

Bijlage W01 (versie2)

Hydraulische- en energetische grondslagen, garanties en garantiegrafieken

Gemaal Krassekeet



Auteur

A van 't Hek

Registratienummer

26.0303198

Datum

27-05-2026

Versie

2.0

Status

definitief

Afdeling

PAO



Inhoudsopgave

1	Grondslagen, garanties en garantiegrafieken	3
1.1	Weerstandsberekeningen	3
1.2	Garantiepunten	3
1.2.1	Hoofdgantiepunten	4
1.2.2	Hulpgarantiepunten	5
1.3	Motorvermogen	6
1.4	Uiterste werkpunten	7
1.5	Garantiegrafieken	8
1.5.1	Algemeen	8
1.5.2	Grafiek 1: garantiegrafieken	8
1.5.3	Grafiek 2: overzichtsgrafieken werkgebied	9



1 Grondslagen, garanties en garantiëgrafieken

1.1 Weerstandsberekeningen

De inschrijver dient weerstandberekeningen te maken van het complete pompensysteem, te beginnen voor het krooshek en eindigend buiten het uitstroomcompartiment in de Waddenzee (inclusief in- en uitstroomverliezen).

Bij het berekenen van de dynamische weerstand van het systeem en het hydraulisch en constructief ontwerp rekening houden met de volgende punten:

- a) Aan instroomzijde moeten in de instroomconstructie dubbele sponningen voor droogzetvoorzieningen en krooshekken worden opgenomen;
- b) Het leidingwerk met appendages;
- c) De uitstroomconstructie, bestaande uit uitstroomkanalen met een uitstroomcompartiment, de terugslagklepconstructies en de dubbele sponningen voor de droogzetvoorzieningen;
- d) De kenmerkende polder- en Waddenzeepeilen zoals schematisch weergegeven in het overzicht van Bijlage W2 – Peilen gemaal Krassekeet;
- e) Een hydraulisch gladde en ruwe toestand van het systeem;
- f) De pompen moeten in alle denkbare combinaties in bedrijf kunnen zijn waarbij als extremen gelden: één pomp in bedrijf bij en gladde leiding bij H_{statisch} minimaal, twee pompen in bedrijf en ruwe leidingen bij H_{statisch} maximaal;
- g) Bij H_{statisch} maximaal rekening houden met minimaal 10 cm verval over het krooshek.

1.2 Garantiepunten

De pompen kennen ieder drie garantiepunten. Één hoofdgarantiepunt en twee hulp garantiepunten. In het hoofdgarantiepunt dient het totaalrendement tenminste 62% te bedragen. Dit is als volgt opgebouwd. Het pomprendement bedraagt tenminste 69% en aandrijvingsrendement bedraagt tenminste 89%. Het aandrijvingsrendement is gedefinieerd als het totaalrendement van motoren (inclusief koeling), frequentieomvormer (FO) (incl. koeling) en kabelverliezen (tot op ingaande klemmen van de frequentieomvormer).

Het hulp garantiepunt dient voor het vastleggen en garanderen van de steilheid van de Q-H kromme.

In het hoofdgarantiepunt dient E-specifiek te worden berekend, waarbij E-specifiek gedefinieerd is als het totale energieverbruik (kWh) om 1000m³ water op te voeren. Het maximum vereiste toegestane energieverbruik in het hoofdgarantiepunt bedraagt 13,8 kWh/1000m³.

Het statische verval (H_{stat}), waarover het water opgevoerd moet worden, wordt bepaald door het verschil in waterpeilen zoals deze gelden in de maalkom (polder) en in de Waddenzee (getijdewater).



1.2.1 Hoofdgarantiepunten

Hoofdgarantiepunt		
	Gebruikssituatie 2018	Eenheid
Q (debiet)	187,5 (per pomp)	m ³ /min (Q=100%)
H _{stat}	2,63	m
H _{man}	..... 1)	m
Zuigpeil (met kuil) 3)	-2,00	m tov NAP
Verval krooshek	-0,10	m
Waddenzee (gemiddeld HW)	0,63	m tov NAP
η _{nom}	..... 2)	min ⁻¹
η pomp	..... 2)	%
η aandrijving	..... 2)	%
η totaal	..... 2)	%
E specifiek	..... 2)	kWh/1000m ³
E specifiek max	13,8	kWh/1000m ³

Tabel 1

Gegevens x) door de inschrijver te verstrekken bij inschrijving:

- 1) Door de inschrijver te bepalen uitgaande van steeds één pomp in bedrijf met gladde leidingen en bij het berekenen van H_{man} van het zuigpeil uitgaan;
- 2) door de inschrijver op te geven;
- 3) Het zuigpeil is het peil wat het gemaal "ziet" (inclusief kuil en exclusief verval over het krooshek).



1.2.2 Hulpgarantiepunten

ε

Hulpgarantiepunt 1		
		Eenheid
Q (debiet)	187,5 (per pomp)	m ³ /min (Q=100%)
H _{stat}	0,64	m
H _{man}	.....¹⁾	m
Zuigpeil (zonder kuil) ²⁾	-1,50	m tov NAP
Verval over het krooshek	-0,00	m
Waddenzee laag laagwater	-0,86	m tov NAP
n ₁	.....¹⁾	min ⁻¹

Tabel 2

Gegevens^{x)} door inschrijver te verstrekken bij inschrijving:

- 1) Door de inschrijver in te vullen en bij het berekenen van H_{man} van het zuigpeil uitgaan.
- 2) Het zuigpeil is het peil in de polder (exclusief kuil voor het gemaal en exclusief verval over het krooshek);

Hulpgarantiepunt 2		
		Eenheid
Q (debiet)	≥150(per pomp)	m ³ /min (Q≥80%)
H _{stat}	4,35	m
H _{man}	.....¹⁾	m
Zuigpeil (met kuil) ²⁾	-2,00	m tov NAP
Verval over het Krooshek	-0,10	m
Waddenzee sluitpeil	2,35	m tov NAP
n ₁	.....¹⁾	min ⁻¹

Tabel 3

Gegevens^{x)} door inschrijver te verstrekken bij inschrijving:

- 1) Door de inschrijver in te vullen en bij het berekenen van H_{man} van het zuigpeil uitgaan.
- 2) Het zuigpeil is het peil wat het gemaal "ziet" (inclusief kuil en exclusief verval over het krooshek).



1.3 Motorvermogen

Het benodigd vermogen uitleggen op de volgende condities:

	Per pompsysteem	Eenheid
Q (Debiet)	187,5	m ³ / min
H _{stat}	4,75	m
H _{man}	..... 1)	m
Polderpeil (incl. 20 cm kuil voor het gemaal en het verval over het krooshek)	-2,40	m t.o.v. NAP
Waddenzee sluitpeil	2,35	m t.o.v. NAP
n	..... 1)	min ⁻¹
P _{as} 2)	..... 1)	kW

Tabel 4

Gegevens x) door de inschrijver te verstrekken bij inschrijving:

- 1) Door de inschrijver te bepalen;
- 2) Bij het motorvermogen (P_{as}) dient een reserve van minimaal 5% t.o.v. het asvermogen van de pomp aanwezig te zijn.

Uitgaan van twee pompen in bedrijf met ruwe leidingen.



1.4 Uiterste werkpunten

H _{statisch} maximaal		
		Eenheid
Q (debiet)	..... 1)	m ³ /min
H _{stat}	4,75	m
H _{man} maximaal	..... 2)	m
Polderpeil (incl. 20 cm kuil voor het gemaal en het verval over het krooshek)	-2,40	m tov NAP
Waddenzee sluitpeil	2,35	m tov NAP
Toerental n _{min}	..... 3)	min ⁻¹

H _{statisch} minimaal		
		Eenheid
Q (debiet)	..... 4)	m ³ /min
H _{stat}	0,64	m
H _{man} minimaal	..... 5)	m
Polderpeil	-1,50	m tov NAP
Waddenzee laag laag water	-0,86	m tov NAP
Toerental n _{max}	..... 6)	min ⁻¹

Tabel 5

Gegevens x) door de inschrijver te verstrekken bij inschrijving:

- 1) Door de inschrijver op te geven, waarbij $Q < Q$ vereist (187,5 m³/min);
- 2) Door de inschrijver te bepalen uitgaande van twee pompen in bedrijf en ruwe leidingen;
- 3) Het minimale toerental waarbij de H_{man} max nog net gehaald wordt, de aandrijving niet overbelast wordt en het instabiliteitspunt aan de linkerzijde van de QH kromme niet bereikt wordt;
- 4) Door de inschrijver op te geven, waarbij $Q > Q$ vereist (187,5 m³/min).
- 5) Door de inschrijver te bepalen, uitgaande van 1 pomp in bedrijf en gladde leidingen waarbij de aandrijving niet wordt overbelast én de NPSH (R) met 1% drukafval, afdoende groot is t.o.v. de NPSH (A) met de veiligheidsmarge van circa 1 m volgens paragraaf 1.5.2.
- 6) Het maximale toerental waarbij de H_{man} min. nog net gehaald wordt.



1.5 Garantiegrafieken

1.5.1 Algemeen

Voor de gebruikssituatie een tweetal typen grafieken verstrekken:

Grafiek 1: garantiegrafiek

Grafiek 2: overzichtsgrafieken werkgebied

Grafiek 1 dient bij inschrijving te worden verstrekt.

Grafiek 2 verstrekken als onderdeel van het uitvoeringsontwerp. Alle grafieken dienen dusdanig gedetailleerd te zijn dat werkpunten nauwkeuring kunnen worden afgelezen. E.e.a. is ter beoordeling van de opdrachtgever. Grafieken definitief op- en vaststellen na de energetische garantiemetingen, waarin de gemeten weerstanden en energieverliezen verwerkt zijn en verstrekken als onderdeel van het opleverdossier.

Alle weergegeven waarden tevens verstrekken in tabelvorm met een minimum van tien werkpunten, gelijkmatig verdeeld over het gehele werkgebied.

1.5.2 Grafiek 1: garantiegrafieken

De grafieken opstellen conform de in paragraaf 1.2.1 en 1.2.2 opgesomde randvoorwaarden.

Grafiek 1 zal als basis dienen voor de beschreven energetische garantiemetingen.

In de grafiek dient te zijn aangegeven:

1. Q-H manometrisch;
2. Q-H statisch;
3. De leidingkarakteristiek voor één pomp in bedrijf met gladde leidingen;
4. NPSH (A);
5. NPSH (R) met drukafval 1%;
6. P pompas;
7. P klem;
8. η pomp;
9. η totaal;
10. E specifiek;
11. Grens werkgebied aan beide einden van de Q-H curve;
12. Het hoofdgarantiepoint en beide hulpgarantiepointen.

P klem is gedefinieerd als het elektrische vermogen aan de klemmen van de primaire zijde van de FO. Hierin zijn de vermogensverliezen van motor, frequentieomvormer, kabels e.d. inbegrepen.

η totaal is gedefinieerd als de verhouding tussen P klem en de aan het verpompte water toegevoerde energie.

E specifiek is gedefinieerd als het energieverbruik (kWh) per 1000m³ opgevoerd water, zie paragraaf 1.2.

Grens werkgebied bepalen uit NPSH (R) en NPSH (A); hierbij veiligheidsmarge aanhouden van circa 1 m.



1.5.3 Grafiek 2: overzichtsgrafieken werkgebied

Deze grafieken dienen om inzicht te geven in de werkgebieden van de pomp. Uitgaan van gladde leidingen. Na de energetische garantiëmetingen de definitieve grafieken opstellen met verwerking van gemeten resultaten.

- Grafiek 2a uitgaan van een enkel pompbedrijf.
- Grafiek 2b voor twee pompen in bedrijf.

In de grafiek dient te zijn aangegeven:

1. Q-H manometrisch;
2. NPSH (A);
3. NPSH (R) met drukafval 1%;
4. P klem;
5. η totaal;
6. E specifiek;
7. Begrenzing van het werkgebied.

De karakteristieken 1 t/m 6 voor tenminste zes toerentallen:

- n_{nom} , volgens paragraaf 1.2.2;
- n_{max} , volgens paragraaf 1.4;
- n_{min} , volgens paragraaf 1.4;
- Drie toerentallen dusdanig verdeeld dat met inachtneming van n_{nom} er een gelijkmatig verdeeld karakteristiekenpatroon ontstaan tussen n_{max} en n_{min} .

De grenzen van het werkgebied worden bepaald door:

- Het minimum toerental;
- Het maximum toerental;
- NPSH(R) 1% ten opzichte van NPSH(A) met de veiligheidsmarge volgens 1.5.2;
- Het motorvermogen, ten opzichte van het pompasvermogen heeft er geen reserve te worden aangehouden;
- Indien van toepassing: het instabiliteitpunt aan de linkerzijde van de Q-H kromme.