
A2.4	Hydraulisch aggregaat	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
A2.6	Lichtmastaggregaat/lichmast (zelf aangedreven)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
A2.7	Mobiel batterijpakket voor off-grid stroomvoorziening vanaf 50 kWh	20	94	9	12	11	51	19	.	.	.
A2.9	Mobiele (vuil-)waterpomp	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
A3.13	Werkvlet	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.
Totaal		130	226	60	38	133	137	25	1	0	5

Ter vergelijking met de bouwwerktuigen in 2022, is in Tabel 13 het percentage van het aantal toegekende bouwwerktuigen per vermogenscategorie weergegeven. Ten opzichte van 2022, werd er in 2023 meer “middelgroot” en “groot” materieel aangevraagd. In

2022 viel driekwart (75%) van alle aangeschafte bouwwerktuigen in de categorie “mini” of “klein” materieel, terwijl dat in 2023 ruim de helft (55%) was.

Tabel 13: Percentage bouwwerktuigen per vermogenscategorie per budgetjaar

Vermogenscategorie		2022		2023	
		Aantal machines	Percentage	Aantal machines	Percentage
Mini	<19 kW	182	31%	130	17%
Klein	19 <= kW < 37	149	25%	226	30%
	37 <= kW < 56	110	19%	60	8%
Middelgroot	56 <= kW < 75	11	2%	38	5%
	75 <= kW < 130	53	9%	133	18%
Groot	130 <= kW < 300	65	11%	137	18%
	300 <= kW < 560	5	1%	25	3%
Zeer groot	560 <= kW < 1000	0	0%	1	0%
	>= 1000 kW	0	0%	0	0%
NVT		15	2%	5	1%
Totaal		590	100%	755	100%

2.2 Hulpfuncties op bouwvoertuigen

In Tabel 14 is voor budgetjaar 2023 voor het spoor Hulpfuncties per machinegroep het aantal toegekende aanvragen, het toegekende subsidiebedrag en de behaalde reductie per type emissie weergegeven. Als bron voor de berekening van de emissiereducties zijn emissiereductiefactoren gebruikt, zoals gepubliceerd door

TNO⁴. De behaalde reductie in Tabel 14 geldt per jaar. In dit rapport wordt aangenomen dat alle hulpfuncties gebruikt worden op middelzware vrachtauto's. Er is voor gebruik per hulpfunctie-machine uitgegaan van 1000 forfaitaire draaiuren per jaar.

Tabel 14: Behaalde reductie en toegekend budget per machinegroep voor spoor Hulpfuncties (deelprogramma Aanschaf) in 2023

Machine	Aantal	Subsidiebedrag	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]	CO ₂ [ton]	PM [kg]
B1.1 Elektrische aandrijfmotor met een brandstofcel of een niet loodhoudend accupakket voor aandrijving van de opbouw van een voertuig, oplegger of spoorvoertuig zijnde een: autolaadkraan	19	€ 428.807	1.813	13	211	2
Totaal	19	€ 428.807	1.813	13	211	2

Van de 19 autolaadkranen (zie Tabel 14) zijn er 12 op een EURO VI vrachtwagen geplaatst.

2.3 Bouwvoertuigen

In Tabel 15 is voor budgetjaar 2023 voor het spoor Bouwvoertuigen per machinegroep het aantal toegekende aanvragen, het toegekende subsidiebedrag en de behaalde reductie per type emissie weergegeven. Als bron voor de berekening van de emissiereducties zijn emissiereductiefactoren gebruikt, zoals gepubliceerd door TNO⁴. De behaalde reductie in Tabel 15 geldt

per jaar. Er wordt voor de berekening van de emissiereducties van de bouwvoertuigen onderscheid gemaakt tussen de grootte van de voertuigen. Tabel 16 toont de verdeling van de toegekende bouwvoertuigen naar grootte van het voertuig, inclusief de bijbehorende karakteristieken.

Tabel 15: Behaalde reductie en toegekend budget per machinegroep voor spoor Bouwvoertuigen (deelprogramma Aanschaf) in 2023

Machine	Aantal	Subsidiebedrag	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]	CO ₂ [ton]	PM [kg]
C3 Boorwagen (carrosseriecode 28)	1	€ 81.423	302	5	52	6
C4 Hoogwerker (carrosseriecode 27)	5	€ 152.329	1.114	7	136	14
C5 Kieptruck (carrosseriecode 210)	33	€ 2.370.310	11.185	148	1.873	217
C6 Kraanwagen (carrosseriecode 26 of aanduiding SF)	24	€ 1.707.004	7.424	120	1.290	123
C7 Voertuig met haakarm (carrosseriecode 9)	18	€ 1.196.096	4.948	116	1.040	124
Totaal	81	€ 5.507.162	24.973	396	4.391	484

Tabel 16: Verdeling en karakteristieken van de toegekende bouwvoertuigen (deelprogramma Aanschaf) per type voertuig in 2023

		Middelzware voertuigen				Zware voertuigen			
		Aantal	Gemiddeld maximaal motorvermogen [kW]	Gemiddelde kilometers per jaar [km/jaar]	Gemiddelde hulpfunctie uren per jaar [u/jaar]	Aantal	Gemiddeld maximaal motorvermogen [kW]	Gemiddelde kilometers per jaar [km/jaar]	Gemiddelde hulpfunctie uren per jaar [u/jaar]
C3	Boorwagen (carrosseriecode 28)	0	218	12.880	1.278	1	275	42.883	528
C4	Hoogwerker (carrosseriecode 27)	4	160	13.899	1.253	1	286	19.714	1.107
C5	Kieptruck (carrosseriecode 10)	0	155	11.721	1.307	33	311	50.172	346
C6	Kraanwagen (carrosseriecode 26 of aanduiding SF)	0	170	9.973	1.351	24	345	41.659	559
C7	Voertuig met haakarm (carrosseriecode 9)	1	193	16.285	1.193	17	329	59.547	111

3 Deelprogramma Retrofit

Binnen deelprogramma Retrofit worden twee sporen onderscheiden: Bouwwerktuigen en Zeegaande bouwvaartuigen. Tabel 17 toont het aantal toegekende machines per spoor in 2023, uitgesplitst naar verschillende vormen van aandrijving.

Veruit de meeste toegekende machines zijn een complete zero-emissie ombouw (ZE-ombouw). Er zijn in 2023 geen toegekende aanvragen voor zeegaande bouwvaartuigen geweest.

Tabel 17: Aantal toegekende machineaanvragen in 2023 voor deelprogramma Retrofit, uitgesplitst naar verschillende typen emissieloze aandrijving

Type materieel	Bouwwerktuig
Hermotorisering	15
SCR-systeem (katalysator)	4
ZE-ombouw	99
Totaal	118

3.1 Bouwwerktuigen – SCR

In Tabel 18 is voor budgetjaar 2023 voor het spoor Bouwwerktuigen met SCR-systeem per machinegroep het aantal toegekende aanvragen, het toegekende subsidiebedrag en de behaalde reductie per type emissie weergegeven. Als bron voor de berekening van de emissiereducties zijn emissiereductiefactoren gebruikt, zoals gepubliceerd door TNO⁴. De behaalde reductie in Tabel 18 geldt per jaar.

In Tabel 18 ontbreken CO₂-emissiewaarden, omdat de negatieve impact op het brandstofverbruik bij de implementatie van een SCR-systeem zeer beperkt tot nihil is.

Het gebruik van een SCR-systeem kan tevens leiden tot een vermindering van fijnstof (PM), afhankelijk van de aanwezigheid van een oxidatiekatalysator in de machine. Het is niet bekend voor de machines uit Tabel 18 of er een oxidatiekatalysator aanwezig was. Ook de PM-emissiewaarden ontbreken daarom in Tabel 18.

In Tabel 18 zijn negatieve waarden voor NH₃ te vinden, wat aangeeft dat het gebruik van een SCR-systeem de NH₃-emissie kan verhogen. Hoewel de totale stikstofreductie aanzienlijk is, gaat dit dus gepaard met een kleine toename van ammoniak (zie Tabel 18). De toename van NH₃ bij het gebruik van een SCR-systeem is echter minimaal, van bijna nul naar een geringe hoeveelheid. De hoeveelheid ammoniak is nog steeds onder de wettelijke limietwaarde.

Tabel 18: Behaalde reductie en toegekend budget per machinegroep voor Bouwwerktuigen met SCR-systeem (deelprogramma Retrofit) in 2023

Machine	Aantal	Subsidiebedrag	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]
A1.18 Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	1	€ 20.283	176	-3
A1.24 Mobiele kraan (telescoopkraan, torenkraan, rupshijskraan, ruwterreinkraan, draadkraan, minihijskraan)	2	€ 30.120	353	-6
A3.14 Zuigboot	1	€ 62.584	572	-7
Totaal	4	€ 112.987	1.101	-16

Tabel 19 toont de verdeling van de bouwwerktuigen met een SCR-systeem naar motorvermogen.

Tabel 19: Verdeling van bouwwerktuigen met SCR-systeem naar motorvermogen in 2023

Machine		130 <= kw < 300	560 <= kw < 1.000	Totaal
A1.18	Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	1	.	1
A1.24	Mobiele kraan (telescoopkraan, torenkraan, rupshijskraan, ruwterreinkraan, draadkraan, minihijskraan)	2	.	2
A3.14	Zuigboot	.	1	1
Totaal		3	1	4

3.2 Bouwwerktuigen – ZE-ombouw

In Tabel 20 is voor budgetjaar 2023 voor het spoor Bouwwerktuigen met ZE-ombouw per machinegroep het aantal toegekende aanvragen, het toegekende subsidiebedrag en de behaalde reductie per type emissie weergegeven. Als bron voor de berekening van de emissiereducties zijn emissiereductiefactoren gebruikt, zoals gepubliceerd door TNO⁴. De behaalde reductie geldt per jaar en

is voor NO_x, NH₃ en PM geschaald naar vermogen van de oude motor van de machine. Er wordt voor het gebruik per machine uitgegaan van forfaitaire draaiuren zoals weergegeven in Tabel 21. Tabel 21 toont de verdeling naar vermogens van de toegekende bouwwerktuigen.

Tabel 20: Behaalde reductie en toegekend budget per machinegroep voor Bouwwerktuigen met ZE-ombouw (deelprogramma Retrofit) in 2023

Machine	Aantal	Subsidiebedrag	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]	CO ₂ [ton]	PM [kg]
A1.14	Boorruips	€ 254.975	252	7	70	1
A1.18	Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	€ 1.612.378	1.914	51	717	7
A1.2	Asfaltspredmachine / asfaltwerkmachine	€ 269.028	178	6	103	1
A1.21	Mobiele boorinstallatie/grondboormachine	€ 388.546	375	11	120	1
A1.23	Mobiele graafmachine (niet zijnde overslagmachine)	€ 413.076	315	9	120	1
A1.24	Mobiele kraan (telescoopkraan, torenkraan, rupshijskraan, ruwterreinkraan, draadkraan, minihijskraan)	€ 2.976.582	2.474	69	883	12
A1.29	Rupsdumper	€ 150.938	195	0	18	0
A1.30	Rupsgraafmachine	€ 1.394.843	774	22	277	3
A1.33	Shovel	€ 38.750	94	0	15	0
A1.38	Tractor met motorvermogen vanaf 19 kW	€ 30.782	61	0	8	0
A1.40	Verreiker (star of roterend)	€ 1.498.030	1.355	28	441	5
A1.41	Vlindermachine (uitsluitend ride-on)	€ 176.142	532	0	55	1
A1.42	Wals (klein, knik-, rol-, banden-, grond-)	€ 624.327	622	6	146	2
A1.45	Wieldumper	€ 150.828	245	0	33	2
A1.7	Betonpomp (stand-alone)	€ 162.905	295	7	129	1
A2.4	Hydraulisch aggregaat	€ 50.619	223	8	87	1
A3.13	Werkvlet	€ 300.000	186	5	73	1
A3.15	Baggervaartuig voor binnenwateren	€ 300.000	1.132	0	150	63
A3.6	Krol (kraan op lorries), spookkraan	€ 1.627.840	664	17	235	3
A3.8	Schuifboot	€ 51.750	78	0	12	0
Totaal	99	€ 12.472.339	11.964	246	3.692	105

Tabel 21: Verdeling van bouwwerktuigen met ZE-ombouw naar motorvermogen in 2023

		< 19 kW	19 ≤ kW < 37	37 ≤ kW < 56	56 ≤ kW < 75	75 ≤ kW < 130	130 ≤ kW < 300	300 ≤ kW < 560	560 ≤ kW < 1.000	≥ 1.000 kW	NVT
Forfaitaire draaiuren (uur/jaar)		750	1.100	1.100	1.250	1.250	1.750	1.750	1.200	650	.
Machinegroep											
A1.14	Boorrups	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
A1.18	Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	.	.	1	.	.	8	1	.	.	.
A1.2	Asfaltspreidmachine / asfaltwerkmachine	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
A1.21	Mobiele boorinstallatie/grondboormachine	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.
A1.23	Mobiele graafmachine (niet zijnde overslagmachine)	1	.	.	.	2	1	.	.	.	.
A1.24	Mobiele kraan (telescoopkraan, torenkraan, rupshijskraan, ruwaterreinkraan, draadkraan, minihijskraan)	.	.	.	.	7	6	2	.	.	.
A1.29	Rupsdumper	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
A1.30	Rupsgraafmachine	.	.	.	1	2	3	.	.	.	.
A1.33	Shovel	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
A1.38	Tractor met motorvermogen vanaf 19 kW	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
A1.40	Verreiker (star of roterend)	.	.	6	2	8	2	.	.	.	.
A1.41	Vlindermachine (uitsluitend ride-on)	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.
A1.42	Wals (klein, knik-, rol-, banden-, grond-)	.	.	5	1	2	.	.	.	.	.
A1.45	Wieldumper	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.
A1.7	Betonpomp (stand-alone)	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
A1.42	Hydraulisch aggregaat	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
A1.13	Werkvlet	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
A3.15	Baggervaartuig voor binnenwateren	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
A3.6	Krol (kraan op lorries), spoorkraan	.	.	1	.	9	.	.	.	.	.
A3.8	Schuifboot	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Totaal		2	15	14	5	32	27	3	1	0	0

3.3 Bouwwerktuigen – Hermotorisering

In Tabel 22 is voor budgetjaar 2023 voor het spoor Bouwwerktuigen met hermotorisering per machinegroep het aantal toegekende aanvragen, het toegekende subsidiebedrag en de behaalde reductie per type emissie weergegeven. Als bron voor de berekening van de emissiereducties zijn emissiereductiefactoren gebruikt, zoals

gepubliceerd door TNO⁴. De behaalde reductie in Tabel 22 geldt per jaar. Er is voor hermotorisering geen emissiereductie berekend voor CO₂ en PM, omdat de bijbehorende emissiereductiefactoren nog niet beschikbaar zijn. Tabel 23 toont de verdeling naar vermogens van de toegekende bouwwerktuigen.

Tabel 22: Behaalde reductie en toegekend budget per machinegroep voor Bouwwerktuigen met hermotorisering (deelprogramma Retrofit) in 2023

Machine		Aantal	Subsidiebedrag	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]
A1.18	Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	9	€ 542.267	2.784	-45
A1.2	Asfaltspreidmachine / asfaltwerkmachine	1	€ 26.780	47	-1
A1.24	Mobiele kraan (telescoopkraan, torenkraan, rupshijskraan, ruwterreinkraan, draadkraan, minihijskraan)	3	€ 62.252	529	-9
A3.13	Werkvlet	1	€ 33.208	99	-1
A3.14	Zuigboot	1	€ 54.500	176	-3
Totaal		15	€ 719.007	3.635	-59

Tabel 23: Verdeling van bouwwerktuigen met hermotorisering naar motorvermogen in 2023

Machine		56 <= kw < 75	75 <= kw < 130	130 <= kw < 300	300 <= kw < 560	Totaal
A1.18	Heimachine/funderingsmachine (gemotoriseerd materieel)	.	.	3	6	9
A1.2	Asfaltspreidmachine / asfaltwerkmachine	1	.	.	.	1
A1.24	Mobiele kraan (telescoopkraan, torenkraan, rupshijskraan, ruwterreinkraan, draadkraan, minihijskraan)	.	.	3	.	3
A3.13	Werkvlet	.	1	.	.	1
A3.14	Zuigboot	.	.	1	.	1
Totaal		1	1	7	6	15

4 Deelprogramma Innovatie

Binnen deelprogramma Innovatie worden twee sporen onderscheiden: Haalbaarheidsstudies en Experimentele ontwikkelingen. Tabel 24 toont het aantal haalbaarheidsstudies en

experimentele ontwikkelingen, en de toegekende subsidiebedragen voor budgetjaar 2023.

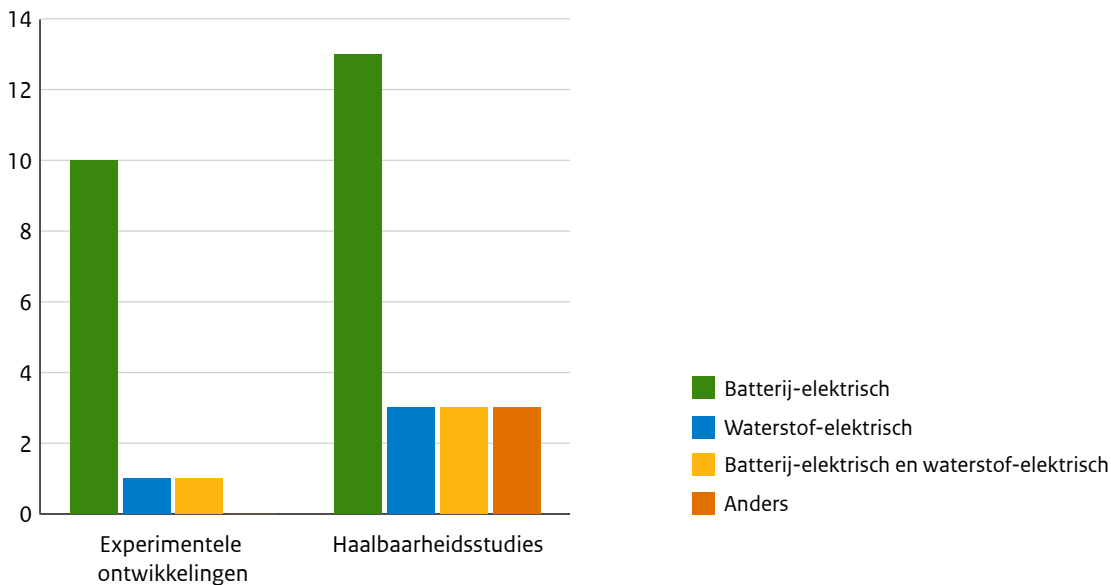
Tabel 24: Aantal toegekende aanvragen en toegekend subsidiebedrag per innovatiespoor in 2023

Deelprogramma	Aantal	Verleende subsidie
Experimentele ontwikkeling	12	€ 8.999.999
Haalbaarheidsstudie	22	€ 980.630
Totaal	34	€ 9.980.629

4.1 Kenmerken van de innovatieprojecten

Bij twee van de twaalf experimentele ontwikkelingen in 2023, wordt een onderzoeksinstelling betrokken. Voor de haalbaarheidsstudies is dat bij één project het geval. Figuur 9 toont de gebruikte technieken in de innovatieprojecten in 2023. De technieken die in

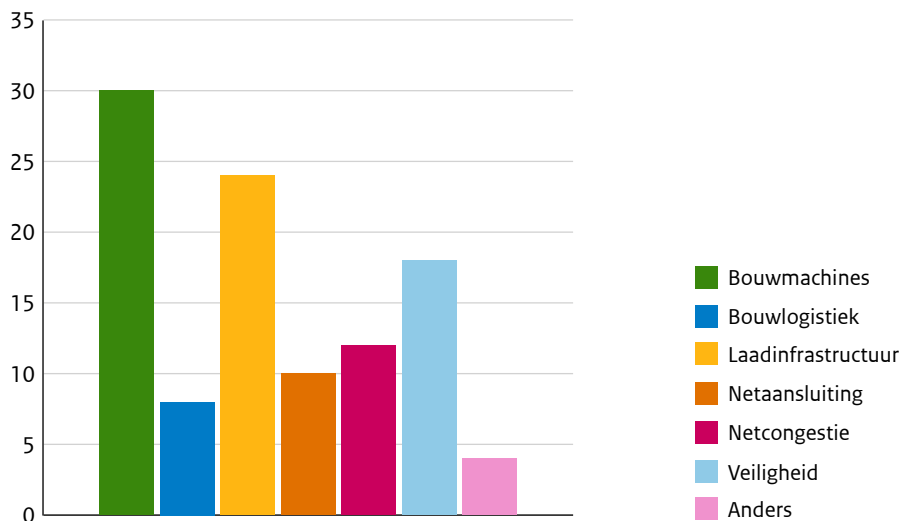
de haalbaarheidsstudies uit de categorie “Anders” worden gebruikt, zijn methanol als waterstofdrager, een aggregaat op mierenzuur en voeding via zonnepanelen.



Figuur 9: Gebruikte technieken in de innovatieprojecten in 2023

In Figuur 10 zijn de onderwerpen van innovatie te zien voor alle innovatieprojecten in 2023. Een project kan meerdere onderwerpen

bestuderen. De onderwerpen die in de categorie “Anders” vallen, zijn onder andere certificering en accusystemen.



Figuur 10: Onderwerpen van de innovatieprojecten in 2023

4.2 Samenvattingen experimentele ontwikkelingen

Het eerste elektrisch aangedreven werkschip

Vanuit stedelijke projecten in en rondom het water is de vraag naar verduurzaming groot. De ontwikkeling hiervan is in volle gang, echter is er nog geen ontwikkelingsproject dat zich richt op de ontwikkeling van een volledig elektrisch aangedreven zelf varend werkschip. Om projecten rondom wateren en gelegen in en nabij Natura 2000-gebieden of steden volledig emissieloos uit te kunnen voeren, is de ontwikkeling van een dergelijk schip noodzakelijk voor de bouwsector. Een van de belangrijke voorwaarden daarbij is dat het schip volledig zelfstandig kan varen en voor langere tijd binnen bepaalde projecten kan werken zonder daarbij gebruik te hoeven maken van walstroom.

Elektrische graafmachine

Dit innovatieproject wil inzetten op verduurzaming van de eigen mobiele werktuigen, zodat schoon en emissieloos werken al in 2025 mogelijk wordt. Concreet doel is de ontwikkeling van een volledig elektrisch aangedreven 2,6 ton minigraafmachine met een universeel wisselbaar accusysteem voor alle type kranen in de <50 KW vermogensklasse. Het doel van deze gecombineerde ontwikkeling is enerzijds hogere energie-efficiëntie te bereiken met minimale hydrauliek en anderzijds een schaalbare oplossing te bieden voor het elektrificeren van meerdere type minigraafmachines. Het innovatieve karakter van het project zit in het feit dat de nieuw te ontwikkelen deelcomponenten modulair worden opgebouwd wat i.c.m. het universele accusysteem maakt dat de resultaten van dit project schaalbaar zijn.

Elektrisch aangedreven werktuig voor baggeren en zand- en grindwinning

Baggerwerk en zand- en grindwinning behoren tot de zwaarste en dus meest belastende werkzaamheden uit de bouwketen. Met vermogens tot wel 3 MW en vaak dieselmotoren die Tier II of ouder zijn hebben deze schepen gigantische emissies: in het geval van de Beaver 65 – waar dit project betrekking op heeft – is de uitstoot wel 2.000 ton CO₂, 52 ton NO_x en 1 ton PM per jaar per Beaver 65. Dergelijke werktuigen worden veel ingezet in of dicht bij Natura 2000 gebieden zoals de Waddenzee, kustwateren voor duingebieden, grote rivieren en op het Markermeer en IJsselmeer. Emissieloze technieken voor baggerwerk en zand- en grindwinning zijn nog nauwelijks beschikbaar, zeker bij hogere vermogens. Elektrificering van deze werktuigen zou een enorme boost betekenen voor de reductie van NO_x, CO₂ en PM₁₀.

Ontwikkeling batterijpakket met directe koeling van de batterijcellen

Bij het elektrificeren van bestaande mobiele werktuigen is ruimte een beperkende factor met betrekking tot het inbouwen van voldoende accucapaciteit. Daarom zijn batterijpakketten met een hoge energiedichtheid per volume/gewichtseenheid van belang en dat de capaciteit optimaal benut wordt.

Het doel van het project is een batterijpakket met directe koeling te ontwikkelen, waarmee we een universele oplossing kunnen bieden voor alle mobiele werktuigen. Wanneer we bij laden met hoge vermogens de temperatuur van de batterijcellen op de optimale temperatuur van 25°C houden, kunnen we namelijk onbeperkt zeer snel laden. Dit snelle laden heeft als voordeel dat we voor mobiele

werktuigen een werkbare oplossing kunnen bieden met een kleiner batterijpakket, dat normaal gesproken het meest kostbare onderdeel (80% van de kosten) vormt van een retrofit.

Modulaire Multi-input Laadhub voor de Bouw

Het tekort aan capaciteit op het distributienet voor elektriciteit maakt het onmogelijk om op korte termijn te kunnen voldoen aan de energievraag voor emissieloze bouwmachines. Het doel van dit project is de ontwikkeling van een modulaire, multi-input laadhub voor bouwmachines waarmee capaciteit ontsloten kan worden uit bestaande infrastructuur, zoals OV-tractienetten of AC-netkoppelingen van zonneparken of verdeelstations. Zo kan er capaciteit worden vrijgemaakt zonder noodzaak voor nieuwe netaansluitingen, netuitbreidingen of andere (kostbare) maatregelen.

Elektrische kniklader

Hoewel meerdere Nederlandse bedrijven emissieloze knikladers ontwikkelen en op de markt brengen, is er nog steeds geen model beschikbaar dat in staat is om een volledige werkdag (8 uur) onafgebroken intensief te werken, met minstens dezelfde werkprestaties als een dieselvariant. Daarnaast is de afgelopen jaren (met name door de Corona pandemie) gebleken dat met name afhankelijkheid van 1 specifieke leverancier voor de batterijen bijzonder risicovol is: elke leverancier kreeg wel een keer te maken met leveringsproblemen, wat de verduurzaming van de sector vertraagt. Het zou bijzonder interessant zijn om een emissieloze kniklader te ontwikkelen waarbij een generieke ruimte is gecreëerd voor de integratie van verschillende mogelijke batterijen, zodat eenvoudig kan worden gekozen en gewisseld tussen verschillende leveranciers.

Elektrische wegenfrees

Het hoofddoel van het project is: het feitelijk ontwikkelen van een elektrische wegenfrees. Door de wegenfrees te ontdoen van de dieselmotor draagt het project bij aan de doelstelling van de subsidieregeling, specifiek aan het deel van de doelstelling: het versnellen van de ontwikkeling van emissieloze bouwmachines in de pre-commerciële fase. Het realiseren van onderhavig project draagt direct en onlosmakelijk bij aan het verminderen van de uitstoot van schadelijke emissies NO_x, CO₂ en fijnstof.

Emissieloos en Zwaar Hydraulisch Bouwmaterieel (EZHB)

Het doel van het project is om Zero-Emission oplossingen en bijbehorende strategieën te ontwikkelen en door het uitvoeren van een praktijkexperiment de operationele praktijk van de inzet van het bouwmaterieel te onderzoeken en te valideren. De samenwerking heeft als doel nieuwe kennis en inzicht te verkrijgen in het in de praktijk werken met hoog voltage elektrische toepassingen, de kwalificaties en skills die hiervoor benodigd zijn en hoe dit binnen bouwondernemingen, zowel technisch als organisatorisch, verdere invulling aan gegeven kan worden.

Traject-laadhubs met waterstof backup

De toenemende problemen rondom netcongestie vormen een potentieel risico voor aannemers in de bouwsector om batterij-elektrische bouwmachines in te zetten. Met de inzet van waterstof brandstofcel-generatoren kan (deels) net-autonoom opgeladen worden. Er komen echter nog veel uitdagingen kijken bij de toepassing van waterstof op grote bouwplaatsen. Het doel van het project is het versnellen van de inzetbaarheid van batterij-elektrische bouwmachines op grootschalige en uitgestrekte infrastructurele bouwprojecten met géén of beperkte netcapaciteit, door het opbouwen van praktijkgerichte inzichten voor de toepassing van traject laadhubs met waterstof-backup: een meertraps laadinfrastructuur die meereist met de bouwlocatie en het ketencomplex over het volledige bouwtraject.

Eerste waterstof tractor voor de infra sector

Het merendeel van de huidige machines in de infra sector zijn nog diesel aangedreven en vooral de zwaardere machines zijn moeilijk te elektrificeren zonder verlies van het vermogen om een (aanzienlijk deel) van de dag te kunnen werken. Hier kan waterstof de oplossing bieden, aangezien dit relatief snel op locatie bijgetankt kan worden. Binnen dit project wordt de EOX Infra 200, een volledig emissievrije waterstof tractor, ontwikkeld en getest voor toepassing in de infrasector (zijnde grond-, weg- en waterbouw; GWW), waarbij ook de mobiele infrastructuur wordt getest voor het bijtanken van waterstof op de bouwplaats (bestaande technologie, o.a. Rijngas en Kuster Olie).

Compacte Elektrische Bouwmachine in combinatie met Energie Trailer

Binnen het project wordt een Energie Trailer voor transport van compacte bouwmachines met batterijpakket en zonnecellen ontwikkeld. Een prototype daarvan zal gebouwd worden. Een breed inzetbare Hudson Compact machine wordt compatibel gemaakt met de Energie Trailer. Die combinatie wordt getest door vier aannemers en een verhuurder - met klanten - van materieel onder reële omstandigheden en in alle seizoenen op verschillende bouw locaties. Parallel wordt de Energie Trailer getest om andere compacte elektrische machines op te laden op bouwplaatsen. De praktijktesten worden gemeten op 17 aandachtspunten gedurende 2024 en 2025.

Kite-powered Battery Energy Storage System [KiteBESS]

Het doel van het project is het valideren van een prototype-opstelling van een 336kWh Battery Energy Storage System (BESS) dat wordt opgeladen door een trekkende vliegenerator, om de productie, opslag en vraaggestuurde levering van hernieuwbare energie op bouwplaatsen te bewijzen en lokale energie te elimineren.

4.3 Samenvattingen haalbaarheidsstudies

Retrofit zero emission rupsaandrijving

In dit project wordt gedreven door een groeiende behoefte naar 'zero emission' aandrijving voor rupsonderstellen. Hierbij is het urgent dat bestaande werkzame bouwvoertuigen een 'nieuw leven' krijgen, maar met hetzelfde bestaansrecht opereren. Hierbij is het doel om een schaalbaar retrofit elektrificatie platform te ontwikkelen, waarbij functionele aanpassingen nihil blijven en technische specificaties hetzelfde of beter worden na ombouw.

E-Platform voor rups mobiele bouw machines (vervolgproject)

Het doel van het vervolgproject is de ontwikkeling van een modulaair op te bouwen, configureerbaar batterij-elektrisch rupsplatform werkend op een spanning van 96V en met een maximaal voertuiggewicht van 12 ton. Het beoogde resultaat van het vervolgproject is een 96V batterij-elektrisch rupsonderstel voor bouw machines tot 12 ton, waarbij de functionaliteit in de opbouw (bijvoorbeeld boor, graver, kraan, etc) ook elektrisch is aangedreven (in tegenstelling tot hydraulisch).

Tractor met verwisselbare accu's

De Nederlandse infrasector wordt momenteel nog gedomineerd door zware machines die worden aangedreven door dieselmotoren. Bij infraprojecten zoals bijvoorbeeld in de Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) wordt hierbij veelvuldig gebruik gemaakt van tractoren om bijvoorbeeld zandwagens voort te trekken en zand dus te transporteren. Voor een volle dag werken wordt er verwacht dat er een energiebehoefte is van tussen de 500 & 700 kWh. Met een maximum van 150 kWh dat in het platform van de huidige tractor past, is het noodzakelijk dat er een goed werkend wissel systeem komt voor accu's op de bouwplaats.

Autonomous Megawatt Charging voor bouw materieel

De elektrificatie van heavy duty bouw materieel zorgt voor knelpunten in operationele schema's. Om de elektrificatie van zwaar vervoer mogelijk te maken, heeft Charin, de branchevereniging achter de snellaad-standaard CCS, recent een standaard en technologieplatform voor Megawattladen, het Megawatt Charging System, voorgesteld. Deze haalbaarheidsstudie mondt uit in een rapport waarin de methode, resultaten en conclusies ten aanzien van de uitgevoerde studie staan beschreven.

Haalbaarheid volledig elektrische funderingsmachine

Voor bouwprojecten in Nederland is er steeds meer noodzaak om emissiearm en naar verwachting op termijn emissieloos te bouwen. Dit is een ontwikkelproject voor een volledig elektrische funderingsmachine. Aan de hand van een evaluatierapport kan een besluit genomen worden voor het vervolgproject.

Elektrische Power Take-Off (PTO) met Range Extender Bouwvoertuig

In dit project wordt retrofit platform ontwikkeld, een multi-inzetbare modulaire elektrisch aangedreven PTO met de koppeling van een range-extender. Deze range-extender is als koppeling en in de vorm van een PEM-brandstofcelsysteem, waterstof-opslag-tanksysteem, benodigde appendage en besturingstechniek. De elektrische PTO met range-extender dient multi-inzetbaar te zijn voor verschillende toepassingen.

Schaalbare Elektrische Aandrijving Bouwvoertuigen

Voor het vooruitstreven naar verduurzaming binnen de transportsector, hebben de projectpartners in 2022 gezamenlijk de 'E-force' schuifvloertrailer geïntroduceerd. De E-force is een 3-assig onderstel die beschikt over een elektrisch aangedreven aandrijf-as. Deze aandrijf-as wordt gevoed door een 700V (70 kWh) accupakket en kan daarnaast elektrische energie bij remmen genereren en opslaan. Het complexe aan het toepassen van een standaard E-force platform is de veelzijdigheid van functionaliteiten, toepassingsmogelijkheden en verschillende klimaatomgevingen waarin het bouwvoertuig opereert.

Methanol als waterstofdrager

Doel van het project: het ontwikkelen van een volledig duurzame zonneaggregaat. Om dit te bereiken is het bedrijf op zoek naar alternatieven voor de gebruikte biodiesel back-up aggregaten. Een van de onderzochte alternatieven is het gebruik van een waterstofcel als back-up. Tijdens dit onderzoek zijn echter enkele uitdagingen naar voren gekomen bij het gebruik van waterstof, waaronder veiligheid, gemak van transport, energiedichtheid en kosten. Om deze redenen wordt de haalbaarheid onderzocht van waterstofdragers met een hogere energiedichtheid. Methanol, als de puurste vorm van alcohol, wordt beschouwd als een van de meest kansrijke potentiële opties omdat deze, indien duurzaam geproduceerd (uit biomassa), op kort cyclisch niveau CO₂-neutraal is.

Volledige elektrificatie van een boor- en sondeerschip

Het beoogde elektrificatietraject brengt dusdanig veel specifiek voor vaartuigen relevante vraagstukken, uitdagingen en (potentiële) knelpunten met zich mee dat het bedrijf de haalbaarheid van de voorgenomen elektrificatie eerst grondig zal moeten onderzoeken, voordat een beslissing kan worden genomen over het daadwerkelijk opstarten van het beoogde elektrificatieproject en vrijmaken van de daarvoor benodigde middelen.

UrbanFuel

Het hoofddoel is om projecten met binnenstedelijk bouw materieel emissieloos te maken met behulp van een modulaair 'Powerpack' op basis van brandstofceltechnologie. Hiermee worden vervuilende benzine- en dieselaggregaten overbodig. Het beoogde resultaat van het vervolgproject is een succesvolle demonstratie waaruit blijkt dat

de Powerpack op technisch, economisch en juridisch oogpunt in staat is om binnenstedelijke bouwprojecten van stroom te voorzien en daarmee de huidige diesellaggregaten te vervangen.

Elektrificatie van een graafmachine

Het bedrijf wil de haalbaarheid onderzoeken voor het elektrificeren van een specifieke type graafmachine. Deze graafmachine verschilt van andere machines vanwege zijn unieke en compacte design. Vanwege het compacte design van de machine is het een uitdaging om alle componenten in de machine te plaatsen en voldoende accu capaciteit te realiseren. In eerste instantie beoogt dit project bij te dragen aan de kennis en beschikbaarheid van emissieloze en elektrisch-aangedreven grondverzetmachines op bouwplaatsen. Het idee is echter dat deze ontwikkeling uiteindelijk ook toepasbaar kan zijn in meerdere sectoren. Wanneer er door aannemers positieve ervaring is opgedaan met geëlektrificeerde machines, zal dit de implementatie bij andere bedrijven in de verschillende sectoren versnellen.

De toekomst van de bouw versterken met een configurator voor Elektrische Bouwmachines

De aanvrager is voornemens een database op te zetten van componenten voor elektrische bouwmachines. Deze database zal bestaan uit componenten van derde partijen en eigen componenten. Ook is aanvrager voornemens om een model te ontwikkelen waarmee automatisch een elektrische power train voor een bouwmaschine wordt geconfigureerd. Om dit te realiseren voorziet aanvrager de noodzaak om een model van een aandrijflijn te ontwikkelen, plus een simulatie omgeving waarmee de benodigde prestaties bepaald kunnen worden. Om de configurator voor klanten inzetbaar te maken zal er een toegankelijk gebruikers-interface moeten worden ontwikkeld. De projectpartners die voor aanvrager interessant zijn in een vervolproject hebben hun expertise als machinebouwers.

Haalbaarheidsstudie elektrificatie wegenrees

Aanvrager gaat onderzoeken of het technisch, financieel en commercieel mogelijk is om een wegenrees te elektrificeren. De mogelijkheid toe te passen technieken zijn dermate complex dat een haalbaarheidsstudie vereist is om een weloverwogen bedrijfseconomisch verantwoorde keuze te maken al dan niet een R&D traject te starten.

Transportabele waterstofproductie & -dispenser voor bouwmaterieel

Bij een aangetoonde technische haalbaarheid van een Transportabele waterstofproductie & -dispenser voor bouwmaterieel voor een bouwvoertuig zal de aanvrager dit turn-key systeem ontwikkelen en (op aanvraag) toepassen voor verschillende bouwplaatsen/-plekken met waterstof aangedreven bouwvoertuigen. Na een geslaagde haalbaarheidsstudie zal een experimenteel ontwikkelingsproject starten van niet meer dan twee jaar, met als doel de ontwikkeling van een multi-inzetbare

transportabele waterstofproductie & -dispenser voor bouwmaterieel te realiseren.

Haalbaarheidsstudie Verduurzaming aanbrengen van detectielussen en sensoren in asfalt

Er is nog nergens een proces beschikbaar waarmee detectielussen en sensoren emissieloos kunnen worden aangebracht in asfalt. Omdat de afzetmarkt in Nederland te klein is voor leveranciers (zoals van freesmachines, compressors, verwarmingsketels en gasflessen) om een emissieloze variant te ontwikkelen, beoogt de aanvrager hier zelf oplossingen voor te ontwikkelen. In een haalbaarheidsonderzoek wil de aanvrager onderzoeken wat de economische en technische haalbaarheid is om dit proces te verduurzamen.

AluAirZero

Er is een duidelijke behoefte aan een praktische, kosteneffectieve, circulaire en uitstootvrije mobiele oplossing voor de bouw. AluAirZero demonstreert een circulaire, uitstootvrije en intrinsiek veilige mobiele energieoplossing voor de bouw, zonder productieverlies of lange laadtijden, 5-10x langer opereren voor hetzelfde gewicht, 2x lagere aanschafkosten dan lithium-ionenbatterijoplossingen en gebruikskosten vergelijkbaar met diesel. De innovatie is een nieuwe keten voor aluminium-luchtbatterijen met hoge-energiecapaciteit: niet opladen, maar herladen - en 100% recyclen, zonder uitstoot.

H2Genset oplaadsysteem voor emissieloze bouwmachines

Het doel van deze haalbaarheidsstudie is het creëren van een geavanceerd oplaadsysteem voor emissieloze bouwvoertuigen dat gebruikmaakt van brandstofcellen, grote accu's en externe stroomvoorzieningen. Het project richt zich op het oplossen van problemen in de bouwsector, zoals beperkte en trage oplaadpunten.

Slimme laadinfra voor bouwmachines in stedelijke omgeving

Doel van het project is de technische en economische haalbaarheid te onderzoeken van de ontwikkeling van een slimme laadoplossing voor bouwmaterieel in binnenstedelijk gebied, die gebruik maakt van reeds aanwezige bovenleidingsystemen voor tram en/ of trolleybussen. Het idee is deze infra te benutten door een slim systeem te ontwikkelen (nieuw voor de markt, bestaande uit nieuwe hardware- en software) zodat laadpunten of laadpleinen (energiehubs) voor bouwmaterieel flexibel aan deze infrastructuur gekoppeld kunnen worden.

Hybride BatteryPack met H2

De huidige laadinfrastructuur voor bouwmachines schiet enorm te kort om de gestelde klimaatdoelen te behalen. De verouderde elektriciteitsinfrastructuur en beperkte netverbindingen verhinderen en hebben een vertragende werking bij de ontwikkeling van emissievrije bouwprojecten.

Het kernprobleem dat wordt aangepakt in het vervolgproject, is de ontoereikende laadinfrastructuur voor bouwmachines. Het doel is de besluitvorming te ondersteunen over de haalbaarheid van een experimentele ontwikkeling. Binnen deze studie worden economische, praktische en technische aspecten onderzocht en objectief beoordeeld op sterke en zwakke punten, kansen en risico's. Op basis van de bevindingen wordt besloten of verdere R&D-investeringen gerechtvaardigd zijn.

BaleenSolar

Voor de elektrificatie van baggerwerkzaamheden, is de afwezigheid van een nabije netaansluiting een grote bottleneck. Een mogelijke oplossing hiervoor is een verplaatsbaar drijvend PV-systeem, eventueel gekoppeld met elektrische opslag. Het vervolgproject betreft prototypen van dergelijke systemen bouwen waarmee de aanvrager componenten zoals treksterkte, oprolbaarheid, verankering en de capaciteit van het PV-systeem wil beproeven. Doel is om te onderzoeken of het project een financiële haalbaarheid heeft in bouw en verplaatsbaarheid op land en water t.b.v. huidige energievoorzieningen (diesel).

Haalbaarheid elektrificering zandwinwerktuig

De zand- en grindwinning is een belangrijke toeleverende industrie van de bouwsector. In de zand- en grindwinning – die veelal langs de rivieren plaats heeft – wordt nog volop gewerkt met dieselaangedreven werktuigen en aggregaten. Voor de bouwsector in Nederland is er echter steeds meer noodzaak om emissiearm en naar verwachting op termijn emissieloos te bouwen. De aanvrager wil hier graag op vooruit lopen door een bestaand zand- en grindwinwerktuig (zuigboot) volledig te elektrificeren. Om dit te kunnen doen is het noodzakelijk om de haalbaarheid van technische aspecten te onderzoeken en meer inzicht te krijgen in operationele en financieel-economische aspecten van de inzet van het beoogde werktuig.

Batterij-elektrisch werkplatform/oplegger voor binnenstedelijke bronbemalingen

Doel is de haalbaarheid van de ontwikkeling van een gestandaardiseerde, energetisch zelfvoorzienende oplegger ontwikkelen, voorzien van kraan, pompen, waterreservoir en overige functionele benodigdheden. De studie geeft de resultaten en conclusies voor de haalbaarheid van de ontwikkeling van een platform/oplegger t.a.v. emissieloos transport naar en inrichting van de bouwlocatie en gebruik van benodigde machines ter plaatse.

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Graadt van Roggenweg 200 | 3531 AH Utrecht
T +31 (0) 88 042 42 42
E: klantcontact@rvo.nl
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | maart 2024

Publicatienummer: RVO-065-2024/RP-DZ

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.