



Tauw

Tauw bv
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
F +31 57 06 99 66 6
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

	
In	26/4/2012
Nr.	2012 - 1678
Afd.	Kennisgeving
J. Romp	

Contactpersoon
ing. P. (Paul) Heuseveldt
Doorkiesnummer
+31 57 06 99 25 5
E-mail
paul.heuseveldt@tauw.nl

Datum 26 april 2012

Ons kenmerk L001-1206127PHU-kzo-V01-NL

Uw kenmerk

Onderwerp Rapportage capaciteitsmeting gemalen Ter Apelkanaal, Vennix en Dorkwerd

Geachte heer Romp,

Hierbij ontvangt u in drievoud de rapportages van de capaciteitsmetingen van de gemalen Ter Apelkanaal, Vennix en Dorkwerd, ons kenmerken R001-1206127GWH-kzo-V01-NL, R002-1206127GWH-kzo-V01-NL en R003-1206127GWH-kzo-V01-NL.

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 de gemalen Ter Apelkanaal, Vennix en Dorkwerd.

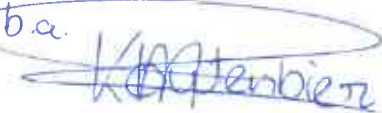
Wij danken u voor de goede samenwerking en houden ons gaarne aanbevolen voor een eventueel vervolg of een nieuwe opdracht.

Tauw streeft naar optimale kwaliteit in het verlenen van ingenieursdiensten.

We willen graag weten in hoeverre is voldaan aan uw verwachtingen en waarin wij verbeteringen kunnen aanbrengen, daarom sluiten wij een evaluatieformulier bij.

Wilt u zo vriendelijk zijn deze in te vullen en retour te zenden in de bijgevoegde retourenvelop. Hartelijk dank voor uw medewerking.

Met vriendelijke groet,
ing. P. Heuseveldt, adviseur
afdeling Water, BU Water

b.a.


Karlijn Zoutenbier
Secretaresse

Bijlage(n) Zoals genoemd

Tauw bv is gevestigd in Amsterdam, Assen, Deventer, Eindhoven, Rotterdam en Utrecht en is onderdeel van de Tauw groep, met vestigingen in België, Duitsland, Frankrijk, Italië, Nederland en Spanje.

KvK 38014985
Lid NLingenieurs

Capaciteitsmeting aanvoergemaal Ter Apelkanaal



Verantwoording

Titel	Capaciteitsmeting aanvoergemaal Ter Apelkanaal
Opdrachtgever	Waterschap Hunze en Aa's
Projectleider	ing. P. (Paul) Heuseveldt
Auteur(s)	G.W. (Gerrit) Hulsman
Uitvoering meet- en inspectiewerk	G.W. (Gerrit) Hulsman en J. (Jaap) Oosterhuis
Projectnummer	1206127
Aantal pagina's	24 (exclusief bijlagen)
Datum	24 april 2012
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale versie. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Business Unit Water
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 installatie.....	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	13
3.2.5 Waterstanden/opvoerhoogten	14
3.3 Meetnauwkeurigheid	14
3.3.1 Capaciteitsmetingen	14
3.3.2 Vermogensmeting (elektrisch).....	15
4 Meetresultaten	17
4.1 Algemeen	17
4.2 Meetgegevens pomp 1	17
4.3 Meetgegevens pomp 2.....	17
4.4 Meetgegevens pomp 1 en 2 in samenloop	18
4.5 Toelichting op de tabellen	18
4.5.1 Niveau (mNAP).....	18
4.5.2 Vermogen (P)	18
4.5.3 Toerental (n).....	18
4.5.4 Rendement.....	18
5 Bespreking meetresultaten	19
5.1 Algemeen	19
5.2 Resultaten pomp 1	19
5.2.1 Capaciteit	19
5.2.2 Energieverbruik	19
5.3 Resultaten pomp 2	19
5.3.1 Capaciteit	20

5.3.2	Energieverbruik	20
5.4	Resultaten pomp 1 (in samenloop met pomp 2)	20
5.4.1	Capaciteit	20
5.4.2	Energieverbruik	20
5.5	Resultaten pomp 2 (in samenloop met pomp 1)	20
5.5.1	Capaciteit	20
5.5.2	Energieverbruik	21
5.6	Conclusies en aanbevelingen	21
5.6.1	Conclusie.....	21
5.6.2	Aanbeveling.....	21
5.6.3	Samenvatting in tabelvorm.....	22

Bijlage(n)

1. Overzicht meetlocatie
2. Meetgrafiek pomp 1
3. Meetgrafiek pomp 2
4. Meetgrafiek samenloop pomp 1 en 2

1 Inleiding

Op 13 maart 2012 zijn in opdracht van waterschap Hunze en Aa's door Tauw capaciteitsmetingen verricht bij aanvoergemaal Ter Apelkanaal te Ter Apelkanaal.

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

In de hierna volgende rapportage wordt verslag gedaan van de metingen en de resultaten.



Figuur 1.1 Aanvoergemaal Ter Apelkanaal

2 Omschrijving installatie

Het aanvoergemaal Ter Apelkanaal bemaalt het Stadskanaal en slaat uit op het Ter Apelkanaal. De bemalingsinstallatie heeft de beschikking over 2 pompinstallaties. De pompen zijn ontworpen voor ieder 59 m³/min bij een statische opvoerhoogte van 2,00 mWk. De bouwvorm van de pomp laat zich omschrijven als een axiaal propellerpomp met betonnen slakkenhuis. Elke elektromotor is voorzien van een softstarter. De installatie dateert van het jaar 1982.

De gegevens van de pompinstallaties zijn:

Tabel 2.1 Gegevens pompinstallaties

Pomp	
Fabricaat	Stork Bosman
Type	BVOP 65.2
Toerental	onbekend omw/min
Elektromotor	
Fabricaat	Stork
Type	DM 250 M6
Vermogen	37 kW
Toerental	980 omw/min
Spanning, frequentie	400 V / 50 Hz
Cos_φ (vollast)	0,88
Aanzetvoorziening	Softstarter
Softstarter	
Fabricaat	Control Techniques
Type	Smart start (pomp 1) / Smart start II (pomp 2) (SMD 56)
V-snaaroverbrenging	
Overbrengingsverhouding	onbekend

3 Metingen

3.1 Meetlocatie

Voor de garantie/capaciteitsmetingen is een meetlocatie gekozen direct achter het krooshek (zie bijlage 1). De meetlocatie bevindt zich aan de noordzijde van het gemaal. Ter plaatse van de meetlocatie zijn de vloerroosters verwijderd. De instroming is 2,00 meter breed en de waterdiepte bedraagt tijdens de meting circa 1,50 meter.

Op de meetlocatie is een dwarsprofiel gekozen welke werd verdeeld in 35 meetpunten (7 horizontaal en 5 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 stroomsnelheidsmetingen gebruikte Ott-molens zijn van het type C31, met componentenschoep A Ø 100 mm. De metingen zijn uitgevoerd met vijf molens gelijktijdig.

3.2.2 Capaciteitsberekeningen

De uitkomsten van de stroomsnelheidsmetingen 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 bij pomp 1 verricht met een GMC-Mavowatt 50 netanalyser voorzien van ampèrelussen CF3x45 en ingesteld op 200A. En bij pomp 2 met de GMC-Mavowatt 45 netanalyser, voorzien van ampèrelussen AF33A ingesteld op 300A.

3.2.4 Toerental

De capaciteitsmetingen zijn uitgevoerd bij één toerental, vanwege het ontbreken van een toerentalregeling.

De pomptoerentallen zijn vastgesteld met behulp van een draagbare tachometer van het fabricaat Hioki, type 3403.

3.2.5 Waterstanden/opvoerhoogten

De waterstanden zijn bepaald door aflezing van het display van het telemetriesysteem, en het meten van de waterhoogte ten opzichte van een bekend vast punt.

De waterstand aan de instroomzijde is bepaald door de aanwezige peilschaal (NAP +8,45 m) te controleren met de waarde op het display van het telemetriesysteem (NAP +8,47 m). Tevens is gecontroleerd ten opzichte van een bekend vast punt.

Dit vaste punt is:

- Instroomzijde : bovenzijde kroosvloer (beton) op NAP +10,62 m

De waterstand aan de uitstroomzijde is bepaald door de aanwezige peilschaal (NAP +9,77 m) bij de stuw, te controleren met de waarde op het display van het telemetriesysteem (NAP +9,78 m). Tevens is gecontroleerd ten opzichte van een bekend vast punt.

Dit vaste punt is:

- Uitstroomzijde : bovenzijde beton op NAP +10,61 m

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

- Instroomzijde : +2 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.

Voor het gemaal bevindt zich voldoende rechte aanstroamlengte. Tevens is vastgesteld dat ter plaatse van de meetlocatie de bodem voldoende schoon is.

Voorts kan opgemerkt worden dat de gemeten stroomsnelheden variëren tussen 0,042 en 0,842 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.

Bovenstaande in aanmerking genomen bedraagt de meetafwijking daarom $\pm 2,1$ %.



3.3.2 Vermogensmeting (elektrisch)

De elektrische vermogensmetingen zijn uitgevoerd met de volgende meetapparatuur:

Mavowatt 45 met de volgende lussen:

- Ampèrelussen AF33A

Mavowatt 50 met de volgende lussen:

- Ampèrelussen CF3x45

De vermogensmeting uitgevoerd met Mavowatt 45 / 50 heeft een totale meetafwijking (opgebouwd uit de onderdelen: ampèrelus en meetapparaat) van:

± 0,4 % voor meetlus AF33A

± 0,6 % voor meetlus C-flex 45

4 Meetresultaten

4.1 Algemeen

De metingen zijn uitgevoerd bij min of meer vaste peilen. Er kon tijdens de metingen geen peil- of toerentalverschil worden gecreëerd.

Wel zijn er metingen uitgevoerd bij 2 pompen gelijktijdig in bedrijf. Hiervoor is gekozen omdat beide pompen dezelfde persleiding gebruiken, en dus elkaar kunnen beïnvloeden.

Tijdens de metingen van pomp 2 is vastgesteld, dat deze een redelijke slip op de V-snaar heeft. Hierdoor was er een verbrandingslucht waarneembaar. Direct na de metingen zijn door een onderhoudsteam de V-snaren van pomp 2 vervangen.

4.2 Meetgegevens pomp 1

Hieronder staan de meet- en berekende gegevens van pomp 1, samengevat in tabelvorm:

Tabel 4.1 Meet- en berekende gegevens pomp 1

Meting	Niveau instroming [mNAP]	Niveau uitstroming [mNAP]	H _{stat.} [m]	Cap. [m³/min]	n. [min ⁻¹]	P _{elec.} [kW]	P _{specifiek.} [kWh/1.000m³]	η _{tot} [%]
1	8,42	9,77	1,35	60,4	426,0	33,2	9,2	40
2	8,41	9,77	1,36	57,8	426,0	34,2	9,9	38

4.3 Meetgegevens pomp 2

Hieronder staan de meet- en berekende gegevens van pomp 2, samengevat in tabelvorm:

Tabel 4.2 Meet- en berekende gegevens pomp 2

Meting	Niveau instroming [mNAP]	Niveau uitstroming [mNAP]	H _{stat.} [m]	Cap. [m³/min]	n. [min ⁻¹]	P _{elec.} [kW]	P _{specifiek.} [kWh/1.000m³]	η _{tot} [%]
1	8,40	9,77	1,37	55,9	416,3	35,9	10,7	35
2	8,40	9,77	1,37	54,8	421,5	36,9	11,2	33

4.4 Meetgegevens pomp 1 en 2 in samenloop

Hieronder staan de meet- en berekende gegevens van pomp 1 en 2 in samenloop, samengevat in tabelvorm:

Tabel 4.3 Meet- en berekende gegevens pomp 1 en 2 in samenloop

Meting	Niveau instroming [mNAP]	Niveau uitstroming [mNAP]	H _{stat.} [m]	Cap. [m³/min]	n. [min ⁻¹]	P _{elec.} [kW]	P _{specifiek.} [kWh/1.000m³]	η _{tot} [%]
1 (P1)	8,39	9,78	1,39	65,8	426,1	37,6	9,5	40
2 (P2)	8,39	9,78	1,39	52,5	420,8	38,4	12,2	31
3 (P1)	8,39	9,78	1,39	64,1	426,1	37,5	9,7	39
4 (P2)	8,39	9,78	1,39	58,7	420,8	38,5	10,9	35

4.5 Toelichting op de tabellen

4.5.1 Niveau (mNAP)

De in de tabellen vermelde niveaus zijn bepaald uit het rekenkundig gemiddelde van de meetwaardes bij respectievelijk start en stop van iedere meting.

4.5.2 Vermogen (P)

De vermelde meetwaardes van het vermogen zijn bepaald uit het (langdurig) gemiddelde over de periode tussen start en stop van de meting (er wordt per seconde een ‘sample’ genomen; deze waardes zijn gemiddeld).

4.5.3 Toerental (n)

De toerentallen zijn steekproefsgewijs genomen tijdens de metingen.
Wat opmerkelijk is, is dat het toerental bij pomp 2 een afwijkend gedrag vertoont, tijdens de verschillende metingen. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door de slip op de V-snaren.

Wat het ontwerptoerental bedraagt is onbekend.

4.5.4 Rendement

Het rendement genoemd in bovenstaande tabellen is berekend met behulp van H_{stat.}
De meetwaarden zijn met het metingnummer aangegeven in de grafiek.



5 Bespreking meetresultaten

5.1 Algemeen

De meetresultaten zullen worden besproken aan de hand van de meetwaarden. Omdat er geen uitgangspunten bekend zijn van de installaties, kan hier geen vergelijik gemaakt worden met de meetgegevens.

De pompgegevens luiden:

Pompgegevens pomp 1 en 2:

- Q = 59 m³/min (59.000 l/min)
- H_{stat} = 1,65 mWk (Hman 2,00mWk)
- n = onbekend omw/min

In de garantiegegevens is het vermogen uitgedrukt in het opgenomen vermogen aan de netzijde van de elektromotor. Het elektrische vermogen is netzijdig gemeten, zodat de gemeten waarden rechtstreeks met de garantiegegevens zijn te vergelijken.

5.2 Resultaten pomp 1

In bijlage 2 zijn de verkregen resultaten bij weergegeven in de grafieken. Het toerental van 426,0 omw/min komt overeen met een frequentie van 50 Hz.

5.2.1 Capaciteit

Bij H_{stat} van 1,36 mWk en een toerental van 426 omw/min bedraagt de gemiddelde meetresultaten bepaalde capaciteit 59,1 m³/min. De afwijking met de garantiewaarde (62,0 m³/min) bedraagt – 4,7 %.

5.2.2 Energieverbruik

Bij H_{stat} van 1,36 mWk en een toerental van 426 omw/min bedraagt het uit de gemiddelde meetresultaten bepaalde vermogen 33,7 kW. De afwijking met de garantiewaarde (27,3 kW) bedraagt + 23,4 %.

Het specifiek energieverbruik bij H_{stat} van 1,36 mWk en een toerental van 426 omw/min dat is vastgesteld uit de gemiddelde meetresultaten bedraagt 9,5 kWh/1.000 m³. De afwijking met de garantiewaarde (7,3 kWh/1.000 m³) bedraagt + 30,8 %.

5.3 Resultaten pomp 2

In bijlage 3 zijn de verkregen resultaten bij weergegeven in de grafieken. Het toerental van 421,0 omw/min (met slip) komt overeen met een frequentie van 50 Hz.

5.3.1 Capaciteit

Bij H_{stat} van 1,35 mWk en een toerental van 421 omw/min bedraagt de uit de gemiddelde meetresultaten bepaalde capaciteit 54,5 m³/min. De afwijking met de verschaalde garantiewaarde (61,2 m³/min) bedraagt – 10,9 %.

5.3.2 Energieverbruik

Bij H_{stat} van 1,35 mWk en een toerental van 421 omw/min bedraagt het uit de gemiddelde meetresultaten bepaalde vermogen 36,3 kW. De afwijking met de verschaalde garantiewaarde (26,5 kW) bedraagt + 37,0 %.

Het specifiek energieverbruik bij H_{stat} van 1,35 mWk en een toerental van 421 omw/min dat is vastgesteld uit de gemiddelde meetresultaten bedraagt 11,1 kWh/1.000 m³. De afwijking met de verschaalde garantiewaarde (7,2 kWh/1.000 m³) bedraagt + 54,2 %.

5.4 Resultaten pomp 1 (in samenloop met pomp 2)

In bijlage 4 zijn de verkregen resultaten bij weergegeven in de grafieken. Het toerental van 426,0 omw/min komt overeen met een frequentie van 50 Hz.

5.4.1 Capaciteit

Bij H_{stat} van 1,39 mWk en een toerental van 426 omw/min bedraagt de uit de gemiddelde meetresultaten bepaalde capaciteit 64,9 m³/min. De afwijking met de garantiewaarde (61,6 m³/min) bedraagt + 5,5 %.

5.4.2 Energieverbruik

Bij H_{stat} van 1,39 mWk en een toerental van 426 omw/min bedraagt het uit de gemiddelde meetresultaten bepaalde vermogen 37,6 kW. De afwijking met de garantiewaarde (27,5 kW) bedraagt + 36,7 %.

Het specifiek energieverbruik bij H_{stat} van 1,39 mWk en een toerental van 426 omw/min dat is vastgesteld uit de gemiddelde meetresultaten bedraagt 9,6 kWh/1.000 m³. De afwijking met de garantiewaarde (7,4 kWh/1.000 m³) bedraagt + 29,7 %.

5.5 Resultaten pomp 2 (in samenloop met pomp 1)

In bijlage 4 zijn de verkregen resultaten bij weergegeven in de grafieken. Het toerental van 421,0 omw/min (met slip) komt overeen met een frequentie van 50 Hz.

5.5.1 Capaciteit

Bij H_{stat} van 1,39 mWk en een toerental van 421 omw/min bedraagt de uit de gemiddelde meetresultaten bepaalde capaciteit 55,6 m³/min. De afwijking met de verschaalde garantiewaarde (60,5 m³/min) bedraagt – 8,1 %.



5.5.2 Energieverbruik

Bij H_{stat} van 1,39 mWk en een toerental van 421 omw/min bedraagt het uit de gemiddelde meetresultaten bepaalde vermogen 38,4 kW. De afwijking met de verschaalde garantiewaarde (26,7 kW) bedraagt + 43,8 %.

Het specifiek energieverbruik bij H_{stat} van 1,39 mWk en een toerental van 421 omw/min dat is vastgesteld uit de gemiddelde meetresultaten bedraagt 11,5 kWh/1.000 m³. De afwijking met de verschaalde garantiewaarde (7,3 kWh/1.000 m³) bedraagt + 57,5 %.

5.6 Conclusies en aanbevelingen

5.6.1 Conclusie

Naar aanleiding van de metingen kan geconcludeerd worden dat pomp 1 meer verpompt dan pomp 2. Maar gezien de slip op de V-snaar is aannemelijk dat pomp 2 ongeveer gelijk zal zijn aan pomp 1 na het vervangen van de V-snaren en het op juiste spanning hebben gebracht van de V-snaren.

Pomp 1 is bij een H_{stat} van 1,36 mWk goed voor 59,1 m³/min en pomp 2 bij een H_{stat} van 1,35 mWk voor 54,5 m³/min.

In samenloop van de pompen is pomp 1 bij een H_{stat} van 1,39 mWk goed voor een gemiddelde van 64,9 m³/min en pomp 2 bij een H_{stat} van 1,39 mWk goed voor een gemiddelde van 55,6 m³/min.

De meetresultaten in enkelloop en samenloop geven geen meetbare verschillen, in die zin dat bij samenloop door de extra weerstand in het perskanaal de capaciteit terug zou lopen. Bij een eventuele toekomstige capaciteitsvergroting, waardoor hoger stroomsnelheden, kan dit effect wel een rol gaan spelen.

Uit de metingen blijkt dat pomp 2 grotere capaciteitverschillen geeft bij pomp 1. De verwachting is dat dit grotendeels komt door een niet juiste V-snaarspanning.

Verder is het opgenomen vermogen hoger dan verwacht, hierdoor komt ook een groter negatief specifiek vermogen naar voren, welke bij pomp 2 naar alle waarschijnlijkheid een vertekend beeld geeft, door de V-snaarslip.

5.6.2 Aanbeveling

Zowel voor pomp 1 als voor pomp 2 is het aan te bevelen de spanning van de V-snaren te controleren. Dit heeft een meetbaar effect op de pompprestaties.

5.6.3 Samenvatting in tabelvorm

De garantiewaarden en de gemiddelde meetresultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5.1 Meet- en garantiewaarden pomp 1 en 2

Pomp 1	Garantiewaarden bij	Garantiewaarden (verschaalde)	Meetwaarden bij
	Hstat=1,36 mWk / n=426 min ⁻¹	bij Hstat=1,36 mWk / n=426 min ⁻¹	Hstat=1,36 mWk / n=426 min ⁻¹
Capaciteit [m ³ /min]	62,0	62,0	59,1
Vermogen, Pelek [kW]	27,3	27,3	33,7
Pspec elektr [kWh/1.000 m ³]	7,3	7,3	9,5
Pomp 2		Hstat=1,35 mWk / n=421 min ⁻¹	Hstat=1,35 mWk / n=421 min ⁻¹
Capaciteit [m ³ /min]	62,0	61,2	54,5
Vermogen, Pelek [kW]	27,3	26,5	36,3
Pspec elektr [kWh/1.000 m ³]	7,3	7,2	11,1

Tabel 5.2 Meet- en garantiewaarden pomp 1 en 2 in samenloop

Pomp 1	Garantiewaarden bij	Garantiewaarden (verschaalde)	Meetwaarden bij
	Hstat=1,39 mWk / n=426 min ⁻¹	bij Hstat=1,39 mWk / n=426 min ⁻¹	Hstat=1,39 mWk / n=426 min ⁻¹
Capaciteit [m ³ /min]	61,6	61,6	65
Vermogen, Pelek [kW]	27,5	27,5	37,6
Pspec elektr [kWh/1.000 m ³]	7,4	7,4	9,6
Pomp 2	Hstat=1,39 mWk / n=421 min ⁻¹	Hstat=1,35 mWk / n=421 min ⁻¹	Hstat=1,35 mWk / n=421 min ⁻¹
Capaciteit [m ³ /min]	61,6	60,5	55,6
Vermogen, Pelek [kW]	27,5	26,7	38,4
Pspec elektr [kWh/1.000 m ³]	7,4	7,3	11,5

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

Tabel 5.3 Pomp 1 en 2 in enkelloop

Afwijkingen in procenten gemeten bij $H_{stat} = 1,39$ mWk			
	Q	P	$P_{specifiek}$
Pomp 1	- 4,7 %	+ 23,4 %	+ 30,8 %
Pomp 2	- 10,9 %	+ 37,0 %	+ 54,2 %

De gemeten afwijkingen, samenloop van de pompen, in procenten ten opzichte van de garantiegegevens zijn weergegeven in onderstaande tabel.

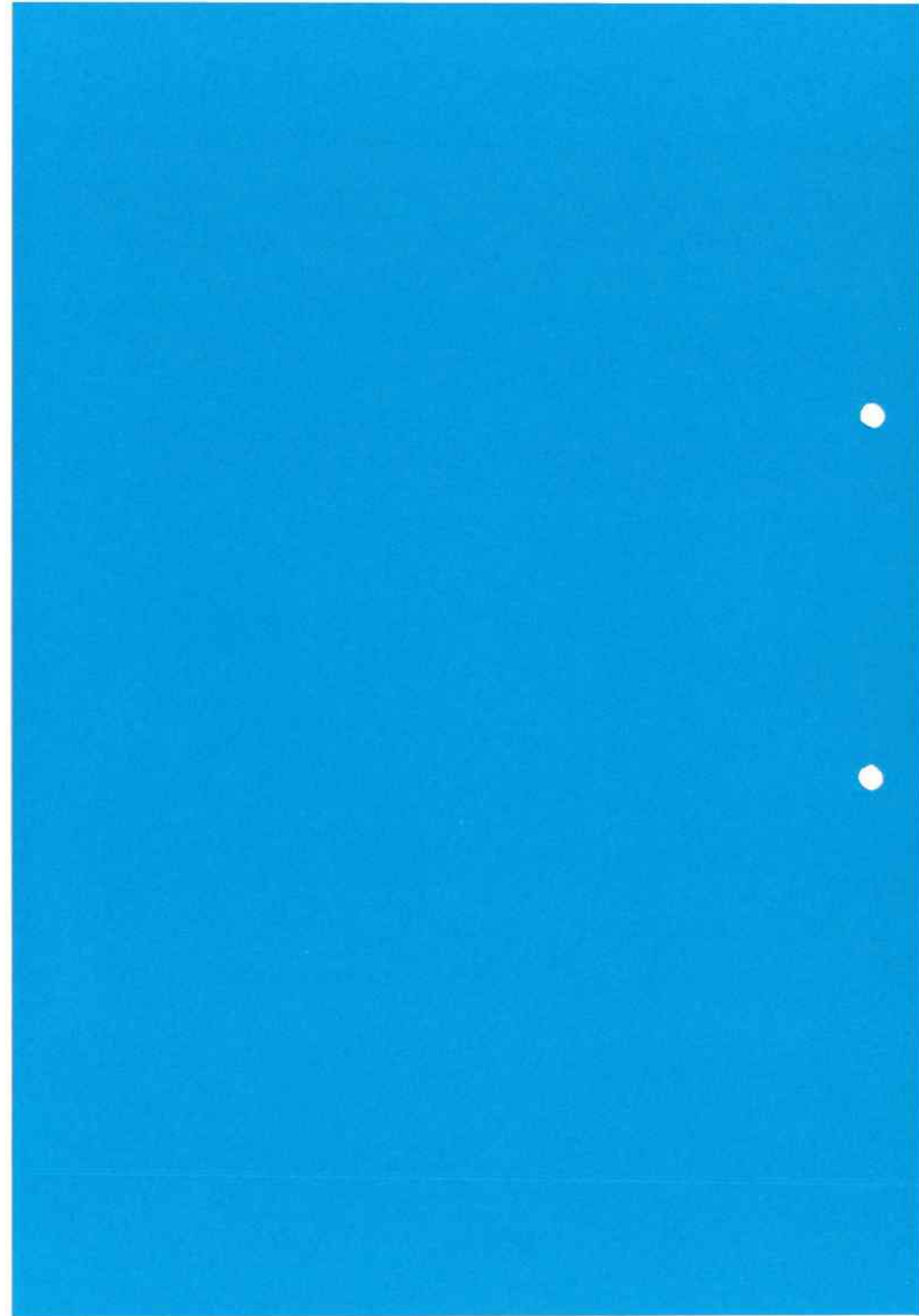
Tabel 5.4 Pomp 1 en 2 in samenloop

Afwijkingen in procenten gemeten bij $H_{stat} = 1,36/35$ mWk			
	Q	P	$P_{specifiek}$
Pomp 1	+ 5,5 %	+ 36,7 %	+ 29,7 %
Pomp 2	- 8,1 %	+ 43,8 %	+ 57,5 %

1

Bijlage

Overzicht meetlocatie

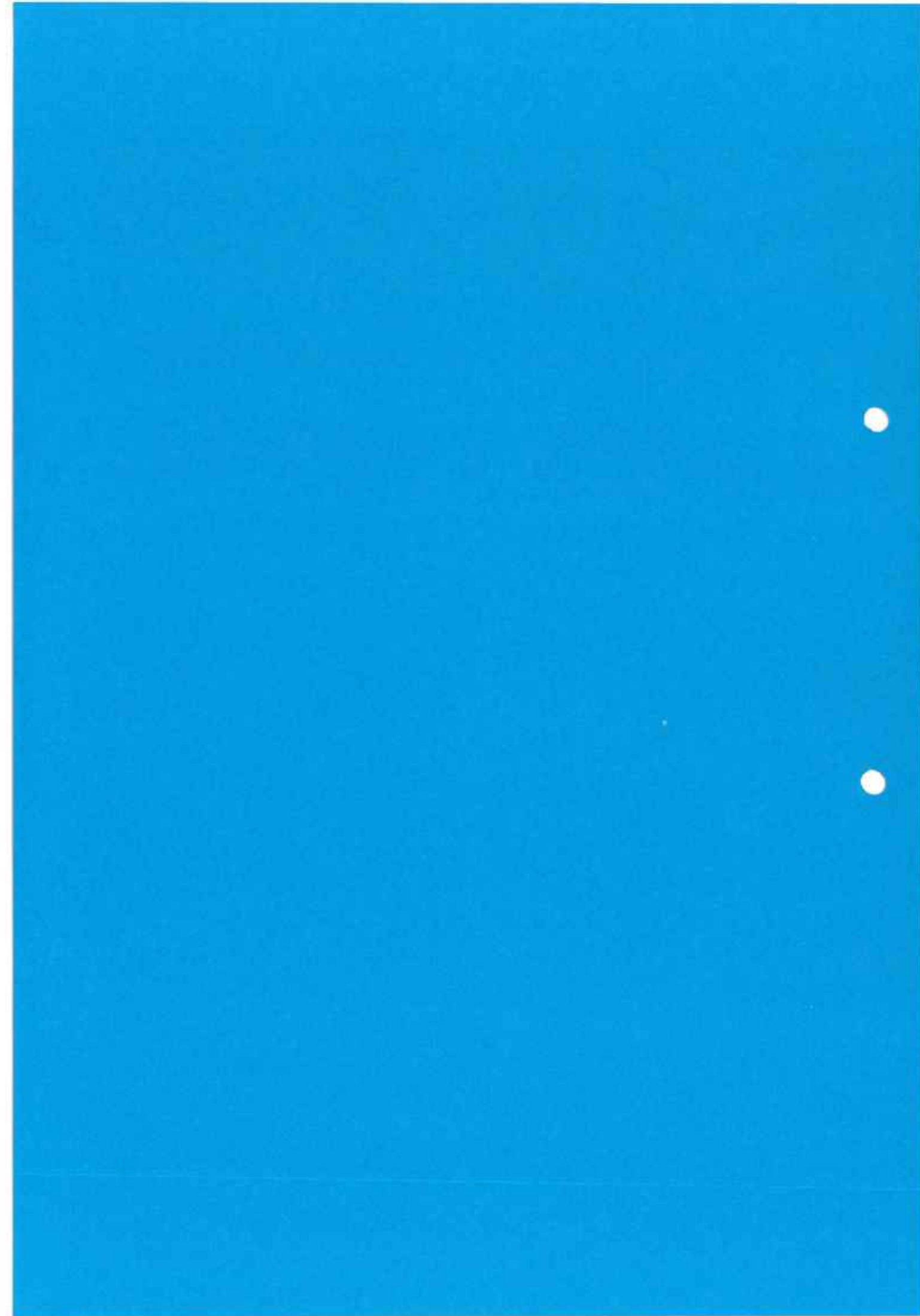


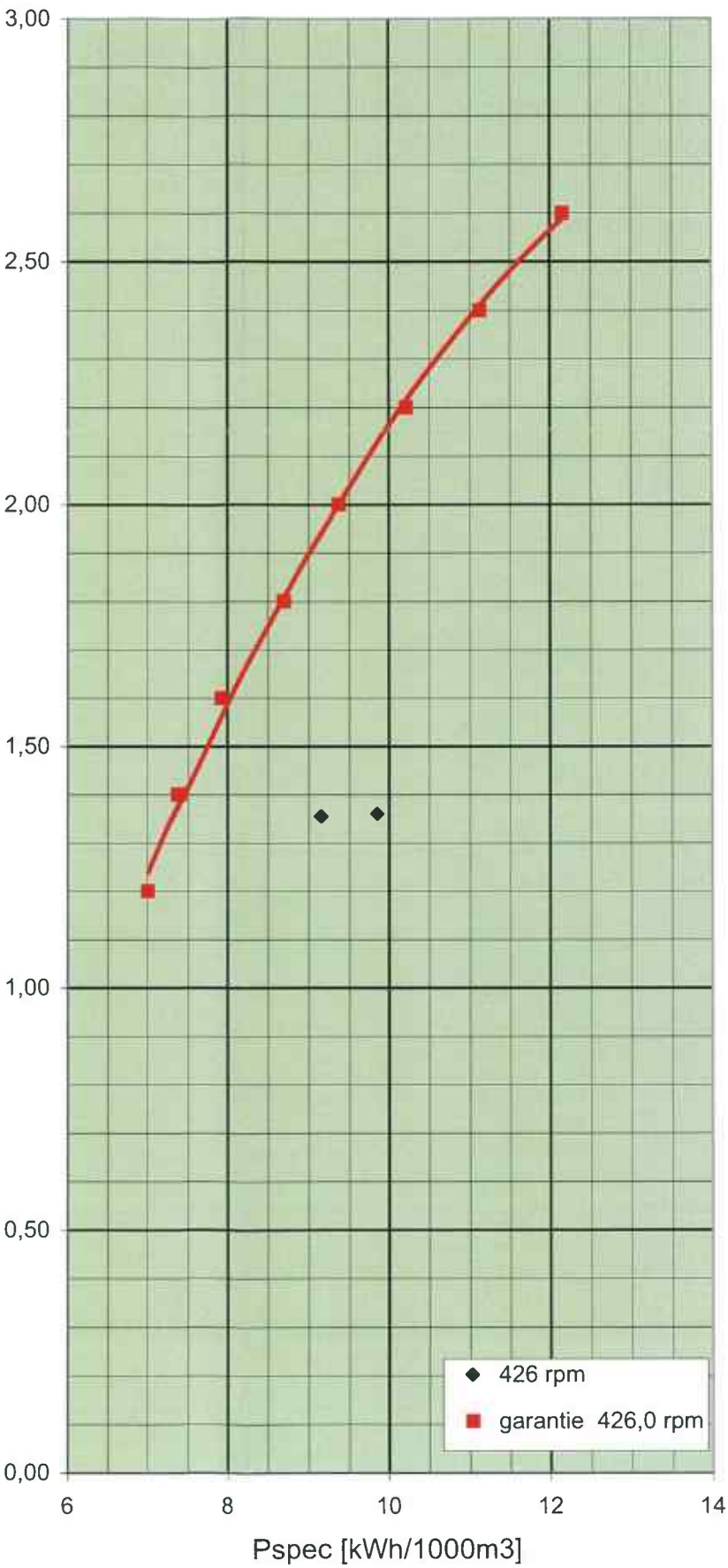
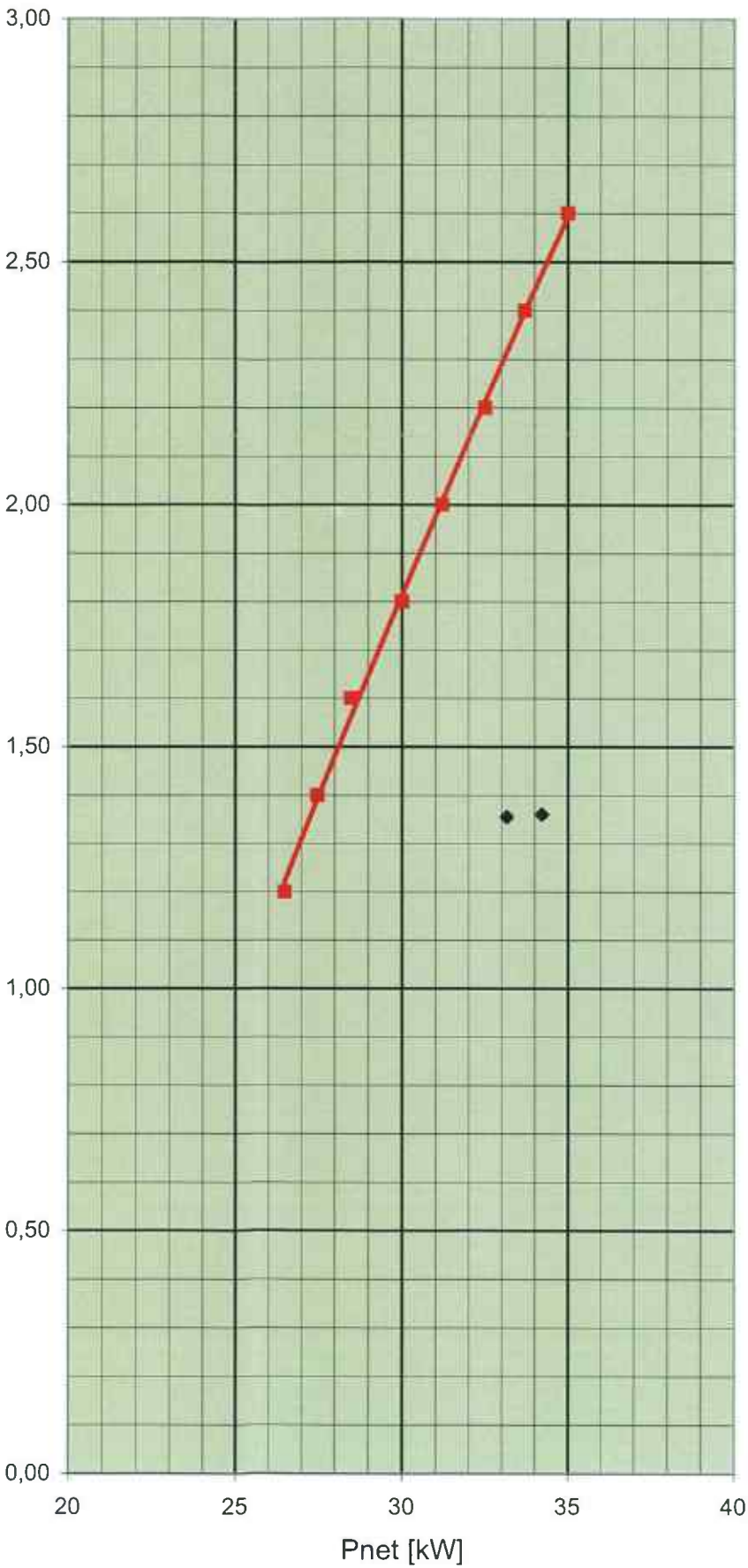
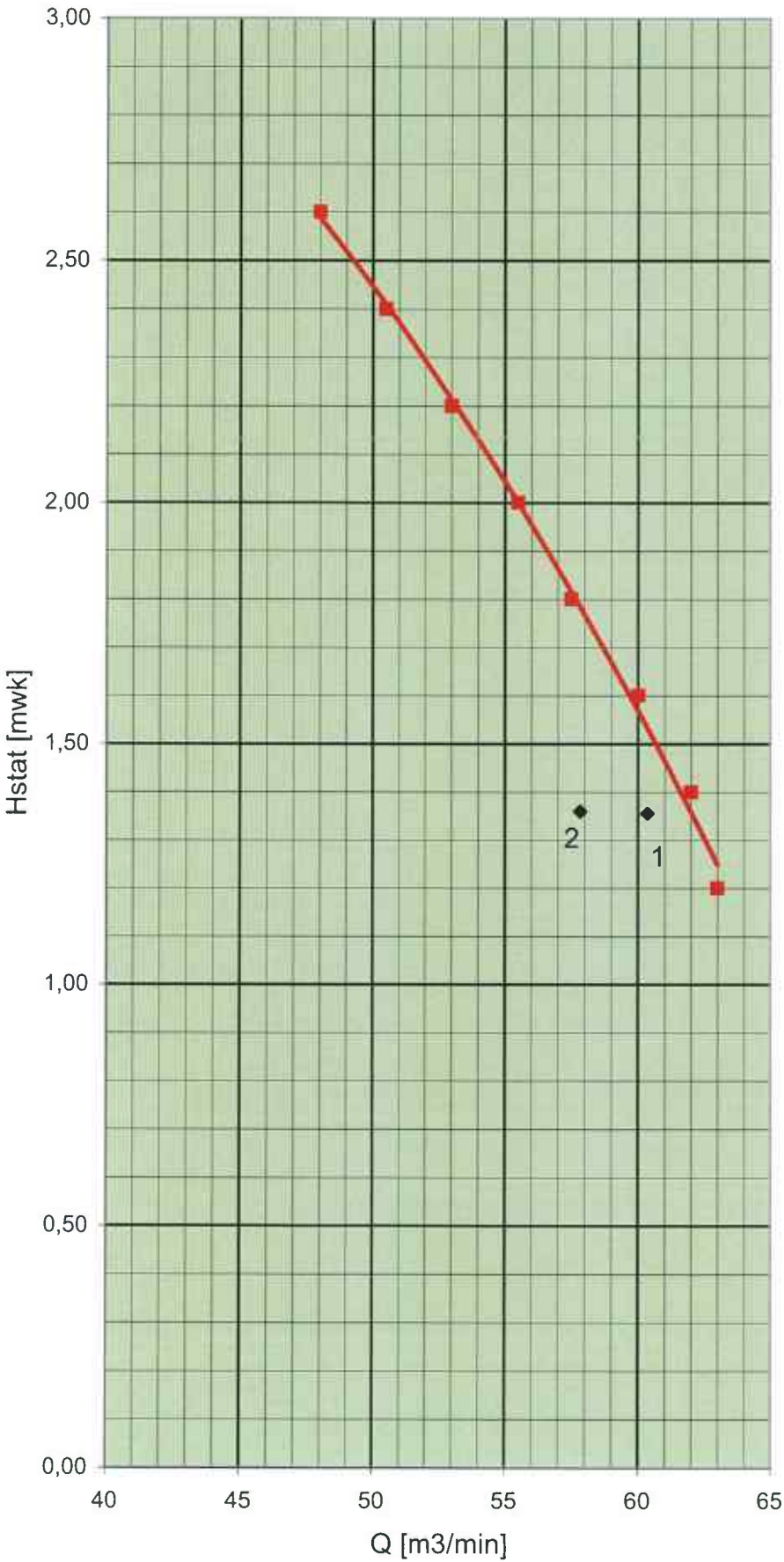


Figuur 5.1 Instroomzijde gemaal

Bijlage

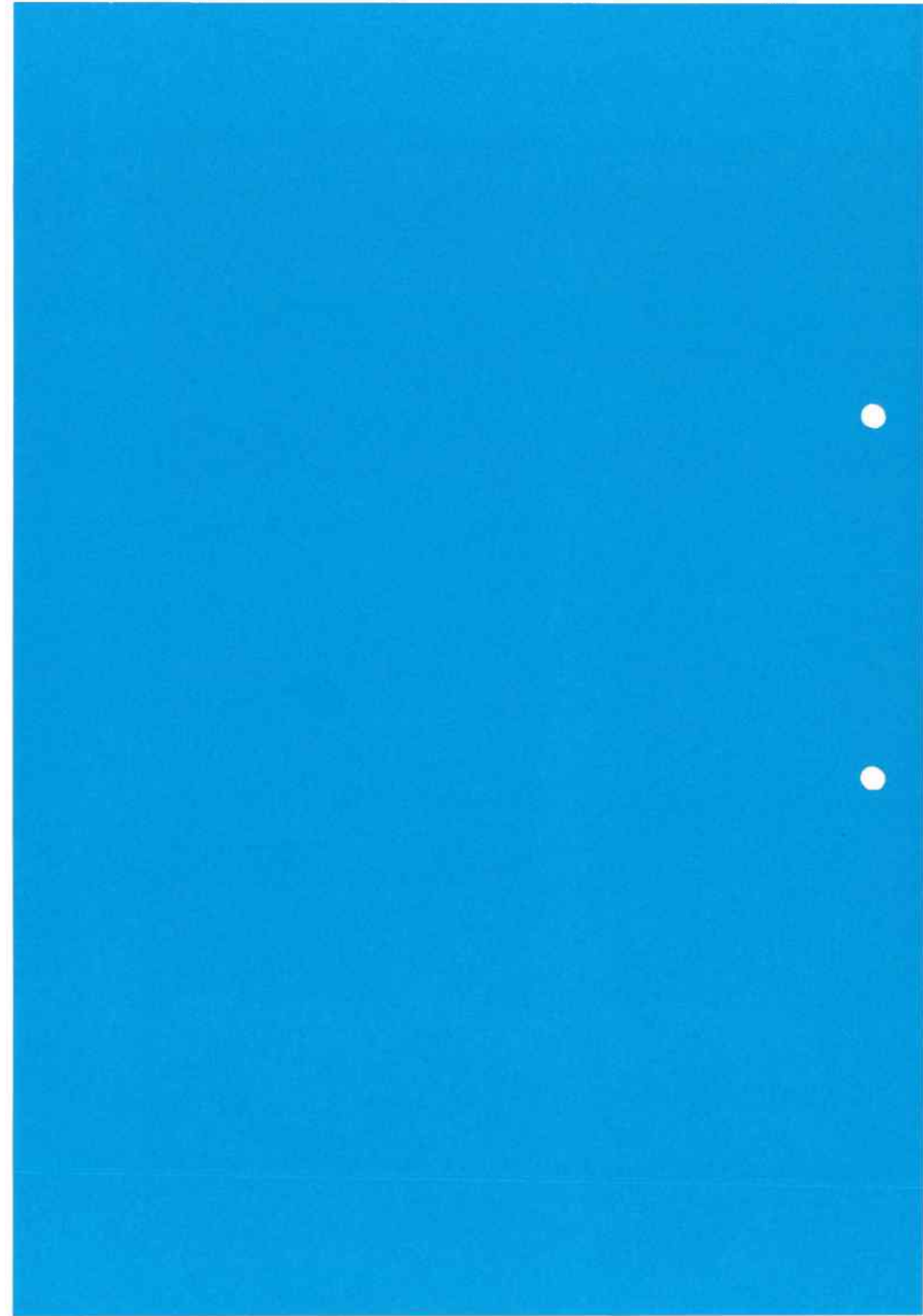
Meetgrafiek pomp 1

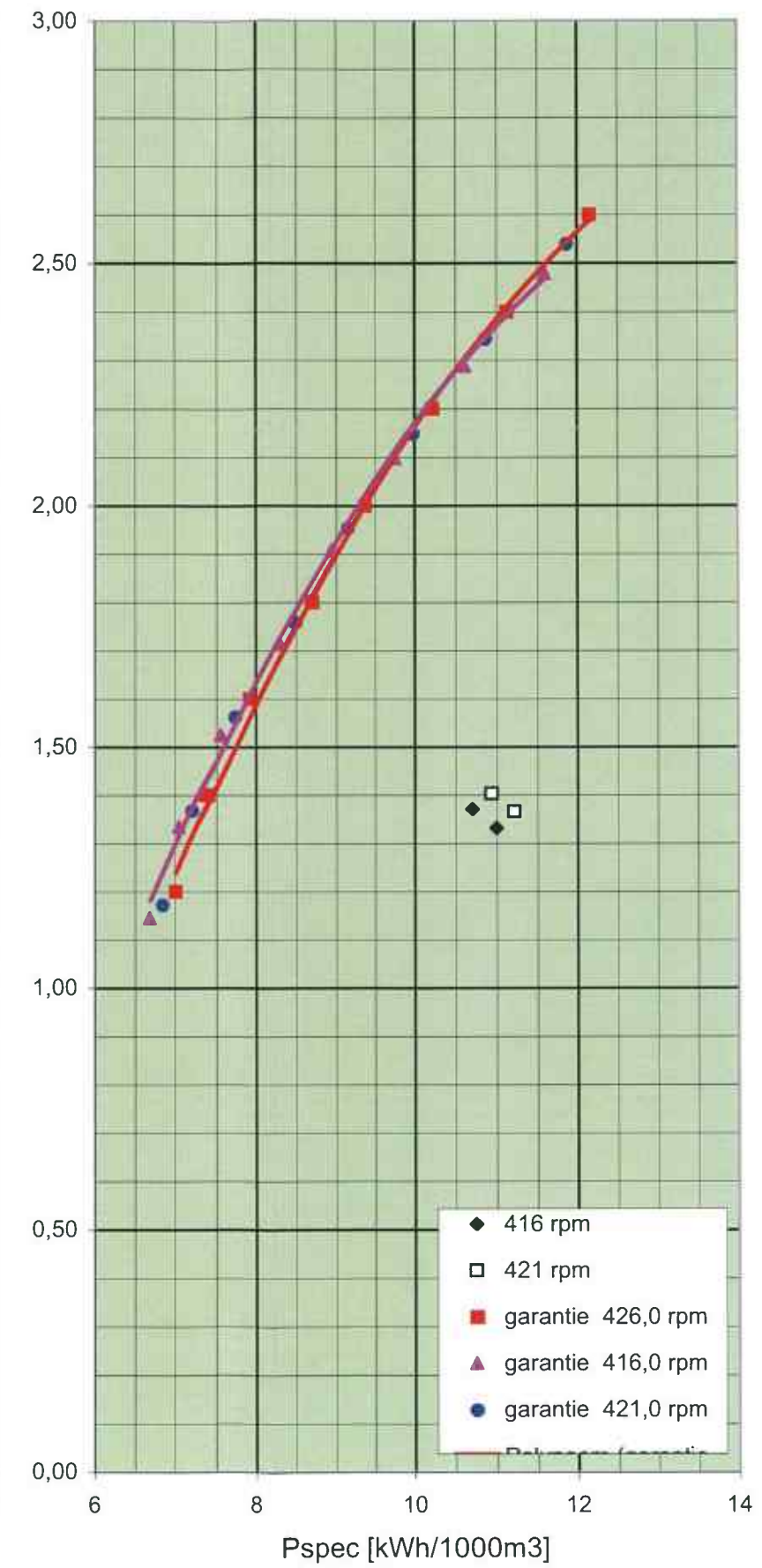
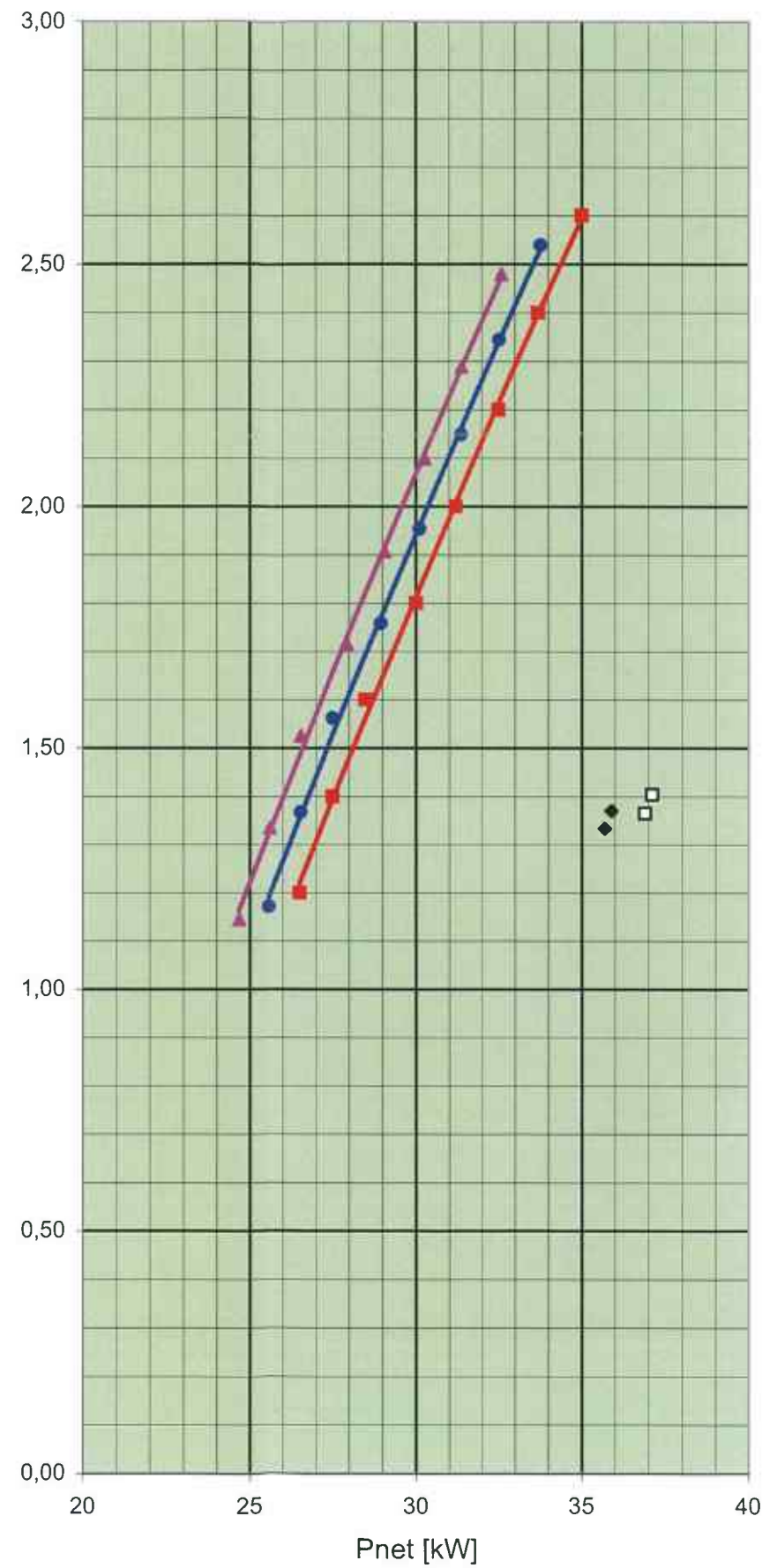
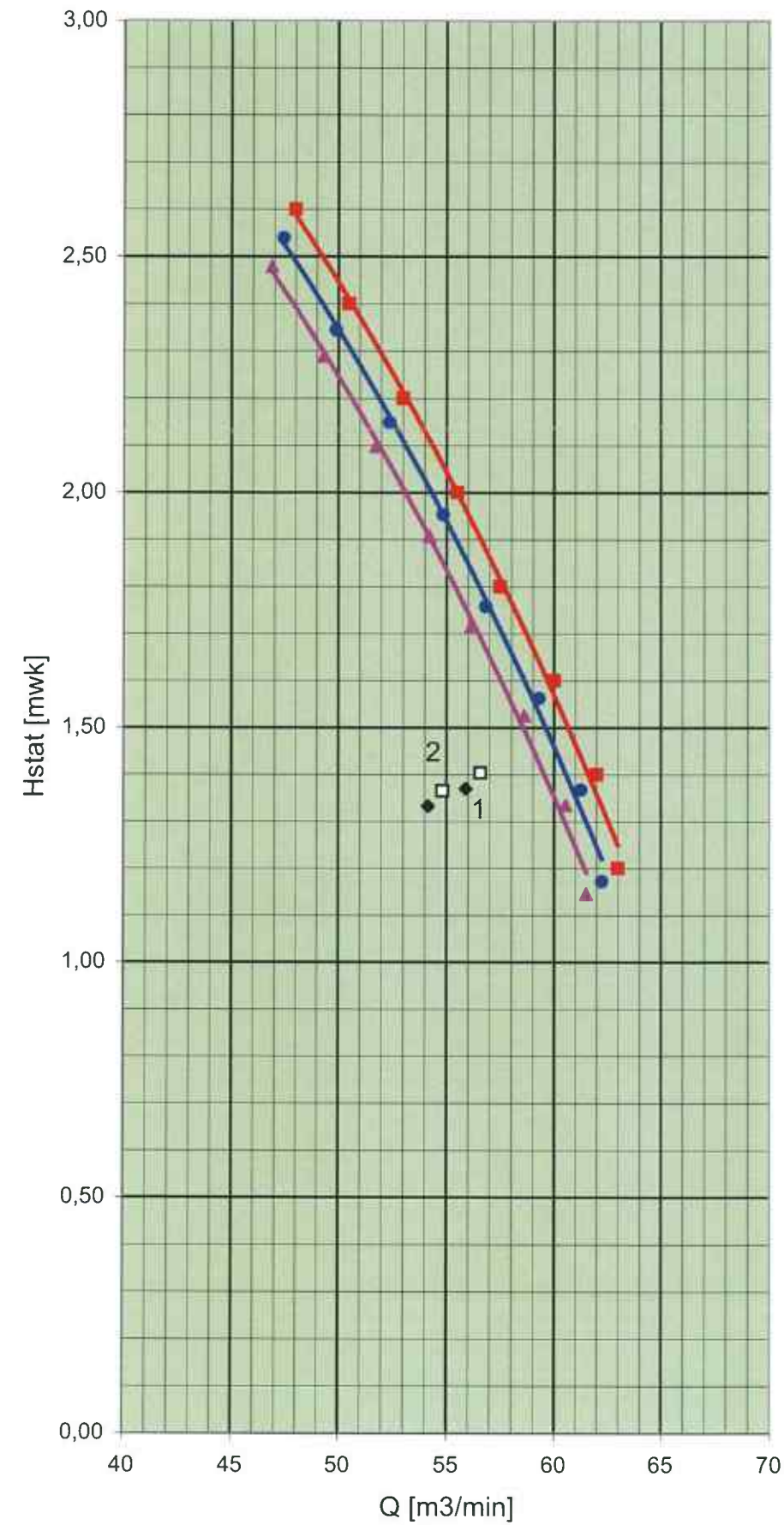




Bijlage

Meetgrafiek pomp 2





Bijlage

Meetgrafiek samenloop pomp 1 en 2

