



Tauw

In	20-01-2012
Nr.	2012/323
Afd.	Kennisgeving
SW	
J. Romp	

Tauw bv
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
T (0570) 69 99 11
F (0570) 69 96 66
E info.deventer@tauw.nl
www.tauw.nl

Postbus 133, 7400 AC Deventer

Waterschap Hunze en Aa's
t.a.v. de heer J. Romp
Postbus 195
9640 AD Veendam

Contactpersoon
J. (Jan) Korting
Doorkiesnummer
+31 61 09 30 73 2
E-mail
jan.korting@tauw.nl

Datum 19 januari 2012
Ons kenmerk L001-4829333JKT-wga-V01-NL
Onderwerp Capaciteitsmeting gemaal Veendam

Geachte heer Romp,

Hierbij ontvangt u in drievoud het rapport van de capaciteitsmetingen van gemaal Veendam te Veendam, ons kenmerk R001-4829333JKT-kzo-V01-NL van 17 januari 2012.

Indien u naar aanleiding van het rapport nog vragen of opmerkingen heeft, dan kunt u contact opnemen met ondergetekende.

Tevens bevestigen wij hiermee de beëindiging van uw gewaardeerde opdracht voor de uitvoering van de capaciteitsmetingen van gemaal Veendam.

Wij danken u voor de goede samenwerking en houden ons graag aanbevolen voor een eventueel vervolg of een nieuwe opdracht.

Met vriendelijke groet,
ing. P. Heuseveldt, adviseur Werktuigbouw
afdeling Natte Waterbouw, Business Unit Waterbouw

10.

Bijlage(n) Als genoemd

Capaciteitsmetingemaal Veendam





Verantwoording

Titel	Capaciteitsmeting gemaal Veendam
Opdrachtgever	Waterschap Hunze en Aa's
Projectleider	ing. P. (Paul) Heuseveldt
Auteur(s)	J. (Jan) Korting
Tweede lezer	ing. P. (Paul) Heuseveldt
Uitvoering meet- en inspectiewerk	J. (Jan) Korting, J. (Jaap) Oosterhuis
Projectnummer	4829333
Aantal pagina's	20 (exclusief bijlagen)
Datum	17 januari 2012
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale versie. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Business Unit Waterbouw
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1
Fax +31 57 06 99 66 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
2 Omschrijving	11
3 Metingen.....	13
3.1 Meetlocatie	13
3.2 Meetmethode	13
3.2.1 Capaciteitsmetingen	13
3.2.2 Capaciteitsberekeningen	13
3.2.3 Vermogensmeting	13
3.2.4 Toerental	14
3.2.5 Waterstanden/opvoerhoogten	14
3.3 Meetnauwkeurigheid	14
3.3.1 Capaciteitsmetingen	14
3.3.2 Vermogensmeting (elektrisch).....	14
4 Meetresultaten	15
4.1 Algemeen	15
4.2 Meetgegevens pomp 1 en 2.....	15
5 Bespreking meetresultaten	17
5.1 Algemeen	17
5.2 Resultaten	17
5.2.1 Capaciteit pomp 1	17
5.2.2 Energieverbruik pomp 1	18
5.2.3 Capaciteit pomp 2	18
5.2.4 Energieverbruik pomp 2	18
5.3 Conclusies.....	18
5.3.1 Conclusie.....	18
5.3.2 Samenvatting in tabelvorm	19

Bijlage(n)

1. Meetgrafieken pomp 1
2. Meetgrafieken pomp 2

1 Inleiding

Op 20 december 2011 zijn in opdracht van het waterschap Hunze en Aa's door Tauw capaciteitsmetingen verricht bij opvoergemaal Veendam te Veendam.

De aanleiding voor het uitvoeren van de capaciteitsmetingen is de wens van het waterschap om informatie te verkrijgen over de prestaties van de pompinstallaties.

In de hierna volgende rapportage wordt verslag gedaan van de metingen en de resultaten. Tevens worden in dit rapport de meetresultaten vergeleken met de bij de nieuwbouw (1988) door de pompleverancier Stork afgegeven ontwerpgegevens (en de resultaten van de ontwerpmeting van de Landinrichtingsdienst).

2 Omschrijving

Het opvoergemaal Veendam bemaalt het A.G. Wildervanckkanaal en slaat uit op het A.G. Wildervanckkanaal. De bemalinginstallatie heeft de beschikking over twee pompinstallaties. De pompen zijn ontworpen voor ieder 228 m³/min bij een statische opvoerhoogte van 3,00 mWk. De bouwvorm van de pomp laat zich omschrijven als een schroefcentrifugaalpomp met betonnen slakkenhuis. Elke elektrische aandrijfinstallatie is uitgevoerd met een softstarter, uitgerust met een 'bypass'. De installatie dateert van het jaar 1988. De huidige elektrische installatie is van een jongere datum.

De gegevens van de pompinstallaties zijn:

Tabel 2.1 Gegevens pompinstallaties

Pomp	
Fabricaat	Stork
Type	BSV-170
Bouwjaar	1988
Uitvoering	schroefcentrifugaal met betonnen slakkenhuis
Toerental	122 omw/min
Q/H	228 m ³ / 3,00 m
Nummer	31285
Elektromotor	
Fabricaat	Schorch
Type	KA4357S – CB054-Z
Bouwjaar	1988
Nummer	27873801/1
Vermogen	160 kW
Toerental	990 omw/min
Spanning, frequentie	380 V / 50 Hz
Cos φ (vollast)	0,82
Aanzetvoorziening	Softstarter
Tandwielkast	
Fabricaat	Jahnel - Kestermann
Type	A25 V28
Bouwjaar	1988
Toerental	1.000 / 128 omw/min
Nominaal vermogen	176 kW
Overbrengingsverhouding	8,13 : 1

Kenmerk R001-4829333JKT-kzo-V01-NL



3 Metingen

3.1 Meetlocatie

Voor de capaciteitsmetingen is een meetlocatie gekozen direct voor het krooshek. De meetlocatie bevindt zich aan de noordzijde van het gemaal. Ter plaatse van de meetlocatie is een tijdelijke loopbrug aangelegd. De instroming is 4.00 meter breed en de waterdiepte bedraagt tijdens de meting circa 2,64 meter.

Op de meetlocatie is een dwarsprofiel gekozen welke werd verdeeld in 54 meetpunten (9 horizontaal en 6 verticaal). Op elk van deze punten is de stroomsnelheid bepaald.

3.2 Meetmethode

3.2.1 Capaciteitsmetingen

De capaciteitsmetingen zijn uitgevoerd met stroomsnelheidsmeters, ook wel Ott-molens genoemd. Deze molens worden geprojecteerd in een matrix van het natte oppervlak, ook wel dwarsprofiel genoemd. De waarden van de gemeten snelheden, in combinatie met de maatvoering van de matrix van het dwarsprofiel, resulteert in een capaciteit.

De voor de stroomsnelheidmetingen gebruikte Ott-molens zijn van het type C31, met componentenschoep A Ø 100 mm. De metingen zijn uitgevoerd met zes molens gelijktijdig.

3.2.2 Capaciteitsberekeningen

De uitkomsten van de stroomsnelheidmetingen worden met eigen ontwikkelde software omgerekend naar een debiet. Het meten en verwerken van meetgegevens tot een debiet vindt plaats volgens de standaard Velocity-Area methode zoals omschreven in het Stowa-rapport 'Handboek debietmeten in open waterlopen' nr. 41 uit 2009. In hoofdstuk 5.1 van het Stowa-rapport worden verschillende benaderingswijzen nader omschreven; Tauw maakt gebruik van de beschreven: 'Mean-section methode'.

3.2.3 Vermogensmeting

Voorts zijn gelijktijdig met de capaciteitsmetingen vermogensmetingen uitgevoerd. Deze zijn verricht met een GMC-Mavowatt 50 netanalyser, welke geschikt is voor 'true RMS-metingen' voorzien van ampèrelussen AF33A ingesteld op 300A

De meetwaarden zijn vastgesteld aan de netzijde van de frequentieomvormer met behulp van de zogenaamde TCM-key van ABB, welke het meten mogelijk maakt in elektriciteitsnetten waar sprake is van hogere harmonische.

3.2.4 Toerental

De ontwerpmetingen zijn uitgevoerd bij een vast pomptoeental, te weten 122 omw/min. Het toerental is vastgesteld met behulp van een draagbare tachometer van het fabricaat Hioki, type 3403.

3.2.5 Waterstanden/opvoerhoogten

De waterstanden bepaald door aflezing van de display van het telemetriesysteem, De waterstanden aan in- en uitstroomzijde is bepaald door de aanwezige peilschaal te controleren met de waarde op de display van het telemetriesysteem. Gecontroleerd ten opzichte van een bekend vast punt was niet mogelijk in verband met het ontbreken van peilmaten.

Uit bovenstaande controles blijkt dat er de volgende afwijkingen tussen display telemetriesysteem en peilschaal zijn.

- Instroomzijde : +1 cm
- Uitstroomzijde : +1 cm

3.3 Meetnauwkeurigheid

3.3.1 Capaciteitsmetingen

Onder normale condities wordt een meetafwijking aangehouden van $\pm 2,1$ % volgens ISO 3354:2008. Hierbij dient te worden voldaan aan de volgende condities:

- Voldoende rechte aanstroamlengte voor de meetlocatie
- Schone bodem en wanden
- Voldoende hoge stroomsnelheid

De meetlocatie voldoet aan de bovengenoemde condities, behoudens voor pompinstallatie 2 (zie voor nadere toelichting H4).

Voorts kan opgemerkt worden dat de gemeten stroomsnelheden variëren tussen 0,066 en 0,643 m/s. De stroomsnelheden over de gemeten dwarsprofielen voldoen daarom aan het gestelde criterium ($v > 0,025$ m/s) waarvoor de Ott-molens zijn geijkt.

3.3.2 Vermogensmeting (elektrisch)

De elektrische vermogensmetingen zijn uitgevoerd met de Mavowatt 50 en de ampèrelussen AF33A

De vermogensmeting uitgevoerd met Mavowatt 50 heeft een totale meetafwijking (opgebouwd uit de onderdelen: ampèrelus AF33A en meetapparaat) van $\pm 0,4$ %

4 Meetresultaten

4.1 Algemeen

De metingen zijn uitgevoerd bij min of meer vaste peilen. Naast het opvoergemaal bevindt zich een stuwcomplex. Tijdens de metingen stroomde een grote hoeveelheid water naar het af te malen pand van het opvoergemaal.

4.2 Meetgegevens pomp 1 en 2

Hieronder staan de meet- en berekende gegevens van de pomp, samengevat in tabelvorm:

Tabel 4.1 Meet- en berekende gegevens pomp1

Meting	Niveau instroming	Niveau uitstroming	H _{stat.}	Cap.	n.	P _{elec.}	P _{specifiek.}	η _{tot}
	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m³/min]	[min ⁻¹]	[kW]	[kWh/1.000m³]	[%]
1	0,60	3,43	2,83	225,6	122	139,8	10,3	75
2	0,59	3,43	2,84	227,3	122	139,8	10,3	75

Tabel 4.2 Meet- en berekende gegevens pomp 2

Meting	Niveau instroming	Niveau uitstroming	H _{stat.}	Cap.	n.	P _{elec.}	P _{specifiek.}	η _{tot}
	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m³/min]	[min ⁻¹]	[kW]	[kWh/1.000m³]	[%]
1	0,59	3,42	2,83	242,4	122	139,9	9,6	80
2	0,61	3,42	2,81	255,0	122	139,9	9,1	84

Het ontwerptoerental van de pomp bedraagt 122 omw/min.

Het rendement genoemd in bovenstaande tabellen is berekend met behulp van H_{stat.}

N.B. Het vermoede bestaat dat op de meetlocatie van pomp 2 een korte aanstroomlengte mogelijk turbulentie veroorzaakt. Hierdoor hebben de uitkomsten van de capaciteitsmetingen van pomp 2 een grotere meetonnauwkeurigheid hebben dan is aangenomen in H 3.3; meting nummer 2 van pomp 2 wordt niet meegenomen in de beoordeling van het opvoergemaal.

5 Bespreking meetresultaten

5.1 Algemeen

De meetresultaten zullen worden besproken aan de hand van de meetgrafiek. Deze is bepaald uit het gemiddelde van de meetpunten.

De verkregen Q-H-P-relaties bestaan uit oorspronkelijke meetgegevens.

De meetresultaten van de pompen 1 en 2 staan weergegeven in grafiekvorm in de bijlagen 1 tot en 2. De ontwerpgegevens/ontwerpgegevens zijn respectievelijk overgenomen van de stempelplaten en uit het beproevingsrapport van de Landinrichtingsdienst.

De ontwerp- c.q. ontwerpgegevens luiden:

Ontwerp:

- Q = 228 m³/min
- H_{stat} = 3,00 mWk
- N_{waaier} = 122 omw/min (komt overeen met 50 Hz van de motor)

De meetgegevens zullen worden getoetst aan de oorspronkelijke ontwerpgegevens, zoals deze in deze rapportage ongewijzigd zijn overgenomen uit de ontwerpgrafieken van het beproevingsrapport LID, te weten grafieknnummer 'Bijlage 1 en 2' d.d. 17 december 1989. De ontwerpkromme die opgegeven is door Stork is weergegeven in de grafieken van de bijlagen 1 en 2 van dit rapport.

In de ontwerpgegevens (overgenomen uit het beproevingsrapport LID) is het vermogen uitgedrukt in het opgenomen vermogen aan de netzijde van de elektromotor. Door Tauw is het elektrische vermogen eveneens netzijdig gemeten, zodat de gemeten waarden rechtstreeks met de ontwerpgegevens zijn te vergelijken.

5.2 Resultaten

In bijlage 1 en 2 zijn de verkregen resultaten van de metingen weergegeven in de grafieken. Het pomptoerental van 122 omw/min komt overeen met een frequentie van 50 Hz van de elektromotor.

5.2.1 Capaciteit pomp 1

Bij H_{stat} van 2,84 mWk en een pomptoerental van 122 omw/min bedraagt de uit de meetgrafiek bepaalde capaciteit 225.6 m³/min. De afwijking met de ontwerpwaarde (228.4 m³/min) bedraagt -1.2 %.

5.2.2 Energieverbruik pomp 1

Bij H_{stat} van 2,84. mWk en een pomptoeental van 122 omw/min bedraagt het uit de meetgrafiek bepaalde vermogen 140 kW. De afwijking met de ontwerpwaarde (144,5 kW) bedraagt - 3,1 %.

Het specifiek energieverbruik bij H_{stat} van 2.84. mWk en een pomptoeental van 122 omw/min dat is vastgesteld uit de meetresultaten bedraagt 10,4 kWh/1.000 m³. De afwijking met de ontwerpwaarde (10.52kWh/1.000 m³) bedraagt -1,1 %.

5.2.3 Capaciteit pomp 2

Bij H_{stat} van 2,84 mWk en een pomptoeental van 122 omw/min bedraagt de uit de meetgrafiek bepaalde capaciteit 242 m³/min. De afwijking met de ontwerpwaarde (229 m³/min) bedraagt +6 %.

5.2.4 Energieverbruik pomp 2

Bij H_{stat} van 2,81. mWk en een pomptoeental van 122 omw/min bedraagt het uit de meetgrafiek bepaalde vermogen 140 kW. De afwijking met de ontwerpwaarde (144,9 kW) bedraagt - 3,4 %.

Het specifiek energieverbruik bij H_{stat} van 2,81. mWk en een pomptoeental van 122 omw/min dat is vastgesteld uit de meetresultaten bedraagt 9,1 kWh/1.000 m³. De afwijking met de ontwerpwaarde (10.46kWh/1.000 m³) bedraagt -8,1 %.

5.3 Conclusies

5.3.1 Conclusie

Bij beide pompinstallatie zijn twee metingen uitgevoerd.

Naar aanleiding van deze metingen kan geconcludeerd worden dat pomp 1 voldoen aan de gestelde toleranties met betrekking tot de ontwerpgegevens. Pomp 1 is bij een H_{stat} van 2,84 mWk goed voor circa 226 m³/min.

De capaciteit van pomp 2 ligt boven de ontwerpcurve en ook blijkt de spreiding van beide metingen groter te zijn van pomp 1. Voor dit verschil kan geen directe oorzaak worden aangegeven, maar mogelijk is de meting van pomp 2 enigszins verstoord vanwege turbulentie op de meetlocatie. Pomp 2 is bij een H_{stat} van 2,84 mWk goed voor 242 m³/min.

Tezamen met de resultaten van de intern uitgevoerde onderwaterinspectie kan geconcludeerd worden dat het gemaal voldoet aan ontwerp- en ontwerpgegevens.

5.3.2 Samenvatting in tabelvorm

De ontwerpwaarden en de meetwaarden zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5.1 Meet- en ontwerpwaarden pomp 1 en 2

Pomp 1	Ontwerpwaarden bij	Ontwerpwaarden (verschaalde)	Meetwaarden bij
	Hstat=2,84 mWk / n=122 min ⁻¹	bij	Hstat=2,84 mWk / n=122 min ⁻¹
	Hstat=2,84 mWk / n=122 min ⁻¹		
Capaciteit [m ³ /min]	228,4	–	225,6
Vermogen, Pelek [kW]	144,5	--	140
Pspec elektr [kWh/1000 m ³]	10,52	--	10,4
Pomp 2	Hstat=2,84 mWk / n=122 min ⁻¹	Hstat=2,81 mWk / n=122 min ⁻¹	Hstat=2,84 mWk / n=122 min ⁻¹
Capaciteit [m ³ /min]	228,8	–	242,4
Vermogen, Pelek [kW]	144,9	--	140
Pspec elektr [kWh/1.000 m ³]	10,5	--	9,64

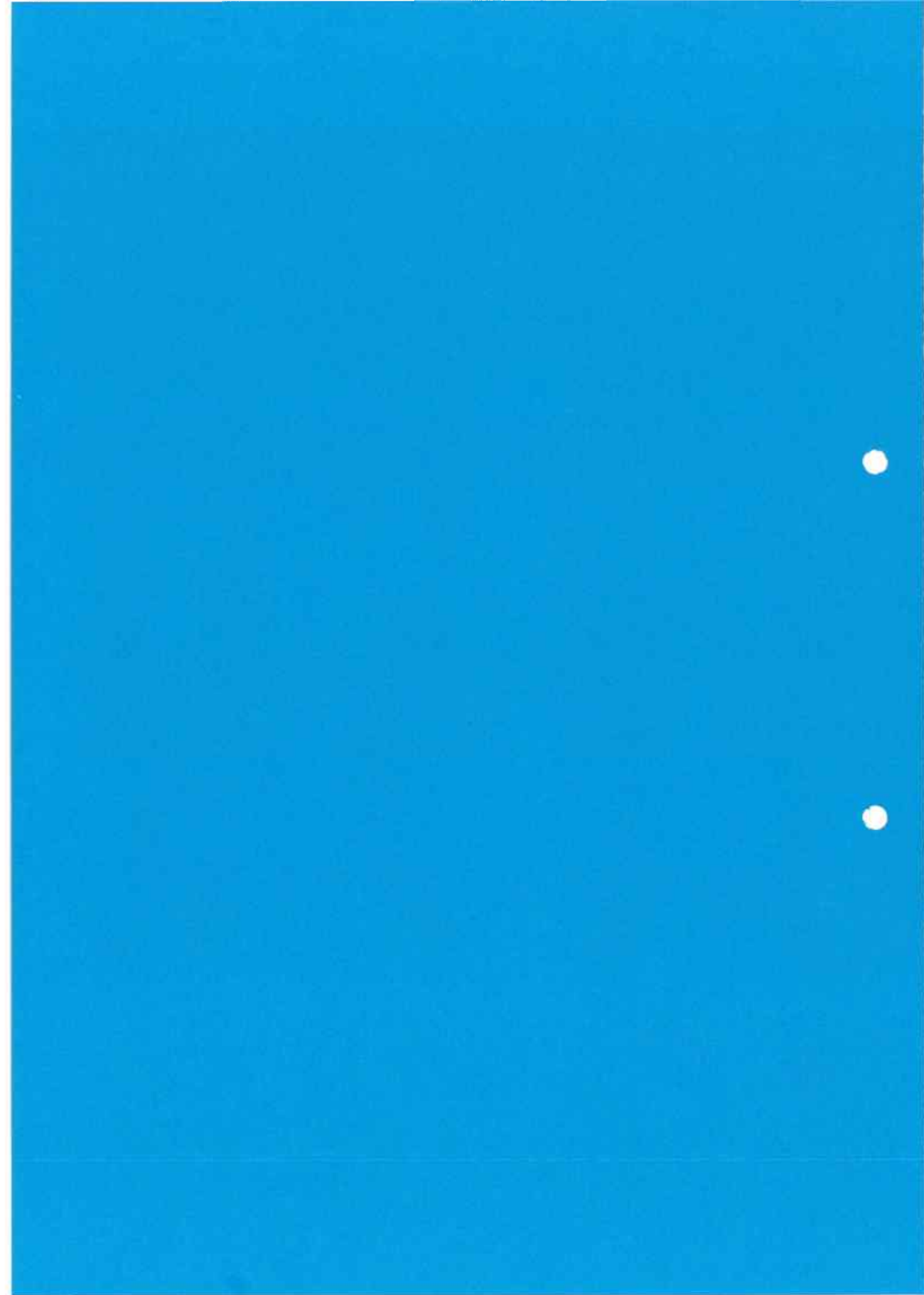
De gemeten afwijkingen in procenten ten opzichte van de ontwerpgegevens zijn weergegeven in onderstaande tabel.

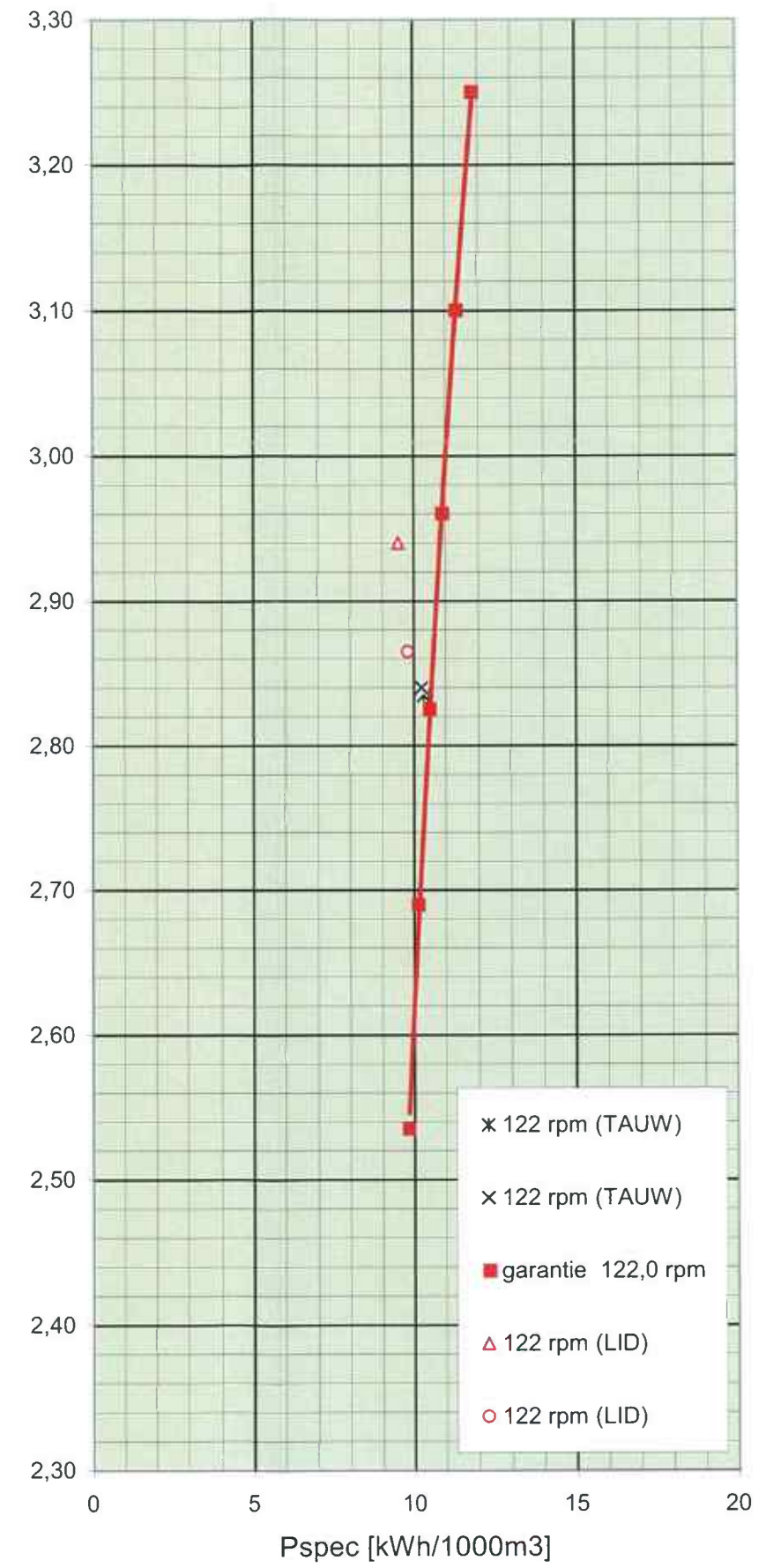
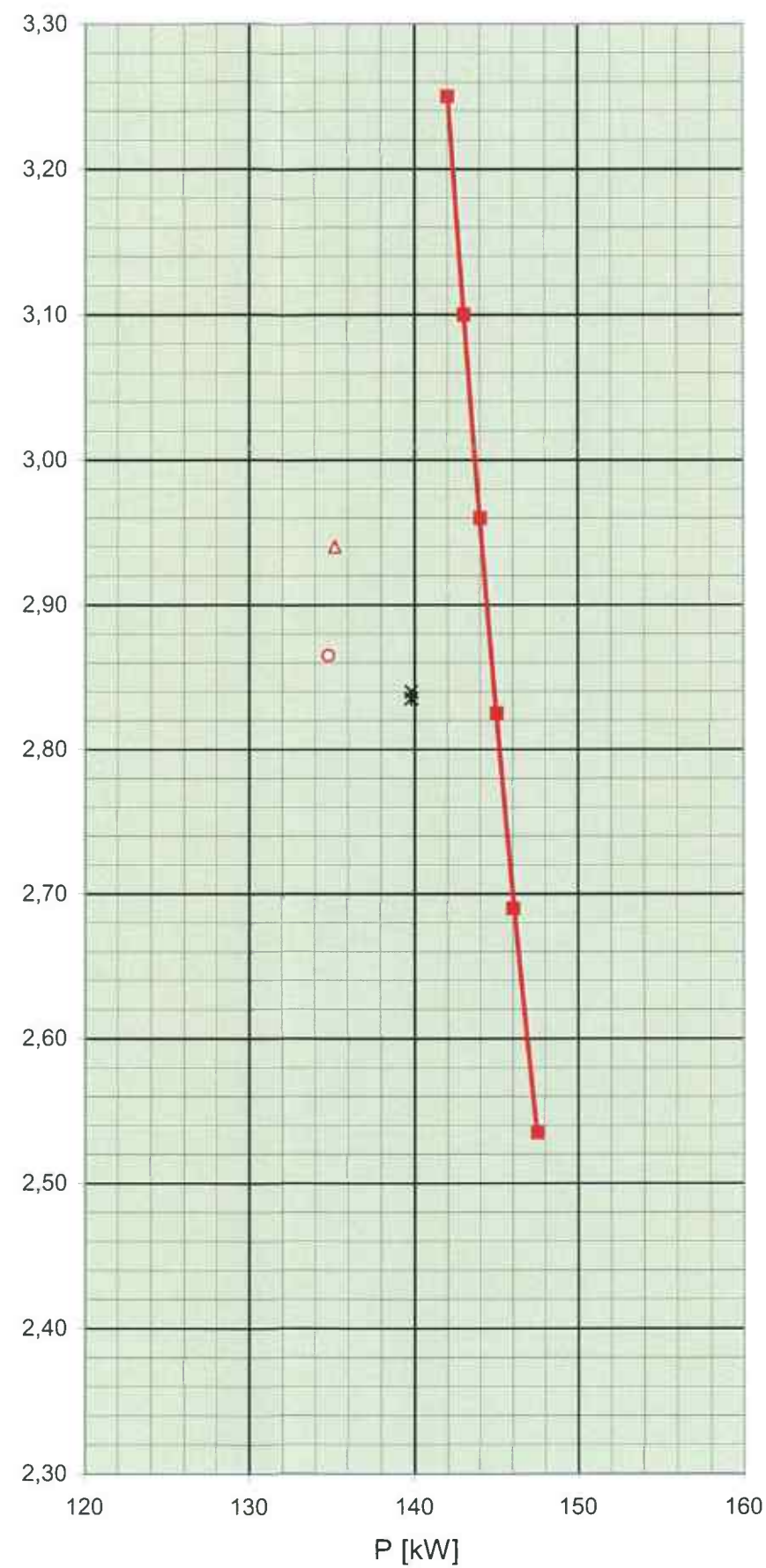
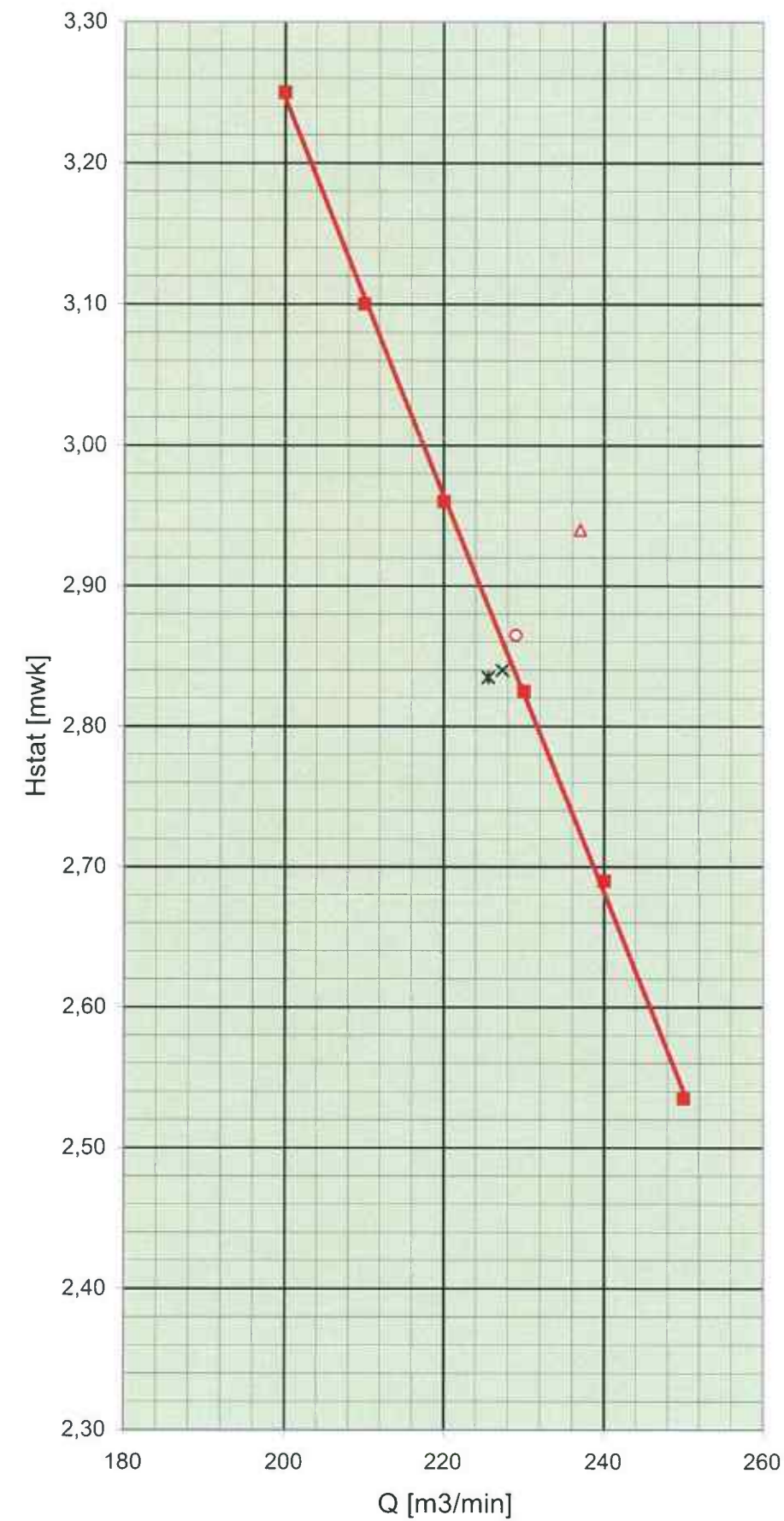
Tabel 5.2 Gemeten afwijkingen t.o.v. ontwerpgegevens

	Afwijkingen in procenten gemeten bij Hstat = 2,84 en 2,81 mWk			gemeten bij Hstat = #,## mWk
	Q	P	Pspecifiek	Pspecifiek
Pomp 1	-1,2%	-3,1%	-1,1%	n.v.t.
Pomp 2	+6 %	-3,4 %	-8,1 %	n.v.t.
Toegestane afwijkingen	± 5 %	± 5 %	+ 7,5 %	≥ 5 %

Bijlage

Meetgrafieken pomp 1





Bijlage

Meetgrafieken pomp 2

