

ONDERWERP
Uitgangspunten stikstofdepositie Meerstad - Vierverlaten

PROJECTNUMMER
30206379

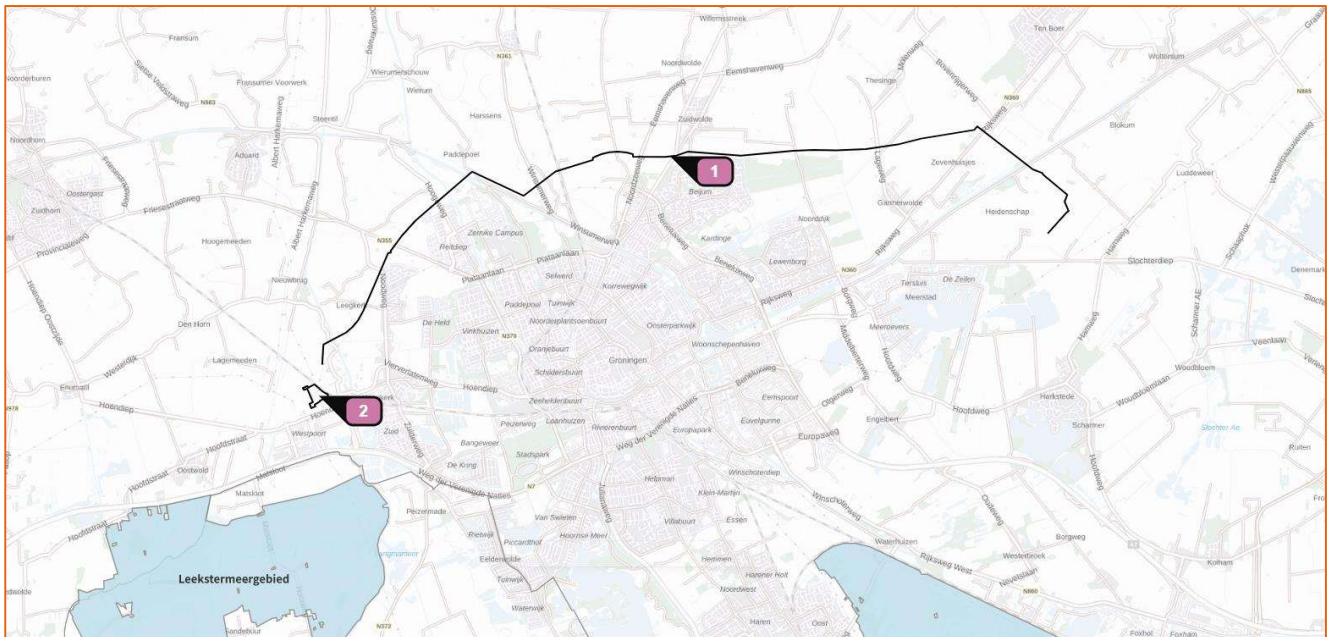
DATUM
24 oktober 2025

ONZE REFERENTIE
YPYNZMTFSEWP-1919701793-14909:v0.2

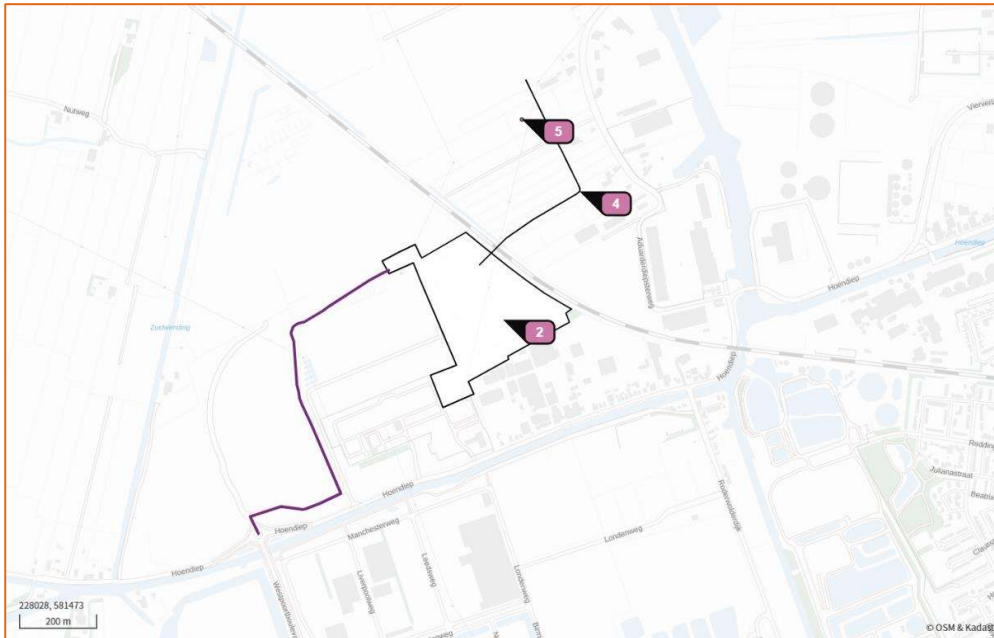
VAN
Team lucht, geluid & wind

1 Inleiding

Voor de realisatiefase van het station Vierverlaten en het tracé Meerstad – Vierverlaten zijn stikstofdepositieberekeningen uitgevoerd. In de realisatiefase wordt stikstofdepositie veroorzaakt vanwege het gebruik van mobiele werktuigen op de werklocatie en het transport van materieel van en naar de werklocatie. In figuur 1 is de locatie van het tracé en station te vinden. In figuur 2 wordt ingezoomd naar de locaties rondom het station met de route voor het bouwverkeer, het lokale tracédeel en de locatie van het opstijgpunt.



Figuur 1 Locatie tracé [1] en locatie station Vierverlaten [2]. Bron: Aerius 2025



*Figuur 2 Locatie station Vierverlaten [2], route bouwverkeer richting station, lokale tracédeel [4] en opstijgpunt [5].
Bron: Aerials 2025*

In deze memo worden de uitgangspunten voor de berekeningen besproken.

2 Methode

De belasting van de Natura 2000-gebieden rondom de emissiebronnen is berekend met behulp van een verspreidingsmodel. De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van de online-applicatie Aerials-Calculator (versie 2025.0.1). Aerials-Calculator is een rekenprogramma om de verspreiding van stoffen in de lucht te simuleren. Daarnaast berekent het model hoeveel van die stoffen per hectare terecht komt (depositie).

3 Uitgangspunten

In de volgende secties worden de uitgangspunten voor de werkzaamheden aan het station Vierverlaten, het lokale tracé en opstijgpunt en het tracé Meerstad-Vierverlaten beschreven.

3.1 Station Vierverlaten

Stikstofdepositie wordt veroorzaakt vanwege het gebruik van mobiele werktuigen op de werklocatie en het transport van materieel van en naar de werklocatie. In de volgende secties worden de uitgangspunten beschreven.

3.1.1 Mobiele werktuigen

Gedurende de realisatiefase wordt dieselmaterieel ingezet. Bij het gebruik van dieselmaterieel komt NO_x en NH₃ vrij. In Bijlage 1 is een overzicht van het in te zetten materieel opgenomen.

Mobiele werktuigen zijn werktuigen die standaard actief zijn op een werkplaats. Voor het berekenen van de NO_x en NH₃ emissie heeft TNO de AUB-methode en de U-methode voorgeschreven. De AUB-methode is in beginsel van toepassing op situaties waarbij specifieke praktijkgegevens over de in te zetten werktuigen op voorhand beschikbaar zijn, zoals het brandstofverbruik en het AdBlue-verbruik. Voor de werkzaamheden aan station Vierverlaten zijn deze gegevens aangeleverd door Tennet.

De uitstoot in de AUB-methode is afhankelijk van het brandstofverbruik, het aantal draaiuren, het motorische vermogen en de stageklasse van het materieel. Hierin zijn het aantal draaiuren en het motorische vermogen van het materieel projectafhankelijk. Voor de stageklasse en het brandstofverbruik is gebruik gemaakt van onderstaande richtlijnen.

Stageklasse

Voor dieselmaterieel gelden sinds 1997 emissievoorschriften. De EU-richtlijnen (97/68/EC en 2002/88/EC) bevatten normen voor de maximale uitstoot van luchtverontreiniging per vermogensklasse in gram/kWh. Er is sprake van invoering van vijf fasen van strenger wordende emissienormen. De verdeling in fasen is afhankelijk van het bouwjaar. De eerste fase werd geïmplementeerd in 1999, bij de tweede fase gebeurde dit tussen 2001 tot 2004, afhankelijk van de vermogensklasse van de motor. De derde fase verloopt in twee stappen: Stage IIIA voor motoren met een variabel toerental met bouwjaar 2006/2008 en Stage IIIB voor bouwjaar 2011/2013. De vierde fase (Stage IV) geldt vanaf 2014 (EU-richtlijnen 2004/26/EC) en de vijfde fase (Stage V) geldt vanaf bouwjaar 2019/2020 (Verordening EU 2016/1628).

Brandstofverbruik

Het brandstofverbruik is opgegeven door de opdrachtgever. Naast de diesel wordt AdBlue toegevoegd bij de motoren die in de categorieën 'Stage IV, 75-560 kW' en 'Stage V, 75-560 kW' vallen. Voor deze categorieën is dit ca. 6% van het dieselverbruik.¹

Utiliteitsvoertuigen

Utiliteitsvoertuigen die actief zijn op de bouwplaats, zoals kiepwagens, vallen buiten de categorieën voor stageklassen. De uitstoot van deze voertuigen wordt bepaald op basis van het aantal draaiuren op de werkplaats, hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen middelzware en zware utiliteitsvoertuigen (MUT en ZUT).

In Bijlage 1 zijn de materieelgegevens weergegeven. Een opsomming van de gegevens is weergegeven in tabel 1. Deze gegevens gelden als invoerparameters binnen Aeries 2025.0.1, binnen het rekenprogramma wordt de bijbehorende uitstoot berekend.

¹ TNO-2021-R12305AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuusteschatting van NO_x en NH₃ uitstoot van mobiele werktuigen

Tabel 1 Gegevens mobiele werktuigen station

Omschrijving	Stage [-]	Motorisch vermogensklasse [kW]	Draaiuren [uur]	Diesel verbruik [L]	AdBlue verbruik [L]
Totaal					
Werktuigen	Stage IV	75-560	57636	828203	49692
Werktuigen	Stage IV	<56	19623	67671	
Utiliteitsvoertuigen	ZUT		17098		

3.1.2 Bouwverkeer

Gedurende de werkzaamheden worden voertuigen ingezet voor het transport van materialen van en naar de bouwlocatie. De verkeersroute is opgenomen van de bouwlocatie tot de locatie waar het verkeer opgaat in het autonome verkeer op de Hoendiep. De verkeersaantallen zijn opgenomen in Tabel 2, hierbij staan 2 verkeersbewegingen (heen en terug) gelijk aan 1 voertuig dat de locatie bezoekt. Deze gegevens gelden als invoerparameters binnen Aerius 2025.0.1, binnen het rekenprogramma wordt de bijbehorende uitstoot berekend.

Tabel 2 Aantal verkeersbewegingen voor transport gedurende de werkzaamheden

Aantal verkeersbewegingen	Zwaar vrachtverkeer [bew]
Totaal	11076

Het stationair draaien van het vrachtverkeer is meegenomen in de gegevens voor de zware utiliteitsvoertuigen. Er is hierbij geen koude start van toepassing omdat de motoren korter dan 2 uur uit staan.

3.2 Lokale tracédeel en opstijgpunt

Rondom het station worden meerdere kabels neergelegd en aangesloten, daarnaast wordt een opstijgpunt geplaatst. Stikstofdepositie wordt veroorzaakt vanwege het gebruik van mobiele werktuigen op de werklocatie en het transport van materieel van en naar de werklocatie.

Tennet heeft voor deze onderdelen op basis van opgaven van haar aannemers in soortgelijke projecten kentallen gecreëerd. De kentallen bevatten de emissies van de mobiele werktuigen, het bouwverkeer en de koude start. Bij het bouwverkeer wordt aangenomen dat dit binnen 500 meter opgaat in het autonome verkeer. In Tabel 3 worden de kentallen weergegeven.

Tabel 3 Emissie lokale tracé en opstijgpunt

Werkzaamheden	NO _x emissie [kg]	NH ₃ emissie [kg]
Lokale tracé	701,0	25,8
Opstijgpunt	109,0	3,2

Binnen deze kentallen is de emissie van de mobiele werktuigen maatgevend. De bronnen worden ingevoerd onder de sector 'Anders...', hierbij wordt uitgegaan van de bronkenmerken van mobiele werktuigen met een uitstoothoogte van 2,5 m en een warmte-inhoud van 0,035 MW.

3.3 Tracé Meerstad-Vierverlaten

Stikstofdepositie wordt veroorzaakt vanwege het gebruik van mobiele werktuigen op de werklocatie en het transport van materieel van en naar de werklocatie. In de volgende secties worden de uitgangspunten beschreven.

3.3.1 Mobiele werktuigen

Mobiele werktuigen zijn werktuigen die standaard actief zijn op een werkplaats. Voor het berekenen van de NO_x en NH₃ emissie heeft TNO de AUB-methode en de U-methode voorgeschreven. De AUB-methode is in beginsel van toepassing op situaties waarbij specifieke praktijkgegevens over de in te zetten werktuigen op voorhand beschikbaar zijn, zoals het brandstofverbruik en het AdBlue-verbruik.

Voor de werkzaamheden aan het tracé zijn specifieke praktijkgegevens nog niet exact bekend en is de U-methode beter van toepassing. De U-methode wordt beschreven in het rapport TNO-2023-R11233.² In de U-methode is de uitstoot afhankelijk van het aantal draaiuren, het maximale motorische vermogen en de emissiefactor van het materieel. De emissiefactor kan worden bepaald op basis van de stageklasse en het maximale motorische vermogen.

In Bijlage 2 zijn de materieelgegevens weergegeven en in Tabel 4 de bijbehorende NO_x en NH₃ emissie per onderdeel. Er worden drie kabels naast elkaar gerealiseerd, in Tabel 4 worden de gegevens per 100 meter kabel of per boring voor één kabel weergegeven. In de uitwerking betekent dit dat 100 meter aan ontgravingen gelijk staat aan 300 meter kabel en dat een locatie met een boring gelijk staat aan drie boringen. De totale aantallen zijn in Tabel 4 opgenomen.

Tabel 4 Gegevens mobiele werktuigen tracé

Onderdeel	NO _x [kg/100m] [kg/boring]	NH ₃ [kg/100m] [kg/boring]	Aantal	NO _x totaal [kg]	NH ₃ totaal [kg]
Bouwweg (per 100m bouwweg)	2,93	0,18	112	327,79	20,25
Open ontgraving (deel 1, per 100m kabel)	3,05	0,10	37	112,94	3,74
Open ontgraving (deel 2, per 100m kabel)	3,43	0,12	43	147,63	5,36
Middellange gestuurde boring (per boring)	1,83	0,06	12	31,52	0,84
Lange gestuurde boring (per boring)	7,58	0,27	48	517,43	14,27
Totaal				1137,32	44,45

3.3.2 Bouwverkeer

Gedurende de werkzaamheden worden voertuigen ingezet voor het transport van materialen van en naar de bouwlocatie. De bouwlocatie is te benaderen op verschillende locatie. Voor het bouwverkeer is in de berekening aangenomen dat de voertuigen een afstand van 500 meter afleggen vanaf de bouwlocatie voordat het verkeer opgaat in het autonome verkeer. In Tabel 5 is het aantal verkeersbewegingen opgenomen, hierbij staan 2 verkeersbewegingen (heen en terug) gelijk aan 1 voertuig dat de locatie bezoekt.

Tabel 5 Aantal verkeersbewegingen voor transport gedurende de werkzaamheden

Aantal verkeersbewegingen	Licht verkeer [bew]	Middelzwaar vrachtverkeer [bew]	Zwaar vrachtverkeer [bew]
Totaal	1648	720	6296

² TNO-2023-R11233: U-methode, NO_x en NH₃ emissies van mobiele werktuigen op basis van draaiuren alleen d.d. 30 juni 2023

De emissies op de bouwplaats worden meegenomen bij de mobiele werktuigen. De bijbehorende emissie van het bouwverkeer is 21,50 kg NO_x en 0,30 kg NH₃. In de modellering is de geringe emissie die bij het bouwverkeer vrijkomt opgeteld bij de emissie van de mobiele werktuigen.

Bij het lichte verkeer is een koude start van toepassing voor de 480 voertuigen. De bijbehorende emissie van het bouwverkeer is 0,23 kg NO_x en 0,04 kg NH₃. In de modellering is de geringe emissie die bij het bouwverkeer vrijkomt opgeteld bij de emissie van de mobiele werktuigen. De emissies van de mobiele werktuigen en het bouwverkeer en de koude starts zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6 Totale emissie tracé

Onderdeel	NO _x emissie	NH ₃ emissie
Mobiele werktuigen	1137,32	44,45
Bouwverkeer	21,50	0,30
Koude start	0,23	0,04
Totaal	1159,05	44,79

3.4 Invoergegevens

De emissiehoogte, warmte-inhoud en spreiding van de mobiele werktuigen verschillen per vermogensklasse. In Aerius 2025 is het mogelijk mobiele werktuigen volgens eigen specificatie onder de sectorgroep Mobiele Werktuigen te modelleren. Hierbij is het wel nodig de emissiekenmerken van de verschillende mobiele werktuigen op te geven.

Tabel 7 geeft een overzicht van de verschillende emissiekenmerken per vermogensklasse van de werktuigen, middelzware en zware utiliteitsvoertuigen.

Tabel 7: Emissiekenmerken per vermogensklasse

	Emissiehoogte [m]	Spreiding [m]	Warmte-inhoud [MW]
Werktuigen ≤56 kW	1,0	0,3	0,006
Werktuigen 56-75 kW	2,5	0,4	0,011
Werktuigen 75-560 kW	2,9	0,7	0,027
Werktuigen ≥560 kW	3,0	1,1	0,043
MUT	0,3	0,6	0,008
ZUT	0,3	0,7	0,008

Om de emissiekenmerken uit tabel 8 bij het modelleren ook toe te passen, zijn de emissies van de werktuigen per tracédeel in de verschillende vermogensklassen gegroepeerd en daarna ingevoerd in Aerius.

Voor de emissie van het lokale tracédeel en opstijgpunt geldt dat deze is bepaald met kentallen. De exacte materieelinzet en bijbehorende vermogensklassen zijn niet bekend. Daarom is aangenomen dat 70% van de emissie veroorzaakt wordt door werktuigen in de vermogensklasse 75-560kW. De overige 30% van de materieelinzet is ingeschat als zware utiliteitsvoertuigen (ZUT).

De verkeeremissie van het tracédeel Meerstad-Vierverlaten is opgeteld bij de emissie van de mobiele werktuigen, zoals beschreven is in paragraaf 3.3. Hier is voor de modellering in Aerius 2025 worst-case uitgegaan van 100% inzet van zware utiliteitsvoertuigen, waarmee alle bouwverkeer dus als ZUT gecategoriseerd is.

4 Resultaten

Deze uitgangspunten zijn samengebracht in stikstofdepositieberekeningen. Naast de standaard projectberekening zijn ook berekeningen met hexagonen met een hersteldoel uitgevoerd. In de volgende secties worden de resultaten besproken.

4.1 Projectberekening

De resultaten zijn terug te vinden in het volgende document:

- Totale realisatiefase:
AERIUS_projectberekening_20251021165948_Rn7fNErLoYtP_Realisatiefase110kVMeerstad -Vier

Voor de totale realisatiefase is het maximale berekende resultaat 0,07 mol/ha in het Natura 2000-gebied Drentsch Aa-gebied. Daarnaast worden op verschillende andere Natura 2000-gebieden deposities berekend.

4.2 Hexagonen met hersteldoel

Op 17 juni 2024 heeft de Raad van de EU de Natuurherstelwet goedgekeurd. Hiermee geldt een natuurherstelverplichting in alle Europese landen. In dit kader heeft een extra beoordeling plaatsgevonden op hexagonen met een hersteldoel. De resultaten zijn terug te vinden in het volgende document:

- Totale realisatiefase:
AERIUS_extra_beoordeling_20251021165948_Rn7fNErLoYtP_Realisatiefase110kVMeerstad -Vier.pdf

Uit deze resultaten blijkt dat in het Natura 2000-gebied Fochteloërveen 10 hexagonen met een hersteldoel geraakt worden.

4.3 Conclusie

Omdat er een (tijdelijke) toename van stikstofdepositie berekend wordt, is een nadere (ecologische) beoordeling nodig om te bepalen of negatieve effecten op de Natura 2000-gebieden uit te sluiten zijn.

Bijlage 1

Tabel 8 Gegevens mobiele werktuigen station

Omschrijving	Stage [-]	Motorisch vermogensklasse [kW]	Draaiuren [uur]	Diesel verbruik [L]	AdBlue verbruik [L]
Afgraven teelaarde in omwalling					
Transport op terrein	ZUT		1470		
Terrein gebonden materieel	Stage IV	75-560	3108	34192	2052
Aanvullen ophoogzand					
Transport op terrein	ZUT		5466		
Terrein gebonden materieel	Stage IV	75-560	11711	128821	7729
Grondwerk tbv fundaties					
Rupskraan	Stage IV	75-560	1400	28000	1680
Grondtransport op terrein	ZUT		1400		
Shovel	Stage IV	75-560	1400	16800	1008
Trilplaat	Stage IV	<56	1400	7000	
Bemaling					
Dieselpompen	Stage IV	<56	1391	2782	
Dieselpompen	Stage IV	<56	1391	2782	
Terreininrichting					
Rupskraan	Stage IV	75-560	2193	43867	2632
Transport binnen werkterrein	ZUT		2193		
Shovel	Stage IV	75-560	2193	26320	1579
Trilwals, knijperwagen	Stage IV	75-560	2193	21933	1316
Fundering					
Heistelling	Stage IV	75-560	3377	101300	6078
Shovel	Stage IV	75-560	3377	40520	2431
Mixerpomp	Stage IV	75-560	3377	54027	3242
Opbouw staalwerk					
Mobiele kraan	Stage IV	75-560	2093	37680	2261
Hoogwerkers	Stage IV	<56	2093	6280	
Shovel met platte kar	Stage IV	75-560	2093	25120	1507
Opbouw centraal dienstengebouw					
Mobiele kraan	Stage IV	75-560	1267	22800	1368

Omschrijving	Stage [-]	Motorisch vermogensklasse [kW]	Draaiuren [uur]	Diesel verbruik [L]	AdBlue verbruik [L]
Hoogwerkers	Stage IV	<56	1267	3800	
Shovel met platte kar	Stage IV	75-560	1267	15200	912
Opbouw trafocel					
Mobiele kraan	Stage IV	75-560	3000	54000	3240
Hoogwerkers	Stage IV	<56	3000	9000	
Shovel met platte kar	Stage IV	75-560	3000	36000	2160
Isolatoren					
Mobiele kraan	Stage IV	75-560	1350	24300	1458
Hoogwerkers	Stage IV	<56	1350	4050	
Shovel met platte kar	Stage IV	75-560	1350	16200	972
Installaties					
Mobiele kraan	Stage IV	75-560	1350	24300	1458
Hoogwerkers	Stage IV	<56	1350	4050	
Shovel met platte kar	Stage IV	75-560	1350	16200	972
Gebouw gebonden installaties					
Mobiele kraan	Stage IV	75-560	1367	24600	1476
Shovel met platte kar	Stage IV	75-560	1367	16400	984
Hoogwerkers	Stage IV	<56	1367	5467	
Testen, opleveren					
Trailers	ZUT		2416		
Generatoren	Stage IV	<56	2473	14837	
Hoogwerkers	Stage IV	<56	2541	7624	
Klein hulpmaterieel	Stage IV	75-560	2453	19622	1177
Transporten laden/lossen					
Vrachtwagens	ZUT		4153		
Totaal					
	Stage IV	75-560	57636	828203	49692
	Stage IV	<56	19623	67671	
	ZUT		17098		

Bijlage 2

Tabel 9 Gegevens mobiele werktuigen Tracé

Werktuigen	Draaiuren [uur]	Motorisch vermogen [kW]	Stage klasse	Emissiefactor		Emissievracht	
				NO _x [g/kWh]	NH ₃ [g/kWh]	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]
Aanleg/opbreken bouwweg in grasland/akkerland/onverhard terrein per 6 m breed per 100 m							
Rupskraan (25T)	16	140	Stage IV	0,34	0,021	0,76	0,05
Shovel	16	129	Stage IV	0,34	0,021	0,70	0,04
Shovel	16	129	Stage IV	0,34	0,021	0,70	0,04
Rupskraan (25T)	16	140	Stage IV	0,34	0,021	0,76	0,05
Totaal (per 100 m)						2,93	0,18
110/150 kV kabel open ontgraving (ritsen) per 100 m diepte 180 cm zonder backfillzand (Open ontgraving deel 1)							
Rupskraan	16	140	Stage IV	0,34	0,02	0,76	0,05
Rupskraan	12	140	Stage IV	0,34	0,02	0,57	0,04
Mob. Kraan	4	105	Stage IV	0,34	0,02	0,14	0,01
Drainmachine	1	328	Stage IV	0,34	0,021	0,11	0,01
Bemalingspomp	120	5,5	Stage IV	1,8	0,0007	1,19	0,00
Spoelmachine	1,5	78	Stage IV	0,34	0,021	0,04	0,00
Overslagpomp ca. 100m3/uur	24	5,5	Stage V	1,8	0,0007	0,24	0,00
Totaal (per 100 m)						3,05	0,10
110/150 kV kabel open ontgraving (ritsen) per 100 m diepte 180 cm zonder backfillzand (Open ontgraving deel 2)							
Rupskraan	16	140	Stage IV	0,34	0,02	0,76	0,05
Rupskraan	8	140	Stage IV	0,34	0,02	0,38	0,02
Rupskraan	12	140	Stage IV	0,34	0,02	0,57	0,04
Mob. Kraan	4	105	Stage IV	0,34	0,02	0,14	0,01
Drainmachine	1	328	Stage IV	0,34	0,021	0,11	0,01
Bemalingspomp	120	5,5	Stage IV	1,8	0,0007	1,19	0,00
Spoelmachine	1,5	78	Stage IV	0,34	0,021	0,04	0,00
Overslagpomp ca. 100m3/uur	24	5,5	Stage V	1,8	0,0007	0,24	0,00
Totaal (per 100 m)						3,43	0,12
Middellange gestuurde boring (tussen 100 en 400 meter)							
Ditch Witch	4	130	Stage IV	0,34	0,021	0,18	0,01
Gorman pomp	4	20	Stage IV	1,8	0,0007	0,14	0,00
Gorman pomp	4	50	Stage IV	1,8	0,0007	0,36	0,00

Werktuigen	Draaiuren [uur]	Motorisch vermogen [kW]	Stage klasse	Emissiefactor		Emissievracht	
				NO _x [g/kWh]	NH ₃ [g/kWh]	NO _x [kg]	NH ₃ [kg]
Boosterpomp	4	151	Stage IV	0,34	0,021	0,21	0,01
BBA pomp	4	40	Stage IV	1,8	0,0007	0,29	0,00
Boorrig (50T)	4	200	Stage IV	0,34	0,021	0,27	0,02
Aggregaat (40kVa)	4	175	Stage IV	0,34	0,021	0,24	0,01
Mob kraan	4	105	Stage V	0,34	0,021	0,14	0,01
Totaal (per 100 m)						1,83	0,06
Lange gestuurde boring (langer dan 400 meter)							
Ditch Witch	16	130	Stage IV	0,34	0,021	0,71	0,04
Gorman pomp	16	20	Stage IV	1,8	0,0007	0,58	0,00
Gorman pomp	16	50	Stage IV	1,8	0,0007	1,44	0,00
Boosterpomp	16	151	Stage IV	0,34	0,021	0,82	0,05
BBA pomp	16	40	Stage IV	1,8	0,0007	1,15	0,00
Boorrig (50T)	16	200	Stage IV	0,34	0,021	1,36	0,08
Aggregaat (40kVa)	16	175	Stage IV	0,34	0,021	0,95	0,06
Mob kraan	16	105	Stage V	0,34	0,021	0,57	0,04
Totaal (per boring)						7,58	0,27