

Toelichting op rekensheet U-methode

Algemeen:

Met de rekensheet kunnen de emissies van (mobiele) werktuigen in de realisatiefase worden berekend voor projecten van RWS. De sheet ondersteunt het proces van *indicatieve* berekeningen maar kan ook voor *definitieve* berekeningen worden gebruikt. De op basis van de rekensheet berekende emissies NOx en NH3 kunnen gebruikt worden voor een depositieberekening in AERIUS Calculator. De sheet gaat uit van de U-methode van TNO (TNO-rapport 2023-R11233 ('U-methode'), <https://publications.tno.nl/publication/34641004/4dwN7s/TNO-2023-R11233.pdf>) en de aanbestedingseisen van RWS (conform het convenant Schoon- en Emissieloos Bouwen d.d. november 2023 voor het pelotonniveau (basisniveau) en koploperniveau (ambitieniveau)). Voor het proces van Indicatieve berekeningen verwijzen we naar de werkgroep Productie en de meest recente versie van het processchema.

Invullen:

De gebruiker kiest de gewenste realisatieperiode (veld D9). De gebruiker vult (vanaf regel 25) de werktuigen in en kiest daarbij het type werktuig, het aantal draaiuren en het maximale vermogen (voor MUT/ZUT is het vermogen niet nodig). De sheet haalt nu voor het ingevoerde materieel de aanbestedingseisen op voor de variant "Peloton". Hierbij worden de emissiefactoren opgehaald en omgerekend naar de emissies per voertuig. Voor de Koploper-variant kiest de gebruiker nog of er sprake is van een extra eis in de vorm van een katalysator (Let op borging in de aanbesteding) in die gevallen waar de eisen daarvoor ruimte bieden (B/C - zie hiervoor ook de Handreiking Stikstof). Tevens bepaalt de gebruiker welk deel (op basis van een percentage ZE) van de inzet met zero-emissie wordt gedaan. Voor kleine werkzaamheden wordt meestal met één machine gewerkt. Het in te vullen percentage zal dan 0% of 100% zijn. Voor omvangrijkere werkzaamheden met meerdere machines van dezelfde machinegroep (dan vul je in één regel de gezamenlijke draaiuren van de machinegroep in) kan dit bijvoorbeeld ook 50% of 33-67% kan zijn.

Resultaten gebruiken:

Naast de resultaten per regel, verzamelt de sheet bovenin in de samenvattende tabellen de totale emissies. Eerst per machine groep (A,B,C etc): dit geeft inzicht in waar het zwaartepunt van de emissies liggen. Dit wordt opgeteld tot een sub totaal (regel 11) zonder de bijdragen van MUT/ZUT. Daaronder volgen de emissies van MUT/ZUT en ook een totale emissie. In cel R11 wordt het percentage ingroei ZE berekend (in termen van energie). Dit getal kan getoetst worden aan de bandbreedte van de aanbestedingseisen (cel R19). Het materieel dat al elektrisch is in de Peloton-variant wordt hierin automatisch meegewogen.

Toepassingsbereik - wanneer kan, mag of moet je de sheet gebruiken?

De rekensheet is bedoeld als *hulpmiddel* voor de toepassing van de U-methode voor (de realisatiefase van) RWS-projecten en kan gebruikt worden om de emissie van (mobiele) werktuigen in te schatten, uitgaande van de 'U-methode' en de aanbestedingseisen die RWS hanteert. Het gebruik van rekensheet ontlast de gebruiker én ontlast RWS-WVL in het toetsproces bij indicatieve en definitieve AERIUS-berekeningen. De rekensheet mag door de projecten en betrokkenadviesbureau's (opdrachtnemers) worden gebruikt, maar gebruik ervan is *niet* verplicht. De werking van sheet is gecontroleerd, echter de eindverantwoordelijkheid voor de resultaten ligt bij de eindgebruiker. Deze in deze versie opgenomen U-methode is geschikt voor toepassing in AERIUS Calculator.

Beheer van deze sheet

De rekensheet is in beheer bij RWS-WVL. Bij twijfel over de correct werking graag contact opnemen met het Team Stikstof van RWS-WVL. Deze sheet zal worden geactualiseerd in geval er onjuistheden zijn geconstateerd, bij wijzigingen van kentallen van de U-methode of in geval de aanbestedingseisen wijzigen. Mocht je behoefte hebben aan het verder ontwikkelen of doorvoeren van aanpassingen in de sheet voor projectspecifieke doeleinden, dan blijft die verantwoordelijkheid bij de eindgebruiker. De sheet is gedeeltelijk vergrendeld en een aantal tabbladen is verborgen om het gebruik makkelijker en overzichtelijker te maken. De sheet kan ontgrendeld worden met het wachtwoord "RWS", waarna verborgen tabbladen ook zichtbaar gemaakt kunnen worden.

Uitvraag Peloton en Uitvraag Koploper

De tabbladen "Uitvraag Peloton" en "Uitvraag Koploper" kunnen gebruikt worden als bij contractvorming gebruik gemaakt wordt van een emissieplafond. Het emissieplafond wordt in de basis bepaald door de berekening in tabblad Rekensheet U-methode. Aanvullend kan er in de Uitvraag-tabbladen bouwlogistiek worden toegevoegd. Vóórdat de sheet extern wordt gedeeld met aannemer (die toetst of zijn bouwmethode past binnen het gestelde emissieplafond) dient de emissie van de bouwlogistiek *vastgezet* te worden in het emissieplafond. Dit kan gedaan worden door de emissies in cellen X12 en Y12 *als waarden* vast te leggen (zie ook de uitleg in Cel W12). Bij twijfel is het raadzaam om contact op te nemen met de stikstofspecialisten van WVL, bijvoorbeeld [REDACTED]. De aannemer kan nu in de Uitvraag-tabbladen de eigen gegevens invullen en vergelijken met het emissieplafond.

Definitities

	Aanvullend kan als eis worden opgenomen dat een werktuig wordt ingezet met een katalysator. De keuzes is tussen: 0. nee, geen aanvullende eis tov peloton 1. Ja, waar mogelijk een katalysator als aanvullende eis tov peloton. Voor sommige Stageklassen voor mobiele werktuigen zijn meerdere Machinegroepen mogelijk, met en zonder katalysator. Voor het peloton is standaard altijd de waarde zonder katalysator gekozen. Voor het Koplopersniveau kan gekozen worden voor een aanvullende eis met katalysator. Zie de Handreiking Stikstof.
Invoerveld katalysator (Kolom P)	
Invoerveld percentage ZE (Kolom R)	Het deel van de werkzaamheden voor deze regel dat met 'zero-emissie-materieel' wordt uitgevoerd. Bijv. 50% met een elektrische graver. De andere 50% (gewogen in energie) wordt dan nog met een fossiel aangedreven graver uitgevoerd. Als ZE volgens de aanbestedingseisen verplicht is, wordt dit getal overschreven (en wordt automatisch 100% procent toegepast in de berekening). Ingevulde percentages ZE voor MUT/ZUT tellen, conform de aanbestedingseisen, niet mee voor dit percentage.
Koploper(-eisen)	Ambitieuze aanbestedingseisen RWS. Met maatwerk is het mogelijk om nóg schoner te zijn dan het koplopersniveau. Dit dient dan te worden vastgelegd voor de definitieve berekening en in de aanbestedingseisen en uiteindelijke contracteisen.
Machinegroep	Definitie TNO voor categorisering van machines naar emissies, zoals gehanteerd in de U-methode (en de AUB-methode). Dit is gerelateerd aan de Stage-klassen, maar niet 1-op-1. De vertaling gebeurt in deze sheet automatisch.
Mobiele bron	Mobiel werktuig dat zich kan verplaatsen over het bouwterrein: dus met wielen of rupsbanden.
MUT	Middelzwaar Utiliteitsvoertuig, bijvoorbeeld een middelzware vrachtwagen die laadt, lost en/of rijdt op de bouwplaats. Invoer van vermogen is niet nodig. De emissies hiervan op de bouwplaats worden meegenomen in AERIUS als mobiel werktuig, maar maken <i>geen</i> onderdeel uit van de aanbestedingseisen in het kader van mobiele werktuigen. Er zijn wel aanbestedingseisen aan vrachtwagens, maar deze zijn alleen relevant indien deze voertuigen als wegverkeer worden gemodelleerd.
Peloton(-eisen)	Ondergrens aanbestedingseisen RWS (basisniveau)
Speciale bron	Specialistisch materieel: uniek werktuig dat vanwege bijzondere eigenschappen vaak langer dat 15 jaar gebruikt wordt. Voor dit type werktuig gelden namelijk aangepaste aanbestedingseisen binnen RWS. Hierbij kan gedacht worden aan een meetvoertuig.
Stationaire bron	Werktuig dat aan een vaste locatie gebonden is, zoals een pomp of aggregaat.
U-methode	Rekenmethode van TNO voor het berekenen van emissie voor mobiele werktuigen. Dit is de voorkeursmethode van RWS in het geval er geen goede praktijkgegevens beschikbaar zijn. https://publications.tno.nl/publication/34641004/4dwN7s/TNO-2023-R11233.pdf Bij beschikbaar zijn van goede praktijkgegevens van brandstofgebruik en AdBlue verbruik wordt de AUB-methode geadviseerd.
ZUT	Zwaar Utiliteitsvoertuig, bijvoorbeeld een zware vrachtwagen die laadt, lost en/of rijdt op de bouwplaats. Invoer van vermogen is niet nodig. De emissies hiervan op de bouwplaats worden meegenomen in AERIUS als mobiel werktuig, maar maken <i>geen</i> onderdeel uit van de aanbestedingseisen in het kader van mobiele werktuigen. Er zijn wel aanbestedingseisen aan vrachtwagens, maar deze zijn alleen relevant indien deze voertuigen als wegverkeer worden gemodelleerd.

[illegible]

[illegible]

Environ System: 000000						
#	StationName	Temperature	Current	RF MW	RF MW	Current
		Station	Station	RF MW	RF MW	Station
1	Station 1: main control	200	200	2.12	2.12	200
2	Station 2: main control	200	200	2.12	2.12	200
3	Station 3: main control	200	200	2.12	2.12	200
4	Station 4: main control	200	200	2.12	2.12	200
5	Station 5: main control	200	200	2.12	2.12	200
6	Station 6: main control	200	200	2.12	2.12	200
7	Station 7: main control	200	200	2.12	2.12	200
8	Station 8: main control	200	200	2.12	2.12	200
9	Station 9: main control	200	200	2.12	2.12	200
10	Station 10: main control	200	200	2.12	2.12	200
11	Station 11: main control	200	200	2.12	2.12	200
12	Station 12: main control	200	200	2.12	2.12	200
13	Station 13: main control	200	200	2.12	2.12	200
14	Station 14: main control	200	200	2.12	2.12	200
15	Station 15: main control	200	200	2.12	2.12	200
16	Station 16: main control	200	200	2.12	2.12	200
17	Station 17: main control	200	200	2.12	2.12	200
18	Station 18: main control	200	200	2.12	2.12	200
19	Station 19: main control	200	200	2.12	2.12	200
20	Station 20: main control	200	200	2.12	2.12	200
21	Station 21: main control	200	200	2.12	2.12	200
22	Station 22: main control	200	200	2.12	2.12	200
23	Station 23: main control	200	200	2.12	2.12	200
24	Station 24: main control	200	200	2.12	2.12	200
25	Station 25: main control	200	200	2.12	2.12	200
26	Station 26: main control	200	200	2.12	2.12	200
27	Station 27: main control	200	200	2.12	2.12	200
28	Station 28: main control	200	200	2.12	2.12	200
29	Station 29: main control	200	200	2.12	2.12	200
30	Station 30: main control	200	200	2.12	2.12	200
31	Station 31: main control	200	200	2.12	2.12	200
32	Station 32: main control	200	200	2.12	2.12	200
33	Station 33: main control	200	200	2.12	2.12	200
34	Station 34: main control	200	200	2.12	2.12	200
35	Station 35: main control	200	200	2.12	2.12	200
36	Station 36: main control	200	200	2.12	2.12	200
37	Station 37: main control	200	200	2.12	2.12	200
38	Station 38: main control	200	200	2.12	2.12	200
39	Station 39: main control	200	200	2.12	2.12	200
40	Station 40: main control	200	200	2.12	2.12	200
41	Station 41: main control	200	200	2.12	2.12	200
42	Station 42: main control	200	200	2.12	2.12	200
43	Station 43: main control	200	200	2.12	2.12	200
44	Station 44: main control	200	200	2.12	2.12	200
45	Station 45: main control	200	200	2.12	2.12	200
46	Station 46: main control	200	200	2.12	2.12	200
47	Station 47: main control	200	200	2.12	2.12	200
48	Station 48: main control	200	200	2.12	2.12	200
49	Station 49: main control	200	200	2.12	2.12	200
50	Station 50: main control	200	200	2.12	2.12	200
51	Station 51: main control	200	200	2.12	2.12	200
52	Station 52: main control	200	200	2.12	2.12	200
53	Station 53: main control	200	200	2.12	2.12	200
54	Station 54: main control	200	200	2.12	2.12	200
55	Station 55: main control	200	200	2.12	2.12	200
56	Station 56: main control	200	200	2.12	2.12	200
57	Station 57: main control	200	200	2.12	2.12	200
58	Station 58: main control	200	200	2.12	2.12	200
59	Station 59: main control	200	200	2.12	2.12	200
60	Station 60: main control	200	200	2.12	2.12	200
61	Station 61: main control	200	200	2.12	2.12	200
62	Station 62: main control	200	2			

Vertalingstabel van RWS-aanbestedingseisen Peloton eisen duurzaam materieel naar door TNO gedefinieerde machinegroepen

Vertaling op basis van machinegroepen zoals gedefinieerd in de publicatie TNO-R12305 en opgenomen in de bijlage U-methode

Tabel 1. Mobiele werktuigen

Materieel	Periode 1		Periode 2		Periode 3		Periode 4		Periode 5	
	2023-2024		2025-2027		2028-2029		2030 -2034		vanaf 2035	
	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep
Minimaterieel (<19 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Zeer licht materieel (19-37 kW)	Stage IIIa	X	Stage IIIa	X	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Licht materieel (37-56 kW)	Stage IIIb	A	Stage IIIb	A	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Middelzwaar materieel (56-75 kW)	Stage IIIb	A	Stage IV met roetfilter	D	Stage IV met roetfilter	D	Stage IV met roetfilter	D	100% ZE	ZE
Middelzwaar materieel (75-130 kW)	Stage IIIb	B/C*	Stage IV met roetfilter	D	Stage IV met roetfilter	D	Stage IV met roetfilter	D	100% ZE	ZE
Zwaar materieel (130-560 kW)	Stage IIIb	B/C*	Stage IV met roetfilter	D	Stage IV met roetfilter	D	Stage IV met roetfilter	D	100% ZE	ZE
Zeer zwaar materieel (>560 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	X/C**	Katalysator en roetfilter	X/C**	100% ZE	ZE

*) B: zonder katalysator, C: met Katalysator. Desgewenst kan een project een katalysator als aanvullende eis opnemen.

**) Voor materieel waarbij de katalysator af fabriek is gemonteerd geldt voor materieel met jaar van toelating vóór 2019:X ; en ná 2019: C. Desgewenst kan een project het jaar van toelating als aanvullende eis opnemen. Voor materieel waar de katalysator later is aangebracht graag de te gebruiken machinegroep afstemmen met Steunpunt duurzaamheid RWS.

Tabel 2. Stationaire bronnen

Materieel	Periode 1		Periode 2		Periode 3		Periode 4		Periode 5	
	2023-2024		2025-2027		2028-2029		2030 -2034		vanaf 2035	
	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep
Minimaterieel (<19 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Zeer licht materieel (19-37 kW)	Stage IIIa	X	Stage IIIa	X	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Licht materieel (37-56 kW)	Stage IIIb	A	Stage IIIb	A	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Middelzwaar materieel (56-75 kW)	Stage IIIb	A	Stage IV met roetfilter	D	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Middelzwaar materieel (75-130 kW)	Stage IIIb	B/C*	Stage IV met roetfilter	D	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE	100% ZE	ZE
Zwaar materieel (130-560 kW)	Stage IIIb	B/C*	Stage IV met roetfilter	D	Stage IV met roetfilter	D**	Stage IV met roetfilter	D**	100% ZE	ZE
Zeer zwaar materieel (>560 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	X/C***	Katalysator en roetfilter	X/C***	100% ZE	ZE

*) B: zonder katalysator, C: met Katalysator. Desgewenst kan een project een katalysator als aanvullende eis opnemen.

**) Eis voor stationair materieel 130-560 kW wijkt af van de eis uit het Convenant SEB.

***) Voor materieel waarbij de katalysator af fabriek is gemonteerd geldt voor materieel met jaar van toelating vóór 2019:X ; en ná 2019: C. Desgewenst kan een project het jaar van toelating als aanvullende eis opnemen. Voor materieel waar de katalysator later is aangebracht graag de te gebruiken machinegroep afstemmen met Steunpunt duurzaamheid RWS.

Tabel 3. Specialistisch materieel (levensduur >15 jaar) [1]

Materieel	Periode 1		Periode 2		Periode 3		Periode 4		Periode 5	
	2023-2024		2025-2027		2028-2029		2030 -2034		vanaf 2035	
	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep	Stageklasse	TNO machine-groep
Minimaterieel (<19 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	A	Katalysator en roetfilter	A	100% ZE	ZE
Zeer licht materieel (19-37 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	A	Katalysator en roetfilter	A	100% ZE	ZE
Licht materieel (37-56 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	A	Katalysator en roetfilter	A	100% ZE	ZE
Middelzwaar materieel (56-75 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	A	Katalysator en roetfilter	A	100% ZE	ZE
Middelzwaar materieel (75-130 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	C	Katalysator en roetfilter	C	100% ZE	ZE
Zwaar materieel (130-560 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	C	Katalysator en roetfilter	C	100% ZE	ZE
Zeer zwaar materieel (>560 kW)	Geen minimum eis	X	Geen minimum eis	X	Katalysator en roetfilter	X/C**	Katalysator en roetfilter	X/C**	100% ZE	ZE

[1] het gaat om materieel met de volgende kenmerken: kleine oplagen (geen serieproductie, maar maatwerk en un caten) en lange levensduren (vaak >15 jaar)

**) Voor materieel waarbij de katalysator af fabriek is gemonteerd geldt voor materieel met jaar van toelating vóór 2019:X ; en ná 2019: C. Desgewenst kan een project het jaar van toelating als aanvullende eis opnemen. Voor materieel waar de katalysator later is aangebracht graag de te gebruiken machinegroep afstemmen met Steunpunt duurzaamheid RWS.

Rekensheet stikstofemissies, realisatiefase van RWS-projecten obv U-methode	
beheerder	RWS-WVL
Huidige versie	

Log

versie	0.1
Aanpassingen	totstandkoming rekensheet obv U-methode TNO-2023-R11233 en "Eisteksten VSP voor TP WDSM 2022-11-26" t.b.v. indicatieve berekeningen
Datum	12-7-2023
Auteur	██████████
versie	0.2
Aanpassingen	Opmaak elektrisch compacter
Datum	18-7-2023
Auteur	Controle ██████████ verwerking ██████████
versie	0.3
Aanpassingen	Opmerkingen Lijst Stageklassen na afstemming met Steunpunt duurzaamheid.
Datum	20-7-2023
Auteur	██████████
versie	0.4
Aanpassingen	Pull down per regele voor mobiel, stationair, specials of Mut, ZUT & Toelichting
Datum	21-7-2023
Auteur	██████████
versie	0.5
Aanpassingen	MUT/ZUT Toegevoegd, cell verwijzingen in percentage ZE gecorrigeerd, Tekstuele correcties, opmaak, comments aan cel gebonden
Datum	14-8-2023
Auteur	Controle ██████████, verwerking ██████████
versie	0.6
Aanpassingen	MUT/ZUT apart in presentatie totaal. Beveiliging van cellen.Optelling ZE zonder MUT/ZUT. Blad Toelichting.
Datum	31-8-2023
Auteur	Controle & verwerking ██████████
versie	1.00
Aanpassingen	Opmaak, comments, toelichting, laatste check
Datum	1-9-2023
Auteur	Controle & verwerking ██████████
versie	2.00
Aanpassingen	Toevoeging functionaliteit voor uitvoer tabellen voor rapportage en contractvorming (emissieplafond)
Datum	Oplijnen met convenant SEB
Datum	17-6-2024
Auteur	██████████, controle door ██████████ en ██████████
versie	2.01
Aanpassingen	Bugfix, toevoeging functionaliteit voor uitvraag tabs, actualiseren Toelichting
Datum	30-6-2024
Auteur	██████████
versie	2.04
Aanpassingen	Vastzetten emissieplafond logistiek, toelichting, lay-out
Datum	3-7-2024
Auteur	██████████
versie	2.05
Aanpassingen	Wijziging contracteisen stationair materieel 130-560 kW
Datum	31-10-2024
Auteur	██████████
versie	3.00
Aanpassingen	Emissiekaracteristieken AERIUS Calculator 2025
Datum	22-8-2025
Auteur	██████████
versie	3.01
Aanpassingen	Bugfix MUT/ZUT, ZE verplicht uit peloton telt ook mee in totale percentage ZE t.b.v. koplopervoorschrift
Datum	9-8-2025
Auteur	██████████
versie	3.02
Aanpassingen	Tabellen tab aangevuld met samenvatting emissies per vermogensklasse
Datum	23-9-2025
Auteur	██████████
versie	3.03
Aanpassingen	Tekstuele aanpassingen in opmerkingen
Datum	29-9-2025
Auteur	██████████