



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

VIRKJANALÍKAN VOD

Dælur fyrir dæluvirkjanir

Sæþór L. Jónsson
Haukur Tómasson
Erlingur Jónasson

OS-94053/VOD-10 B

Desember 1994



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 530 935

VIRKJANALÍKAN VOD

Dætur fyrir dæluvirkjanir

Sæþór L. Jónsson
Haukur Tómasson
Erlingur Jónasson

OS-94053/VOD-10 B

Desember 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. DÆLUTEGUNDIR	3
3. HÖNNUNARFORSENDUR	4
3.1 Efri-Þjórsá	5
3.2 Hraunavirkjun hin meiri	5
4. FYRIRSPURNIR OG TILBOÐSGERÐ	5
5. TILBOÐ FRAMLEIÐENDA	6
5.1 Efri-Þjórsá	6
5.2 Hraunavirkjun hin meiri	6
5.3 Samantekt og samanburður	7
6. HÖNNUN DÆLUSTÖÐVA	9
6.1 Mannvirki	9
6.1.1 Vatnsvegir til stöðarhúss	9
6.1.2 Stöðvarhús	9
6.1.3 Vatnsvegir frá stöðvarhúsi	10
6.2 Kostnaðarjöfnur	10
6.2.1 Vélar og rafbúnaður	10
6.2.2 Stöðvarhús	11
6.2.3 Inntök	11
6.3 Dælustöðvar í Efri-Þjórsá og Hraunavirkjun	11
7. NIÐURSTÖÐUR	12
8. HEIMILDIR	13
VIÐAUKAR:	
I: Afrit fyrirspurnar til dæluframleiðenda	21
II: Afrit tilboða frá dæluframleiðendum	25
MYNDASKRÁ	
Mynd 1: Flæðis skrifudæla	14
Mynd 2: Nýtnisvið dælutegunda	15
Mynd 3: Staðsetning dælu	16-17
Mynd 4: Einkenniskúrfur fyrir dælur	18
Mynd 5: Útbúnaður við dælur	19
Mynd 6: Kostnaðarjafna	20

1. INNGANGUR

Skýrsla þessi fjallar lauslega um hönnun og kostnað dælustöðva fyrir vatnsaflsvirkjanir. Í slíkum virkjunum eru dælur oft nýttar til þess að lyfta árvatni af einu vatnasviði, sem of lágt liggur, á annað hærra í landinu. Með dælum er þannig hægt að stækka vatnasvið virkjana og auka til þeirra rennsli. Einnig er hægt að spara með dælingu mannvirkjakostnað, þegar dælt er upp í farveg þar sem vatnið getur runnið sjálfkrafa án dýrra vatnsvega. Öll dæling byggist á að miklu meiri orka á að fást með dælingunni en fer í hana. Hingað til hefur þessum kosti verið lítil gaumur gefinn í virkjanaáætlunum og þegar það hefur verið gert, hefur kostnaður verið miðaður við vélar og rafbúnað með ábót vegna stærra þvermáls dælu en túrbínu fyrir sama afl. Einnig var þetta talin sjaldgæf lausn sem væri dýrari en vélar og rafbúnaður virkjana.

Í kynnisferð í Noregi fyrir nokkrum árum, þar sem skoðaðar voru ýmsar virkjanir, var annar farastjórinn einn af forstjórum Kværner, stærsta framleiðanda túrbína og rafala á Norðurlöndum. (Halldór Pétursson og Haukur Tómasson 1992). Hann upplýsti okkur um að túrbínuframleiðendur framleiddu yfirleitt ekki dælur fyrir litla dælingu. Þær dælur væru seldar staðlaðar í framleiðslu af dæluframleiðendum. Þannig dælur væru mikið ódýrari en með eitthvað minni nýtni. Með þessar upplýsingar í farteskinu var ákveðið að afla upplýsinga um dælur og verð á þeim. Töluverðar upplýsingar um dæluframleiðendur voru til á Orkustofnun og nýttust þær við þessa athugun. Lauslegar athuganir benda til þess að með dælingu sé hægt að lækka jaðarkostnað á orkueiningu ýmissa fyrirhugaðra virkjana og auka um leið orkugetu raforkukerfisins. Fullnaðarmat um hagkvæmni fæst hins vegar ekki án þess að geta borið þessa kosti saman við aðra á svipuðum grundvelli. Því var ráðist í það verk að lýsa algengastri hönnun dælustöðva fyrir vatnsaflsvirkjanir og meta kostnað við gerð þeirra.

2. DÆLUTEGUNDIR

Einvirkar dælur henta best til þeirra verkefna sem lýst er í inngangi. Slíkar dælur eru einfaldar að allri gerð og hafa að auki þann kost að vera auðfánlegar og af staðlaðri framleiðslu. Tvívirkar dælur eru bæði dæla og túrbína og notaðar mest í stórum toppaflsstöðvum í varmakyntum raforkukerfum. Tvívirkur túrbínurnar eru taldar um 50% dýrari en venjulegur túrbínur. Tvívirkar dælur eru almennt notaðar sem geymsludælur (storage pump).

Þegar farið var að athuga hve stórar dæluéningar væri hægt að fá, kom í ljós að það fer fyrst og fremst eftir því eftir hvaða staðli rafmótorstærðir eru framleiddar hve dælurnar eru stórar. Hámarksdælingarmagn er yfir 25 m³/s ef miðað er við bestu nýtni. Hámarkshæð dælingar er utan og ofan við það sem áhugavert er í þessu sambandi.

Sú dælutegund sem heppilegust virðist til dælingar á miklu magni árvatns, er svokölluð "Blönduð flæðis-skrúfudæla" (Mixed Flow Propeller) með lóðréttan dæluöxul og dæluhjól neðst í lóðréttu dæluröri (mynd 1). Eftir því sem lyftihæðin eykst breytist dæluhjólíð úr skrúfudælu (axial pump) yfir í miðflöttaafsdælu (radial pump), (mynd 2). Auðvelt er að ná hinni miklu bakvatns-hæð sem dælurnar þurfa (> 10 m) með því að staðsetja dæluhjólíð í lóðréttum göngum. Rafbúnaður er þá staðsettur á yfirborði, en dæluhlutinn staðsettur minnst 10-12 m neðar. Fyrir Hraunavirkjun þar sem um er að ræða minna magn og meiri lyftihæð koma venjulegar miðflöttaafsdælur einnig til greina. Það ræðst fyrst og fremst af aðsæðum á virkjunarstað. Rafmótórinn er ýmist beintengdur ofan á dæluhúsið eða settur er gír á milli dæluöxuls og mótórs, en þá hvílir gírin á dæluhúsinu en mótórinn á milligólfi (mynd 3e).

3. HÖNNUNARFORSENDUR

Á mynd 4 eru sýndar einkenniskúrfur fyrir dælur. Sýnt er samband dælingarhæðar og dælingarmagns við dælunýtni, afl á dæluöxli, og nauðsynlega bakvatnshæð á dælu. Dælustærð er gefin upp fyrir hámarksnýtni en þar sem fallhæð er verulega breytileg þarf að fara út fyrir hana, helst á báða vegu. Yfirleytt er engin stýring á dælunum önnur en að loka eða opna fyrir þær.

Lámarks bakþrýstingur ($NPSH_{req}$).

Miðflóttaaflsdælur vinna því aðeins óaðfinnanlega að ekki sé um gufumyndun (cavitation) í dæluhúsinu að ræða. Því verður þrýstingurinn við miðlínu dæluhjólsins að yfirstíga hlutþrýsting vökvans sem dæla á. $NPSH_{req}$ er sú vatnshæð í metrum sem krafist er að sé fyrir ofan dæluhjólid og inniheldur þá gjarnan 0,5 m öryggisstuðul.

Lyftihæð (Total Pump Head).

TPH er sú lyftihæð sem dælan gefur miðað við það magn sem dælt er. Mjög er misjafnt hvernig þær dælurnar sem boðnar eru falla að ferlinum sem gefinn var ($60 \text{ m}^3/\text{s}$ við 32 m og $90 \text{ m}^3/\text{s}$ við 20 m). Til dæmis er ferillinn fyrir stóru dælurnar frá Mitsubishi mjög flatur og þarf litla breytingu í mótþrýstingi til að nýtnin fari úr böndunum.

Nýtni dælu (Pump Efficiency).

Nýtni dælu má reikna með eftirfarandi líkingu :

$$\eta_d = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{P} = \frac{1 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 32}{3605} = 87\%$$

Sem dæmi er notuð afkasta kennilína fyrir Mitsubishi MKV-200. Nýtnistuðull sem gefin er 87% á við dæluna eina, en við það bætist nýtni mótors :

$$\eta_m = \frac{3605 \text{ [kW]}}{4000 \text{ [kW]}} = 90\%$$

Heildarnýting verður þá :

$$\eta = \eta_d \cdot \eta_m = 78,3\%$$

Ákveðið var að láta liggja til grundvallar við gerð kostnaðarlíkans fyrir dælustöðvar tvo virkjunarkosti á fumhönnunarstigi. Þeir eru Efri-Þjórsá og Hraunavirkjun hin meiri. Þessir tveir kostir eru ólíkir hvað varðar dælingarmagn og lyftihæð. Þeir eru því hentugir til fumathugana við hönnun og kostnað slíkra stöðva.

Tölur um afkastþörf og lyftihæð dælanna í þessari skýrslu eru fengnar úr tveimur skýrslum Orkustofnunar, "Efri-Þjórsá, Samræmd forathugun á virkjunarkostum" (Halldór Pétursson o.fl. 1992) og "Hraunavirkjun meiri, Lausleg forathugun" (Haukur Tómasson 1992). Erfitt getur verið að finna fjöldaframleiddar dælur sem uppfylla nákvæmlega skilyrði um afkastagetu og lyftihæð. Gert er ráð fyrir því að valin sé dæla sem lýtur best þeim kröfum án breytinga.

Ráð er fyrir því gert að dælt sé úr lónum þar sem aurburður hefur sest til og að hann sé af þeim sökum lítill og fínkorna. Því var ekki gerð sérstök krafa til efnisvals fyrir dælurnar.

3.1 Efri-Þjórsá

Í Efri-Þjórsá er fyrirhugað að dæla vatni úr Norðlingaöldulóni í Kvíslaveitu eða dæluafrígríði Efri-Þjórsávirvjunar. Snemma að vori við lægstu vatnsstöðu í Norðlingaöldulóni er gert ráð fyrir að dæla þurfi $60 \text{ m}^3/\text{s}$ við 32 m lyftihæð. Síðla sumars við hæstu vatnsstöðu má reikna með að dælt sé allt að $90 \text{ m}^3/\text{s}$ við 20 m lyftihæð. (Halldór Pétursson o.fl. 1992, s. 21).

3.2 Hraunavirkjun hin meiri

Fyrir Hraunavirkjun meiri þarf tvær dælustöðvar. Eina í Víðidal þar sem dæla þarf $4.4 \text{ m}^3/\text{s}$ við 80 m lyftihæð (Haukur Tómasson 1992, s. 12). Hina á Ódáða- og Líkárvatnasvæði og tæki hún vatn úr Fossá og Grímsá. Þar þarf að anna $8.6 \text{ m}^3/\text{s}$ rennsli við 79 m lyftihæð (Haukur Tómasson 1992, s. 13). Vegna þess að lón við þessar dælustöðvar yrðu lítil er reiknað með því að og þau hafi lítil áhrif á lyftihæðina.

4. FYRIRSPURNIR OG TILBOÐSGERÐ

Hér á landi hefur engin reynsla fengist af dælustöðvum fyrir vatnsaflsvirkjanir. Til að meta kostnað var því farin sú leið að leita tilboða hjá þekktum dæluframleiðendum. Tilboða var aflað fyrir dælustöðvar í Efri-Þjórsá og Hraunavirkjun hina meiri. Á grundvelli þessara tilboða var lausleg útfærsla um hönnun slíkra dælustöðva gerð og mat lagt á kostnað.

Í tilboðsbeiðnunum var beðið um verð og tæknilega útfærslu á dælum með öllum fylgihlutum. Eina sem vitað er um að vanti er spjaldaloki sem fylgja hverri dælu. Tilbjóðendur eru allir mjög þekktir dæluframleiðendur og koma mjög til greina sem raunverulegir tilbjóðendur í framtíðinni ef af svona framkvæmdum verður.

Leitað var tilboða hjá eftirtöldum aðilum :

- Þór hf. - KSB Aktiengesellschaft
- Adolf Bjarnarson hf. - THYSEN Maschinenbau GMBH
- Hitaval sf. - Floway Pumps
- Egill Kristjánsson hf. - Floway Pumps
- Dælur hf. - Patterson Pump Company
- Hekla hf. - IR-DRESSER PUMPS
- Mitsubishi Heavy Industries LTD
- J. M. Voith AG

5. TILBOÐ FRAMLEIÐENDA

Tilboð bárust frá öllum nema Heklu hf. og er eftirfarandi stuttur úrdráttur úr þeim.

Þór hf. sendi tilboð í allar dælustærðirnar frá KSB í Þýskalandi og er tilboð þeirra mjög ítarlegt. Það inniheldur allan dælubúnaðinn, mótör og mótörstartara. Tilboðið gerir ráð fyrir 11 kV mótörum, en bent er á, að mótörarnir yrðu 20% ódýrari ef þeir ynnu á 6,3 kV spennu.

Adolf Bjarnason hf. sendi tilboð frá Thyssen í allar dælustærðirnar, tilboð þeirra var einnig nokkuð ítarlegt. Það innifelur allan dælubúnaðinn ásamt mótör. Ekki er tekið fram við hvaða spennu mótörarnir ganga.

Hitaval sf. bauð eingöngu í minni dælurnar frá Floway í Bandaríkjunum. Þessar dælur eru tiltölulega litlar, en góð reynsla er af notkun þeirra er hjá Hitaveitu Reykjavíkur.

Egill Kristjánsson hf. bauð einnig eingöngu í minni dælurnar frá Floway í Bandaríkjunum. Dælurnar eru svipaðrar gerðar og frá Hitaval sf.

Dælur hf. hafa umboð fyrir Patterson í Bandaríkjunum. Tilboð þeirra er eingöngu bundið við Efri-Þjórsá.

Mitsubishi í Japan sendi ítarlegt tilboð í allar dælustærðirnar. Þeir bjóða mjög stórar dælur.

Tilboð barst frá J. M. Voith í Austurríki, en þar sem ekki voru boðnir mótörar með dælunum verða þeir ekki með í samanburði tilboðanna. Afrit af öllum tilboðunum er í viðauka II A-F.

5.1 Efri-Þjórsá

Tilboð Þórs hf. hljóðaði upp á 11 dælur af gerðinni KSB SEZ 1500 - 1450. Nafnarköst eru 6,5 m³/s við 32 m lyftihæð. Hámarks nýtni er gefin upp 89%. Af teikningum af dælunum má ráða að gert er ráð fyrir að mótörinn sé staðsettur beint ofan á dæluhúsinu og dælan hvíli á gólfi dælustöðvar.

Tilboðið frá Adolphi Bjarnarsyni hf. gerir ráð fyrir 11 dælum af gerðinni TR 1400/6/1260. Nafnarköst eru 6,5 m³/s við 32 m lyftihæð. Besta nýtni er gefin upp sem 90%. Gert er ráð fyrir að mótörinn sé staðsettur ofan á dæluhúsinu og dæluhúsið hvíli á gólfi dælustövar.

Dælur hf. buðu mjög stórar dælur fyrir Efri-Þjórsá tengdar við gír sem hvílir á milligólfi, en mótörinn stendur einni hæð ofar. Nafnarköst dælana er 10-15 m³/s við 32-20 m lyftihæð. Það þarf því aðeins 6 dælur. Nýtnin er gefin upp sem 88% og hámarksafli 5200 HP.

Fjöldi dæla fyrir Efri-Þjórsá er valin 6 í tilboði Mitsubishi. Vegna tiltölulega mikilla breytinga í lyftihæð og magni fyrir svona stórar dælur, sem hafa mjög flata kennilínu, hafa þeir boðið tvær dælustærðir, MKV-200 og MKV-250. Sú minni MKV-200 gæti gengið við báðar aðstæður en nýtnin fellur frá 87% við 32 m lyftihæð í um 80% við 20 m lyftihæð og um 12,5 m³/s. Þetta hefur í för með sér að fjölga verður dælunum úr 6 í 7-8.

5.2 Hraunavirkjun hin meiri

Þór hf. gerir ráð fyrir 4 dælum í Viðidal með nafnarköst 1,1 m³/s við 80 m. Fyrir Óðaða- og Lskárvatnssvæðin er fjöldi dæla 8 með nafnarköst 1,1 m³/s við 80 m. Nýtni þessara dæla er gefin upp sem 84%.

Adolf Bjarnason hf. bauð fyrir Víðidal eina dælu með nafnaköst 4,4 m³/s við 80 m. Fyrir Óðaða- og Líkárvatnssvæðin er lagt til að hafa tvær dælu með nafnaköst 4,4 m³/s við 80 m. Nýtni þessara dæla er gefin upp sem 89%.

Hitaval sf. bauð fyrir Óðaða- og Líkárvatnssvæðin sjö dælu. Hver dæla flytur 1,3 m³/s við 80 m lyftihæð. Nýtni er um 85% og mótórstærð 2000 HP - 3300 Volt. Fyrir Víðidal þarf 4 dælu sömu gerðar.

Egill Kristjánsson hf bauð sjö dælu fyrir Óðaða- og Líkárvatnssvæðin. Hver dæla flytur 1,3 m³/s við 80 m lyftihæð. Nýtni er gefin upp 77% og mótórstærð 2000 HP - 6600 Volt.

Mitsubishi í Japan sendi starlegt tilboð í allar dælustærðirnar. Fyrir Óðaða- og Líkárvatnssvæðin eru gefnir tveir möguleikar, tvær 4,3 m³/s dælu með 4500 kW mótórum annars vegar, og fjórar 2,15 m³/s með 2300 kW mótórum hins vegar. Á sama hátt eru boðnar annaðhvort ein 4,4 m³/s dæla fyrir Víðidal með 4500 kW mótórum eða tvær 2,2 m³/s dælu með 2300 kW mótórum.

5.3 Samantekt og samanburður

Tafla 1. Yfirlit yfir dælu fyrir Efri-Þjórsá.

Dælu fyrir Efri-Þjórsá				
Umboðsaðili:	Adolf Bjarnason	Þór hf.	Dælu hf.	Mitsubishi Heavy
Framleiðandi:	Thyssen	KSB	Patterson	Mitsubishi
Tegund:	TR 1400/6/1260	SEZ	Model 80" SAFV	MKV-200
Flutningsgeta [m ³ /s]:	6-9	6,5-8,4	10-15	10-12,5
Þrýstisvið [m]:	20-32	20-32	20-32	32-20
Besta nýtni [%]:	89		88	87
Aflþörf [kW]:	2350	2267	3729	4000
Verð pr. dælu:	700000 DEM	1927500 DEM	880000 USD	107400000 JYP
Fjöldi dæla:	10	11	6	7
Erlent heildarverð:	7000000 DEM	21200000 DEM	5280000 USD	751800000 JYP
Gengi:	39,54	39,54	70,82	0,67
Ísl. FOB verð Mkr.:	276	838	373	507
Ísl. CIF verð Mkr.:	287	872	389	527
Millj/MW	12,25	34,96	17,38	18,82

Tafla 2. Yfirlit yfir dælur fyrir Grímsá og Fossá.

Dælur fyrir Grímsá og Fossá				
Umboðsaðili:	Adolf Bjarnason	Pór hf.	Hitaval sf.	Mitsubishi Heavy
Framleiðandi:	Thysen	KSB	Floway	Mitsubishi
Tegund:	TR 1200/8/1150	F875-3650/3	38 FKH/N	MKV-135 III
Flutningsgeta [m ³ /s]:	4,4	1,1	1,33	4,3
Prýstisvið [m]:	80	80	80	79
Besta nýtni [%]:	88	84	85	85
Aflþörf [kW]:	3900	1034	1342	4500
Verð pr. dælu:	900000 DEM	569900 DEM	220000 USD	101000000 JYP
Fjöldi dæla:	2	8	7	2
Erlent heildarverð:	180000 DEM	4559200 DEM	1540000 USD	202000000 JYP
Gengi:	39,54	39,54	70,82	0,67
Ísl. FOB verð Mkr.:	71	180	100	136
Ísl. CIF Mkr.:	74	187	104	142
Millj/MW	9,49	22,66	11,08	15,73

Tafla 3. Yfirlit yfir dælur fyrir Viðidal.

Dælur fyrir Viðidal				
Umboðsaðili:	Adolf Bjarnason	Pór hf.	Hitaval sf.	Mitsubishi Heavy
Framleiðandi:	Thysen	KSB	Floway	Mitsubishi
Tegund:	TR 1200/8/1150	F875-3650/3	38 FKH/N	MKV-135 III
Flutningsgeta [m ³ /s]:	4,4	1,1	1,33	4,3
Prýstisvið [m]:	80	80	80	79
Besta nýtni [%]:	88	84	85	85
Aflþörf [kW]:	3900	1034	1342	4500
Verð pr. dælu:	900000 DEM	569900 DEM	220000 USD	101000000 JYP
Fjöldi dæla:	1	4	4	1
Erlent verð:	180000 DEM	2279600 DEM	880000 USD	101000000 JYP
Gengi:	39,54	39,54	70,82	0,67
Ísl. FOB verð Mkr.:	36	90	57	68
Ísl. CIF verð Mkr.:	37	94	60	71
Millj/MW	9,49	22,66	11,08	15,73

Eins og sjá má af töflum 1-3 er mikil dreifing á verði dælanna, bæði frá einum framleiðanda til annars og eftir stærð. Af dælunum eru 4 í kringum 4 MW að stærð. Meðalverð þeirra er 17,3 Mkr/MW. Hinar 4 dælnar eru 1-2 MW og meðalverð þeirra er 20,4 Mkr/MW. Samkvæmt þessu lækkar verðið lítilsháttar með aukinni stærð, en þessi tilhneiging er ekki sterk. Aftur á móti kemur fram greinilegur munur ef bornar eru saman háfalls- og lágfallsdælur, þe. að háfallsdælnar eru þriðjungi ódýrari á MW. Lágfallsdælnar kosta að meðaltali 22,8 Mkr/MW, en háfallsdælnar 14,7 Mkr/MW. Allt er þetta eðlilegur munur. Meðaltal fyrir allar dælnar er 18,77 Mkr/MW.

6. HÖNNUN DÆLUSTÖÐVA

Í þessum kafla er ætlunin að fjalla um nokkur atriði er varða hönnun dælustöðva og kostnaðarjöfnur fyrir þær. Að lokum verður kostnaður metinn við gerð dælustöðva við Efri-Pjórsá og Hraunavirkjun hina meiri á grundvelli þessara jafna.

Huga þarf að þremur grundvallarþáttum við gerð dælustöðva: koma þarf til þeirra vatni, stöðvarhús þarf fyrir dælur og annan búnað og koma þarf vatninu á áfangastað. Möguleikar við úfærslu hvers þáttar fyrir sig verða nú ræddir.

6.1 Mannvirki

6.1.1 Vatnsvegir til stöðvarhúss

Vatn til dælanna kæmi ávallt frá miðlunarlóni eða lónpolli, sem myndaður yrði með stíflu, eða væri til af nátturunnar hendi við stöðina. Þaðan verður að veita vatninu til dælanna um hefðbundin veitumannvirki, svo sem jarðgöngum eða skurði. Venjulega er aðrennslið stuttur vatnsvegur. Í beinu framhaldi af honum gæti verið hin eiginlegu veitugöng, sem á lengri leiðum yrðu sennilega vélboruð.

6.1.2 Stöðvarhús

Vélar og rafbúnaður er hýstur í stöðvarhúsi. Til véla heyrir dælan og fylgihlutir hennar og mót- or til að knýja hana. Í grófum dráttum samanstæði rafbúnaðurinn af rafmótor, startara og öryggisbúnaði. Einnig er rétt að telja með til rafbúnaðarins spennni og rafloagn til dælustöðvarinnar, en hana þarf að áætla sérstaklega.

Eins og fram hefur komið eru mótör og dæla aðskilin þegar dæla þarf miklu magni. Mótörinn er þá hafður í rými beint fyrir ofan dælnar og tengur þeim með öxli. Öxullinn liggur að hluta í gegnum frárennslispípu, sbr. myndir 3 og 5. Frárennslispípan nær upp í stöðvarhús og er beygð í spjaldaloka við stöðvarvegg. Í dælustöðvum eru ýmist eitt eða tvö gólf til að bera uppi þunga raf- og vélbúnaðar. Í húsum með eitt gólf er mótörinn stundum studdur með stífum, sbr mynd 3. Í húsum með tvö gólf ber efra gólfid þunga mótors, en neðra gólfid ber dælu og fylgihluti hennar. Stöðvarhúsin geta verið mjög mjó og lítil, þar sem þvermál dælanna er lítið. Auk dælnnar þarf að koma fyrir í stöðvarhúsi spjaldaloka, sem sennilega er álfka langur og þvermál dælu. Það er því sennilega nóg að hafa breydd stöðvarhúss þrefallt þvermál dælu. Svipuð eða minni má fjarlægðin vera á milli dæla.

Í dælustöðvum er æskilegt að hafa fleiri en eina dælu til að auka rekstraröryggi hennar. Við enda veitumannvirkisins yrði að útbúa bás fyrir hverja dælu. Á mynd 5 er sýnt fyrirkomulag

inntaka. Básunum væri raðað lfkt og litlum herbergum að gangi og myndi op þeirra snúa að straumstefnunni. Frárennslispípu yrði komið fyrir í togboruðum göngum.

Við enda skurða þarf kjallara fyrir básinn til að tryggja nægan bakþrýsting á dæluna. Breidd hans yrði að vera a.m.k tvöfalt þvermál dæluhússins en lengd þessa rýmis yrði rúmlega tvöföld breidd þess til að tryggja að niðurdrattur verði ekki of mikill. Jafn halli yrði hafður frá skurðgólfi niður á kjallaragólf. Mótorunum yrði komið fyrir í húsi sem steipt yrði yfir enda skurðarins. Þar væri skurðurinn vel styrktur til að hindra hrún. Vatnsleiðslan milli dælu og mótors kæmi svo í gegnum gólf stöðvarinnar niður í skurðinn. Í djúpum skurðum gæti þurft að steypa húsið ofan í skurðinum til að hýsa búnaðinn.

Fram hefur komið sú hugmynd (Haukur Tómasson 1993) að nota fallvatn innan þess vatnasviðs sem vatninu yrði dælt á til að knýgja dælinguna milliliðalaust. Vatninu yrði beint inn á túrbínu sem myndi knýja dæluna. Vatnið frá túrbínunni myndi renna í sama farveg og dælda vatnið. Þetta fyrirkomulag myndi spara mest allan rafbúnað fyrir utan það að vera mjög einfalt og öruggt í rekstri.

6.1.3 Vatnsvegir frá stöðvarhúsi

Frá dælustöð fer vatnið undir þrýstingi. Hægt er að dæla vatninu beint í lóðrétt togboruð, hallandi eða lárétt göng. Landslag og aðrar aðstæður myndu ráða þar um. Þó verður að leitast við að lágmarka falltöþ. Göngin yrðu þétt með hefðbundinni grautun þar sem vatninu er dælt inn.

Þegar um er að ræða lítið magn eða skammar vegalengdir er sennilega hentugast að nota trefjaplastspúr. Þær eru ódýrari en stálpípur og tæringarhætta er minni. Nú eru framleiddar trefjaplastspúr er þola allt að 210 m þrýting og vart mun vatni dælt hærra vegna virkjana á næstunni.

6.2 Kostnaðarjöfnur

6.2.1 Vélar og rafbúnaður

Úrvinnsla úr tilboðum framleiðenda fór þannig fram að reiknaður var meðalkostnaður fyrir dælur með 20-32 m fall annarsvegar og fyrir 80 m fall hinsvegar. Síðan er fundið lfnulegt samband milli þessara stærða, enda gefur gagnasafnið ekki ástæðu til flóknari reikninga. Jafna fyrir þetta er sýnd á mynd 6. Jafnan er:

$$K_v = Q(3,53 + 0,144 \cdot H)$$

þar sem K_v er kostnaður einnar vélar, Q rennsli og H þrýstihæð í m. Þetta þarf svo að margfalda með fjölda véla, sem eru að lágmarki 2. Í þessu er gert ráð fyrir að spjaldaloki sé 5% af kostnaði véla. Þetta kostnaðarsamband á að gilda fyrir Q frá 1 m³/s og að minnsta kosti upp í 15 m³/s, og fyrir afl frá 1 MW upp í 4,5 MW. Þrýstihæð er frá 20 m upp í 80 m. Allar þessar tölur eru mörk tiltækra gagna. Engin ástæða er til að ætla að ekki megi útvíkka þessi mörk bæði upp á við og niður nema rafmagnsmótorar eru af hámarksstærð.

Í þessu gagnasafni vekja athygli háar kostnaðartölur frá KSB miðað við hin verðin. Verðið á einingu er þar um 75 % af því sem Vatnsveitu Reykjavíkur borgar fyrir dælur með afköst 150 l/s. Óneitanlega bendir þetta til þess að verðin séu í þessu tilfelli óeðlilega há, og meira að marka hin verðin. Þrátt fyrir það er í kostnaðarjöfnunni KSB tilboðið inni í meðaltölunum og

má segja að í því felist aukin öryggisstuðull um að kostnaður sé ekki hærri.

6.2.2 Stöðvarhús

Eins og lýsing dælustöðvarhússins ber með sér, er um að ræða mjótt og langt hús ef vélar eru margar. Stöðvarkrani þarf að geta lyft allri dælnni í einu og gæti það verið upp undir 20 tonn fyrir vélar í Þjórsárveitu. Dælan er alltaf tekin upp til viðgerða og þá tekin sundur í 3 m lengdum. Stöðvarhúsið getur því verið frekar lágt því að aldrei er lyft lengri hlut en 3 m.

Stöðvarhús er reiknað þannig að jafnan í virkjunarlíkani er notuð fyrir eina vél af sömu stærð og dælurnar í dælustöðinni. Hús fyrir viðbótardælur er svo reiknað sem hálfur kostnaður samskonar húss. Kostnaður dælustöðvarhúss er samkvæmt þessu:

$$K_d = K_L + (n-1) \cdot K_L / 2$$

þar sem K_L er kostnaður við stöðvarhús fyrir eina vél samkvæmt virkjanalíkani og n fjöldi véla. Ástæðan fyrir því að einungis er tekinn hálfur kostnaður hvernar viðbótárvélar er að viðbótin er bara veggir botn og þak, en þar koma ekki til gafflar og hin sameiginlega aðstaða. Að sjálfsgöðu þarf að gera áætlun um stöðvarhús, en þessi kostnaðarágiskun verður látin nægja í bili.

6.2.3 Inntök

Raunveruleg inntök í þeirri merkingu að mannvirkið stýri og stjórnin innrennsli eru ekki í dælustöðinni. Dælurnar sjálfar sjá um þetta og þeim er stýrt með af og á loka sem er spjaldalokinn. Eina sem kalla mætti inntök er kjallarinn á stöðvarhúsinu. Kostnaður við hann er talinn innifalinn í stöðvarhúsi. Ekki þarf heldur loka til að komast að dælunum því að þær eru teknar upp til allra viðgerða.

6.3 Dælustöðvar í Efri-Þjórsá og Hraunavirkjun

Samkvæmt þeim hugmyndum sem nú eru uppi um dælustöð í Þjórsárveitu er gert ráð fyrir að dæla vatni upp um 12 m til þess að koma því upp í Illugaver. Með þessu sparast 6,7 km af jarðgöngum miðað við dælulausa veitu auk þess sem veitugöng geta verið grennri þar sem hægt er að taka á sig meira falltap með dælustöðinni. Auk þessa getur dælustöðin ráðið við meira vatn og nýtt betur miðlunarmöguleika Þórisvatns, þannig að út fæst meiri orkugeta. Kostnaður er eftirfarandi af dælustöðinni:

Vélar og rafbúnaður	475 Mkr
Stöðvarhús	160 Mkr
Lína 66 kV frá Hrauneyjum	110 Mkr
Samtals	745 Mkr

Hér er um verkkaupkostnað að ræða, sem bæta þarf við 64.4 % til að fá heildar verkkaupkostnað. Hér er reiknað með raflínu frá Hrauneyjum, en hugsanlegt er að leysa málið á annan hátt, til dæmis með úttaki úr Sprengisandslínu, ef hún væri komin, eða með því að nota fallið úr Kvíslarveitu niður í Illugaver til þess að knýja dælurnar beint. Þá þyrfti einnig að veita Köldukvísl frá Hágöngum til Kvíslarveitu til þess að fá næga miðlun og rennsli. Ekki er hér gerð áætlun um spenna. Línukostnaður er áætlaður samkvæmt kostnaðarlíkani, sem verkfræðistofur hafa gert

fyrir Landsvirkjun.

Dælu­kostnaður fyrir veitu úr Vfiðidal í Hrunavirkjun er eftirfarandi:

Vélar og rafbúnaður	56 Mkr
Stöðvarhús	34 Mkr
Samtals	90 Mkr

Fyrir veitu úr Fossá er dælu­kostnaður um það bil tvöfaldur við Vfiðidal. Á báðum þessum stöðum má gera ráð fyrir að nothæf raflögn sé á staðnum eða í næsta nágrenni. Þeirri raflögn væri komið upp í sambandi við borun ganga með jarðgangaborvélum, sem taka mikin straum. Kostnaður við að tengja þessar dælu­stöðvar raforkukerfinu ætti því að vera líftill.

7. NIÐURSTÖÐUR

Í töflunni hér að neðan eru niðurstöður samanburðar á kostnaði við dælu­virkjanir annarsvegar, samkvæmt kostnaðarjöfnu byggðri á þeim verðupplýsingum sem við höfum aflað okkur, og hinsvegar verð miðað við kostnaðarjöfnur virkjanalíkansins um vélar og rafbúnað virkjana. Þær hafa hingað til verið notaðar með 10 % álagi eða 20 % afslætti eftir því hver á heldur.

Tafla 4. Dæluverð samkvæmt þessari athugun og virkjanalíkani.

	Dælu­fjöldi	Q m ³ /s	H m	Afdælu­ MW	Aftúrbínur MW	Kostnaðarjöfnur Dælu­líkan (d)	Mkr Virkjanalíkan(v)	d/v %
Dælu­	6	60	32	21.9	21.2	498	765	65
Stöðvarhús	6	"	"	"	"	187	254	74
Dæla	1	10	32	3.7	3.5	83	200	42
Stöðvarhús	1	"	"	"	"	54	54	100
Dælu­	2	9	80	8.2	7.9	139	186	75
Stöðvarhús	2	"	"	"	"	76	97	75
Dælu­	2	4.5	80	4.1	4.0	70	172	40
Stöðvarhús	2	"	"	"	"	34	48	70
"	1	"	"	"	"	48	48	100
Dæla	1	2.25	80	2.1	2.0	35	109	32
Stöðvarhús	1	"	"	"	"	22	22	100

Sú niðurstæða sem lesa má úr þessari töflu, er að verksmiðjuframleiddar dælu­er verulega ódýrari en dælu­ byggður á sama hátt og vélbúnaður í raforkustöðvum. Þegar borin er saman ein dæla á móti einni vél, kostar verksmiðjuframleidda dælan innan við 50% af kostnaði vélbúnaðar samkvæmt virkjanalíkani og stórar dælu­stöðvar með mörgum dælum eru ennþá um þriðjung til fjórðung ódýrari en vélar virkjanalíkansins. Stöðvarhús er einnig ódýrara vegna þess hversu lítið pláss hver dæla tekur. Inntök eru einnig mikið minni mannvirki en í virkjun. Af öllu þessu leiðir, að ekki er ástæða til annars en að taka dælingu alvarlega sem kost í hönnun virkjana.

8. HEIMILDIR

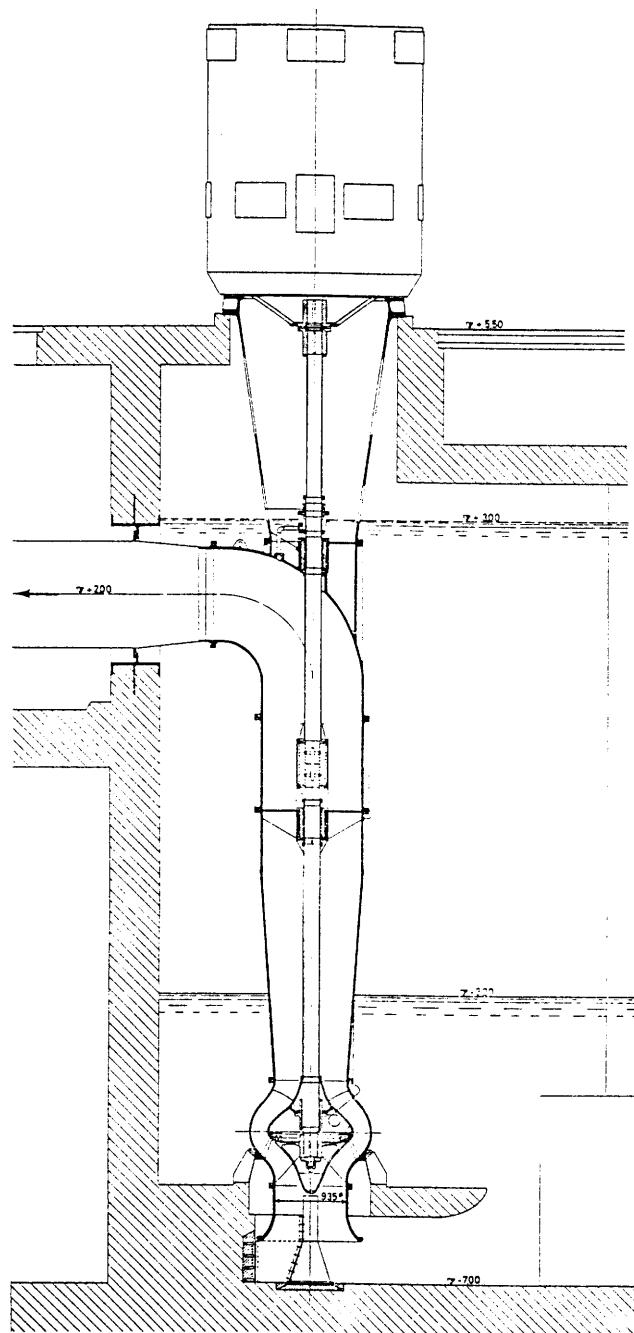
Halldór Pétursson 1992. Efri-Þjórsá. Forathugun - stöðuskýrsla. Orkustofnun, OS-92002/VOD-02 B.

Halldór Pétursson, Birgir Jónsson, Hákon Aðalssteinsson og Kristinn Einarsson 1992. Efri-Þjórsá. Samræmd forathugun á virkjunarkostum. Orkustofnun, OS-92045/VOD-05.

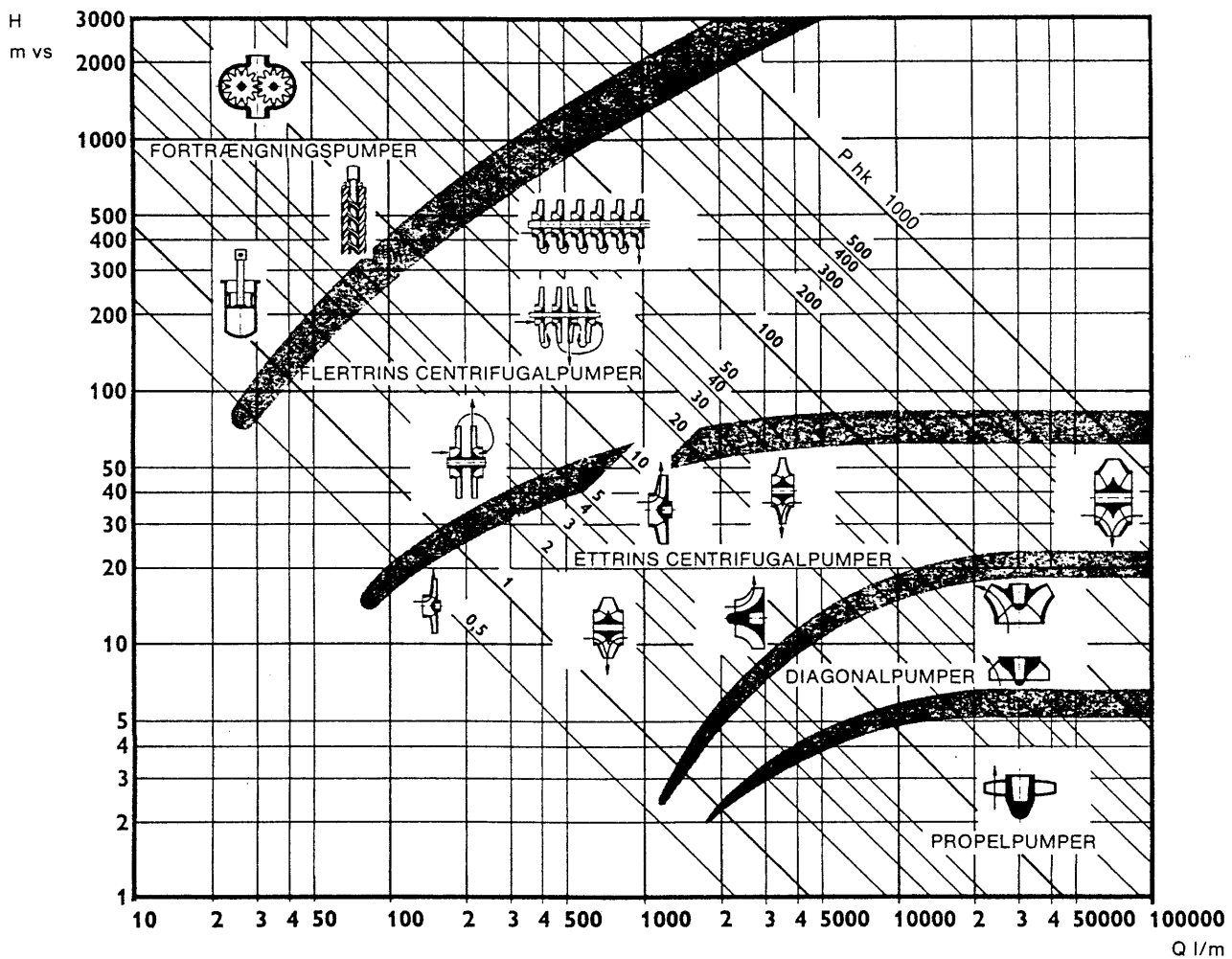
Halldór Pétursson og Haukur Tómasson 1992. Noregsferð. Orkustofnun, OS-92043/VOD-10 B.

Haukur Tómasson 1992. Hraunavirkjun meiri. Lausleg forathugun. Orkustofnun, OS-92046/VOD-12 B.

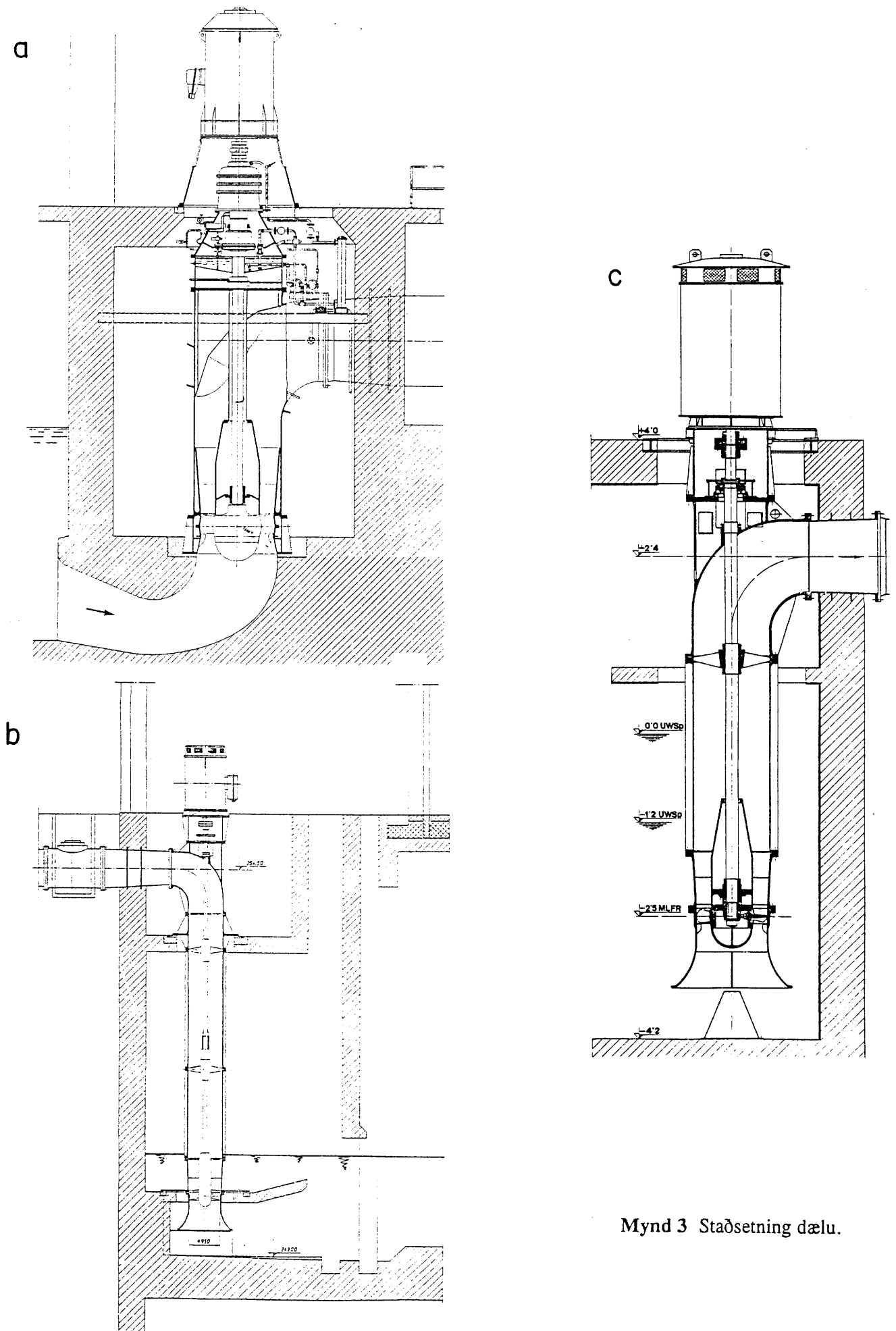
Haukur Tómasson 1993. Glámuvirikjun. Lausleg áætlun um þakrennuvirikjun. Orkustofnun, OS-93019/VOD-03 B.



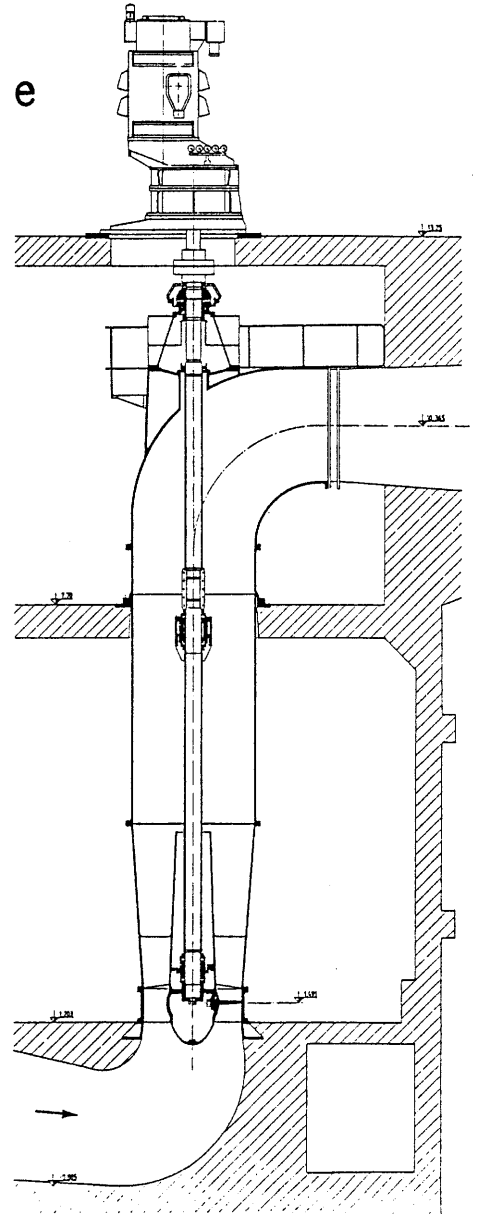
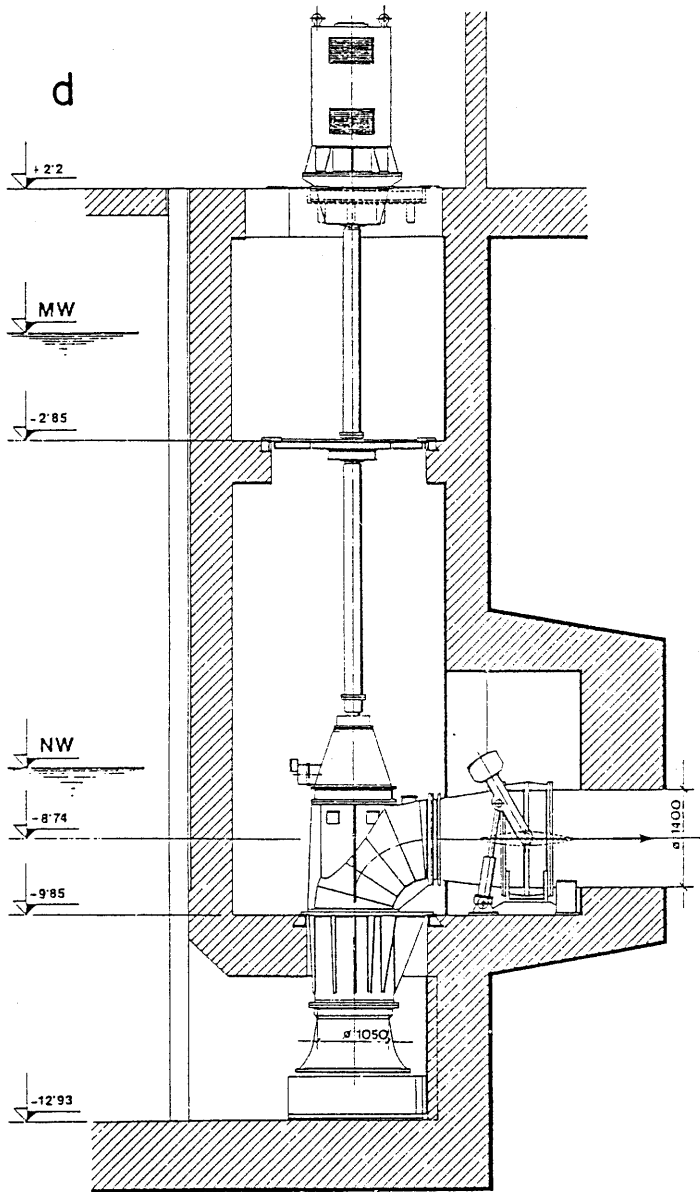
Mynd 1. Flæðis-skrífudæla.



Mynd 2. Nýtnisvið dælutegunda.

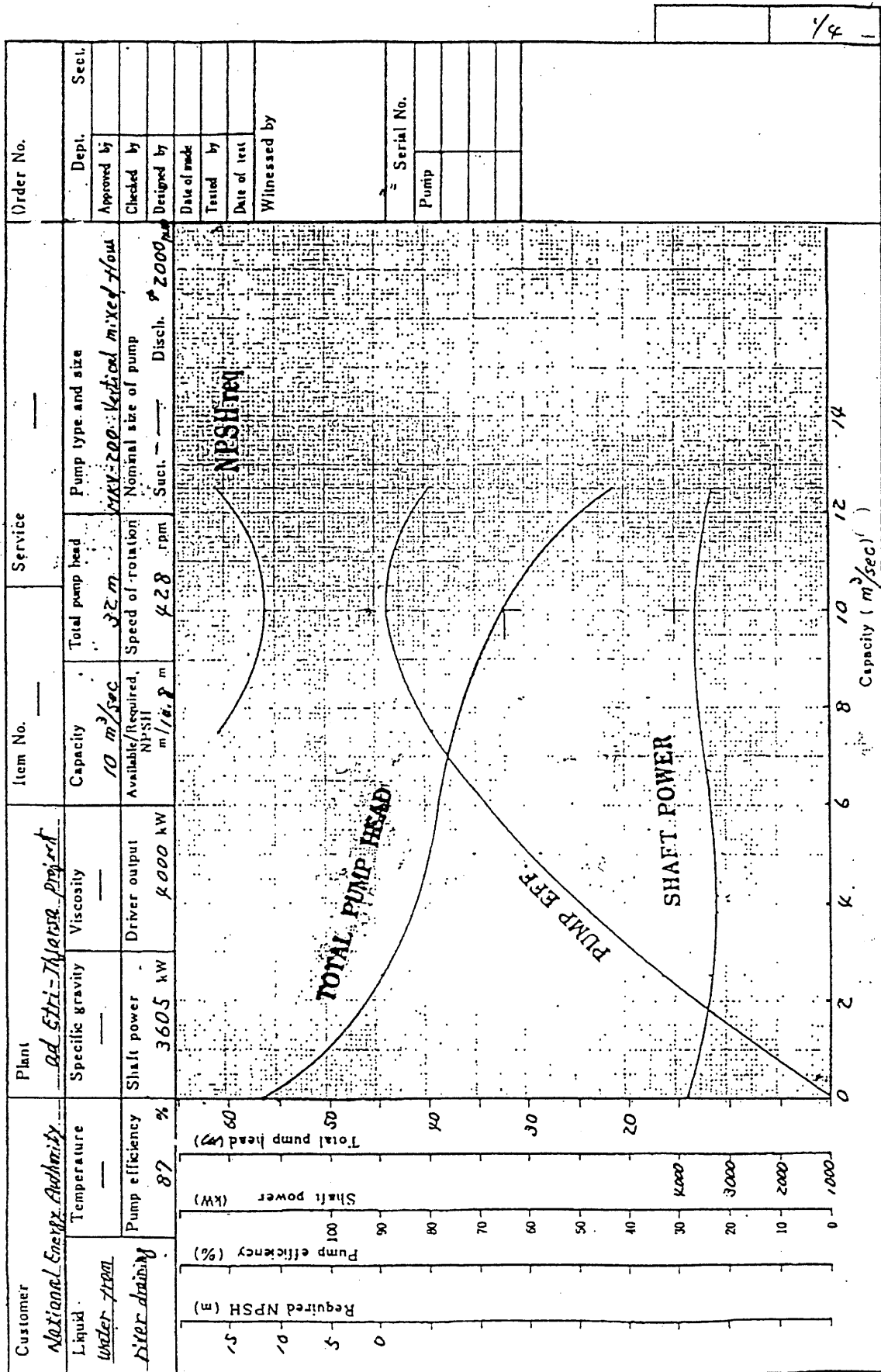


Mynd 3 Staðsetning dælu.



Mynd 3 frh. Staðsetning dælu.

PUMP PERFORMANCE CURVE (EXPECTED)



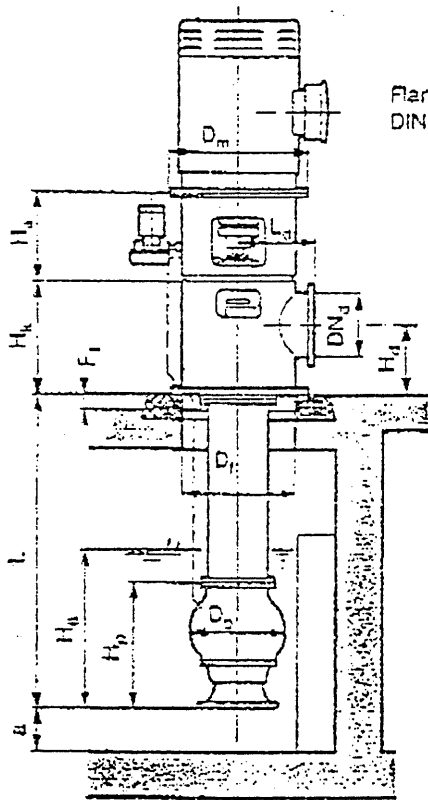
Mynd 4. Einkenniskúrfur fyrir dælur.



THYSSEN MASCHINENBAU GMBH
Werk Witten-Annen · Ruhrpumpen

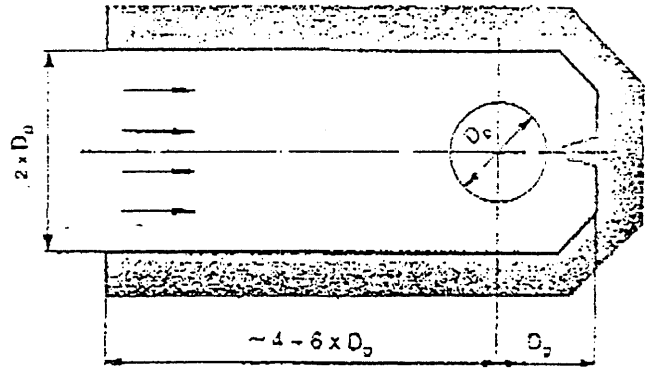
Unit Dimensions

(Dimensions in mm)



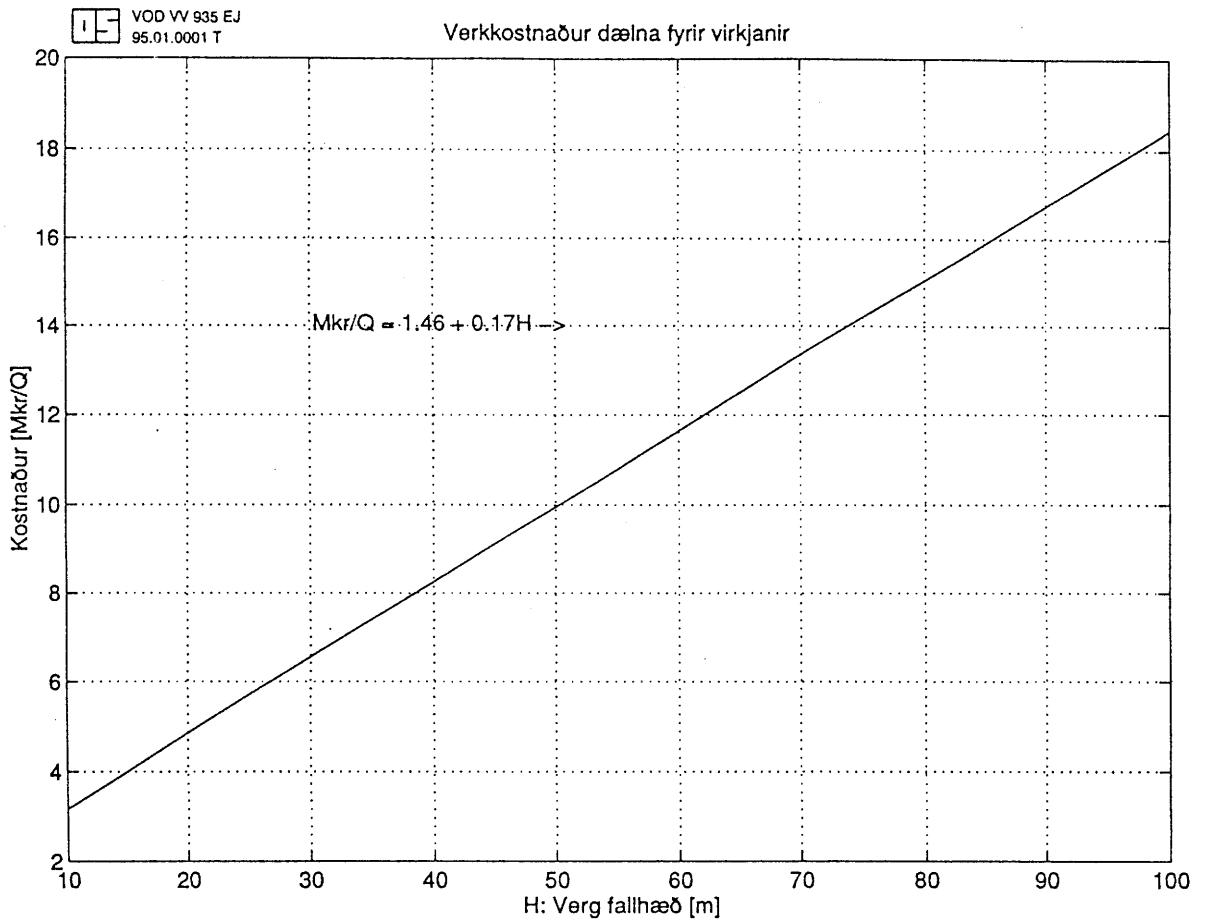
Flange connecting sizes acc. to
DIN 2501 / ISO 2084 / PN 10

Dimensions suction chamber
(Proposal)



Size TR	D_p	H_p	a	DN_c	L_c	H_c	$D_f \phi$	H_k	F_1	H_2
1400 / 4 / 1150	2320	3100	950	1400	1400	1500	2600	2350	160	1000
1400 / 5 / 1150	2320	3100								
1400 / 6 / 1260	2130	2800	950	1400	1400	1500	2300	2350	160	1000
1400 / 7 / 1370	2130	2600								
1400 / 8 / 1270	2370	2700	950	1400	1400	1500	2600	2350	160	1100

Mynd 5. Útbúnaður við dælur.



Mynd 6. Kostnaðarjafna.

VIÐAUK I

Afrit fyrirspurnar til dæluframleiðenda



Mailing address: Id number: Telephone: Telex: Telefax:
Orkustofnun 500269-5379 354 1 696000 2339 ORKUST IS 354 1 688896
Grensasvegur 9
IS - 108 Reykjavik
Iceland

Reykjavik, September 8, 1994

Number of pages including this one: 2

FROM: Sæþor L. Jonsson, Engineering Department

TO: MITSUBISHI Heavy Industries LTD, Large Pump Division

FAX NO: 9081-3 3212 9833

Message:

Dear Sirs,

Orkustofnun (National Energy Authority), Engineering Division, is preparing a feasibility study on three Hydroelectric power plants. As an option to those plants we would like to look at feasibility to pump part of the water used to different locations. One part of this study is to considering the possibility of using few standard serial produced pumps for the projects, as the capacity and pressure required is within the range of a standard pump. Following is the main data for the planned Pump Plants.

1) ad Efri-Thjorsa Project :

Fluid to be pumped : Water from river draining from Glacier
Pump specification:

Pump type: Axial and Mixed flow Vertical Pumps.
Design capacity: 10-15 m³/sec. per. Pump.
Design head : 32-20 mWC (10 m³/sec. @ 32 mWC - 15 m³/sec. @ 20mWC).
Total capacity: 60-90 m³/sec. (~6-10 pumps).
Total installed Pump-power: 22 MW.
Installation level of pump : 570 m above sea level.

Mailing address	Telephone	Telex	Bank
ORKUSTOFNUN	+354 1 696000	2339 orkust is	NATIONAL BANK OF ICELAND
Grensasvegur 9	Id number	Telefax	Laugavegi 77, IS-101 REYKJAVIK
IS-108 REYKJAVIK, ICELAND	500269-5379	+354 1 688896	ACCOUNT 4669

2) ad Vididalur Project :

Fluid to be pumped : Water from river draining from Glacier
 Pump specification:

Pump type: Axial and Mixed flow Vertical Pumps.
 Design capacity: 2.2-4.4 m³/sec. per. Pump.
 Design head : 80 mWC. Range 77-83 mWC.
 Total capacity: 4.4 m³/sec. (~1-2 pumps).
 Total installed Pump-power: 4 MW.
 Installation level of pump : 615 m above sea level.

3) ad Grimsa & Fossa Project :

Fluid to be pumped : Water from river draining from Glacier
 Pump specification:

Pump type: Axial and Mixed flow Vertical Pumps.
 Design capacity: 2.2-4.3 m³/sec. per. Pump. (Same type as for 2))
 Design head : 79 mWC. Range 76-82 mWC.
 Total capacity: 8.6 m³/sec. (~2-4 pumps).
 Total installed Pump-power : 7.8 MW.
 Installation level of pump : 595 m above sea level.

Net voltage : 6,3 or 11 kV
 Frequency : 50 Hz

Scope of supply:

- Complete Pump with mechanical seal .
- Electric motor with coupling,
- Instrumentation as required for safe operation of pump and motor,
- Certificates as per suppliers standard,
- Performance and hydrostatic test

Information needed for our prefeasibility study:

- Performance curves
- Motor specifications
- Motor starter specifications
- Material list
- Outline drawings
- Budgetary price

Orkustofnun is a government agency engaged in hydroelectric and geothermal power investigations and development, is now promoting the use of Pumped-storage plants where it is feasible.

For this study we need your recommendation on pumps that fits in our program and information on budget price.

Best regards

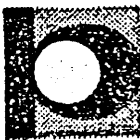
Sæþór L. Jónsson,

VIÐAUKI II - A-F

Afrit tilboða frá dæluframleiðendum

VIÐAUKI II - A

Tilboð frá Þór hf



BÖR H
ÄRMÜLA 11



Pumpen
 Armaturen

KSB

KSB-TELEFAX

FROM/VON.....: KSB-FRANKENTHAL	TO/NACH.....: THOR LTD.
TELEFAX NO...: 06233/863425	TELEFAX NO.....: 00354 1 680345
DEPT./ABT...: WBA 2	PAGES/SEITEN...: 13
NAME.....: ZOHEIDI	DEPT./ABT.....:
TEL. NO.....: 06233/862566	NAME.....: HR.THORKELSSON
DATE/DATUM...: 04.05.93	TEL. NO.....: 00354 1 681500

BEIR./REF.: Hydre-Electric Plants,
" ORKUSTOFNUN " Iceland National Energy Authority
 Ihr Fax dated march 19. 1993
 uns. : 3 340 100 942

Dear Mr. Thorkelsson,

we thank you very much for the a. m. inquiry and have the pleasure to submit our quotation for the a.m. project as follows :

1) Ad Efri-Thjorsa project :

Pump type	: KSB Tubular casing pump SEZ 1500 - 1450 with semi-axial impeller, maintenace free water lubricated shaft guide bearings (RESIDUR)
Type of installation	: EB
Nominal capacity	: 6,5 m3/sec
Design head	: 32 m
Pump efficiency	: 89 %
NPSH - pump	: 7 m
Nominal speed	: 422 1/min
Power absorbed at P. shaft	: 2267. KW
Recommended drive power	: 2500 KW, 50 Hz, 11 KV (Squirrel-cage motor)
Medium handled	: River water
Total capacity	: 89,6 m3/sec. (14 pumps)

Unit price for pump incl. inlet cone, flexib. coupling foundation ring, electric motor and starter DM 1.927.500,-



- 2,-

2) Ad Vididalur and Ad Girmas Project :

Pump type : KSB multi stage pump type
 F 875 - 3650 / 3

Nominal capacity : 1,1 m3/sec
 Nominal head : 80 m
 Number of stage : 3
 Pump efficiency : 84 %
 NPSH required : 7 m
 Nominal speed : 980 1/min
 Power absorbed at P. shaft : 1034 KW
 Recommended drive power : 1150 KW, 50 Hz, 11 KV
 (Squirrel-cage motor)

Medium handled : River water
 Total capacity : 8,6 m3/sec. (8 pumps)

Unit price for pump incl. coupling, mech. seal, electric motor and starter DM 569.900,-

Pls be informed in case the client uses 6,3 KV equipment the price for E-motors will be 20% cheaper than 11 KV motors.

The prices are to be understood FOB German seepport and are valid for 3 months.

Delivery time : 12 months ex works

Hoping that we have serverd you with our budget offer and remain,

Yours faithfully

KSB Aktiengesellschaft
Water Pump Division

Re: Inquiry from _____
 Code _____
 Your inquiry _____
 Our Offer No. _____

Proc. Nr. **010** Sheet No. _____



Date **29.04.93**

Quantity	10	Guide Bearing within Pump:
Pump type	SEZ 1500-1450	Number/Type 2 / KSB-RESIDUR
Number of stages	One	Lubrication: Medium handled
Type of installation	EB	Thrust Bearing:
Control	without	Type Axial self-aligning roller bearing
Rotating assembly	not withdrawable	Arrangement: Drive stool
Direction of rotation (seen from driven end)	clockwise	Lubrication Del
		Couplings within Pump
		Number -
		Type -

Operating Data

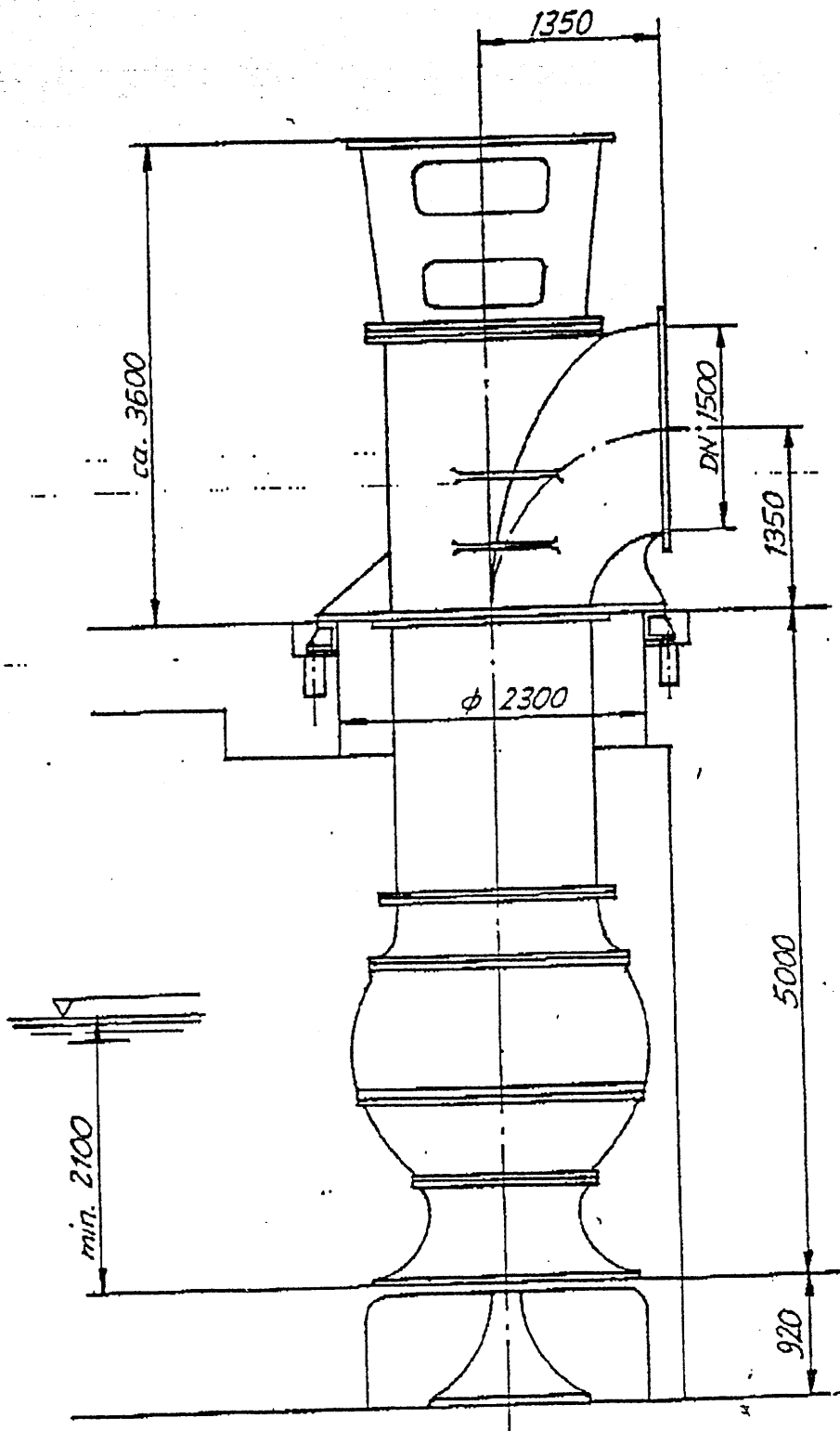
Nom. Capacity	6500 l/s	Power absorbed at Pump Shaft	2267 kW
Geodetic Head	m	Power absorbed at Coupling between	-
Loss in Plant	m	Driver and Gear	- kW
Total Head of Pump	31,65 m	Recommended Drive Power	2500 kW
Internal Pump Losses	0,35 m	Noz. Speed	422 1/min
Stage Head	32 m	Effective Speed	
Shut-off Head	≈ 51 m	Motor-Turbine-Output	kW
Stage Efficiency	90 %	Frequency	50 Cycl.
Pump Efficiency	89 %	Drive	Electric -
Gear Efficiency	- %		Motor
Efficiency of Set	%	Density at PT	1000 kg/m ³
Moment of Gyration	kgm ²	NPSH	
Medium handled	River Water	NPSH Plant	m
Operating Temperature PT	°C	NPSH Pump	7 m

Materials

Casing/Diffuser	GG-20
Impeller	G-CuAl10Ni
Wear Ring (Casing)	G-CuAl10Ni
	Shaft Prot. Sleeve (Stuff Box) 1.4138
Shaft	C-45N
Shaft Prot. Sleeve Brg.	RESIDUR
Bearing Bushes	RESIDUR
Elbow	GG-25
Riser Pipe	GG-20
Drive Steel	St 37-2
Screws/Nuts	B.B/8
Discharge Cover	GG-25
Foundation Ring	GG-20
Inlet Cone	GG-20

Scope of supply:

Pump incl. inlet cone, flexible coupling, foundation ring, Painting INERTOL PORITAR, Performance Test at reduced speed.

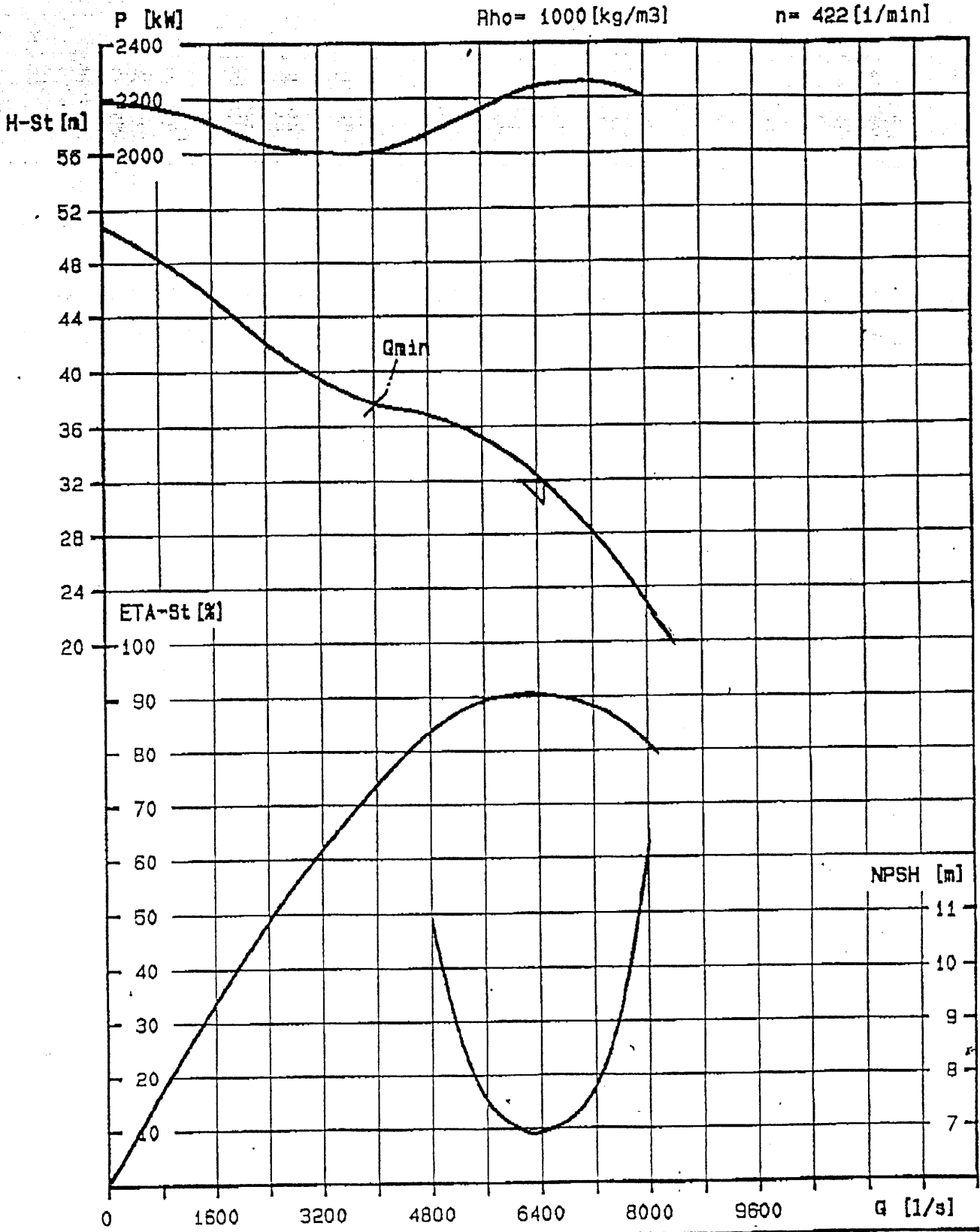


KSB Aktiengesellschaft
 Geschäftsbereich Pumpen
 Umwelttechnik

KSB Pumpen
 Armaturen

Type of pump:
SEZ 1500-1450

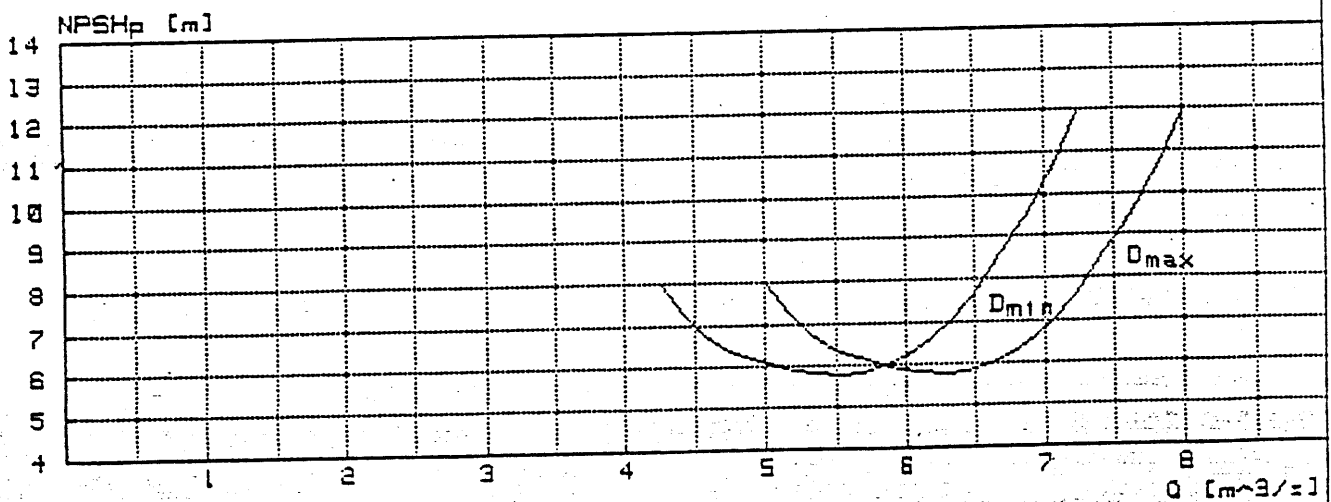
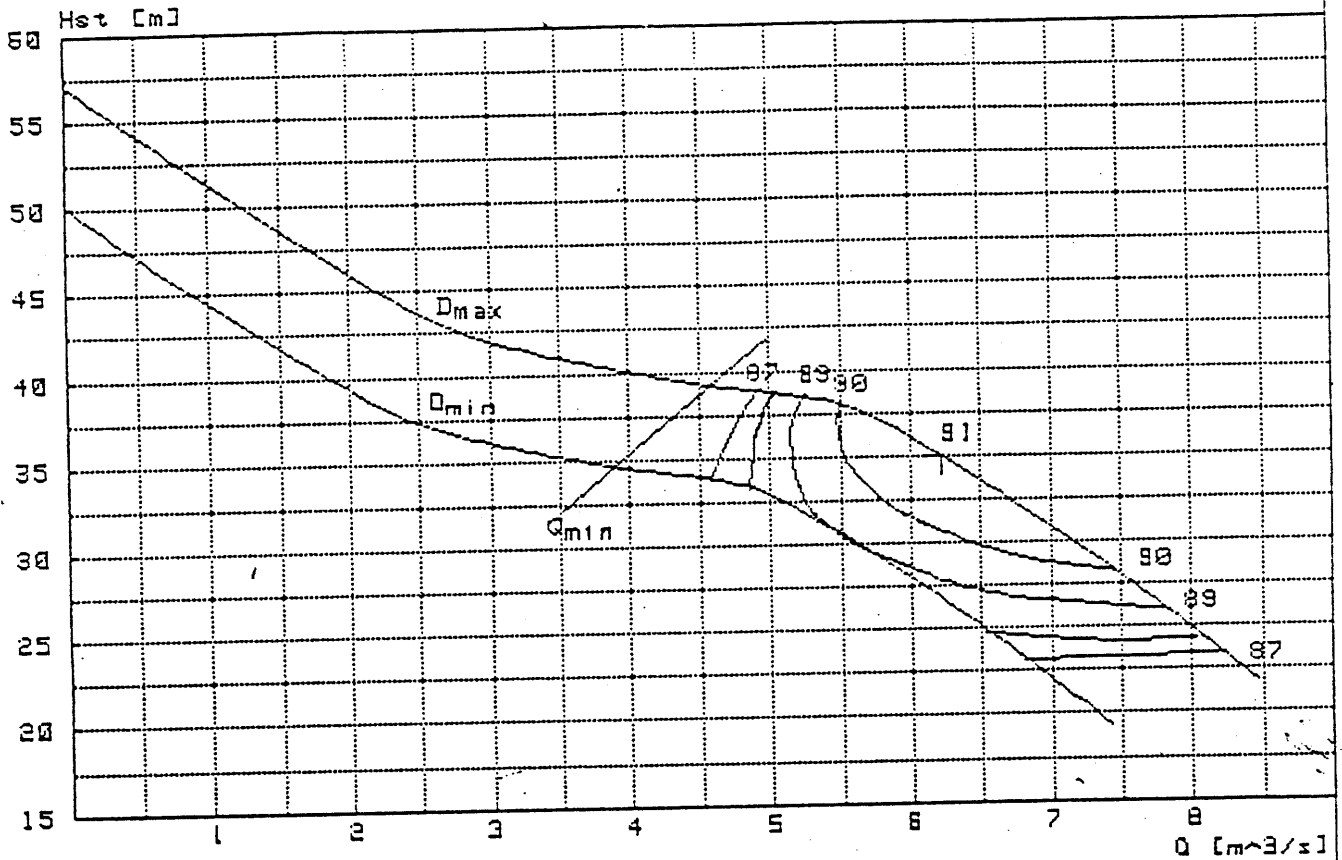
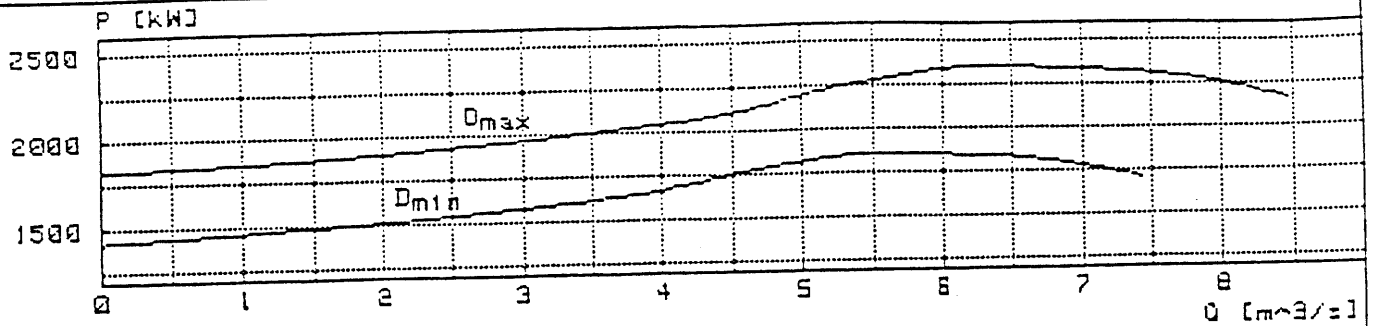
Date: 29.04.93
 Name: Oetjen



SEZ 1500-1450	Impeller code no.	Date	Name
	076.5.1120	29.04.1993	Oetjen
Doc. No. 3038400923	Works No.	Ref.	

Bankkonto: (BLZ 545 000 00) LZB Ludwigshafen/Rhein Nr. 545 073 53 · Post girokonto (BLZ 545 100 67) Ludwigshafen/Rhein Nr. 166-672

KSB Aktiengesellschaft Geschäftsbereich Pumpen Umwelttechnik Werk Bremen, Grunensstraße 104-109	Teletex: +42 201=KSEB Telex: 174 222 201 Fax: (0421) 5 09 62 00 Telefon: (0421) 60 96-0	Sitz Frankfurt Roggbergstr. 1 Ludwigshafen/Rhein HRB 1016	Vorsitzender des Aufsichtsrates: Dr. Wolfgang Kühborn Vorstand: Kilian von der Tann, Dr. Hans Siegmund vom Berge und Herrenroth, Dipl.-Ing. Dieter Born, Michel de Rivière, Dipl.-Ing. Winem Weiss
--	--	--	---



Lauftrad-Z. Nr		Leitr./Geh. Z. Nr		Verkaufs - Kennl.	
Mod. Nr 23074/23075/5		Mod. Nr 23076/23077/14		n. Kennl./Ersatz für	
Lauftrad max Ø 1430 1260		Breite		83-105475-8 u. 83-11172-8	
ab/ausgedr.		Einstellwert		Baureihe/Größe n=475	
Lauftradkennz. 17541-1500/1120		17553-1500		SEZ 1500-1450	
Projekt/Werk-Nr		Datum 22.6.81		Nr	
Kennwort No = 72		Name Müller		81-114688-8	
KSB WERK BREMEN					

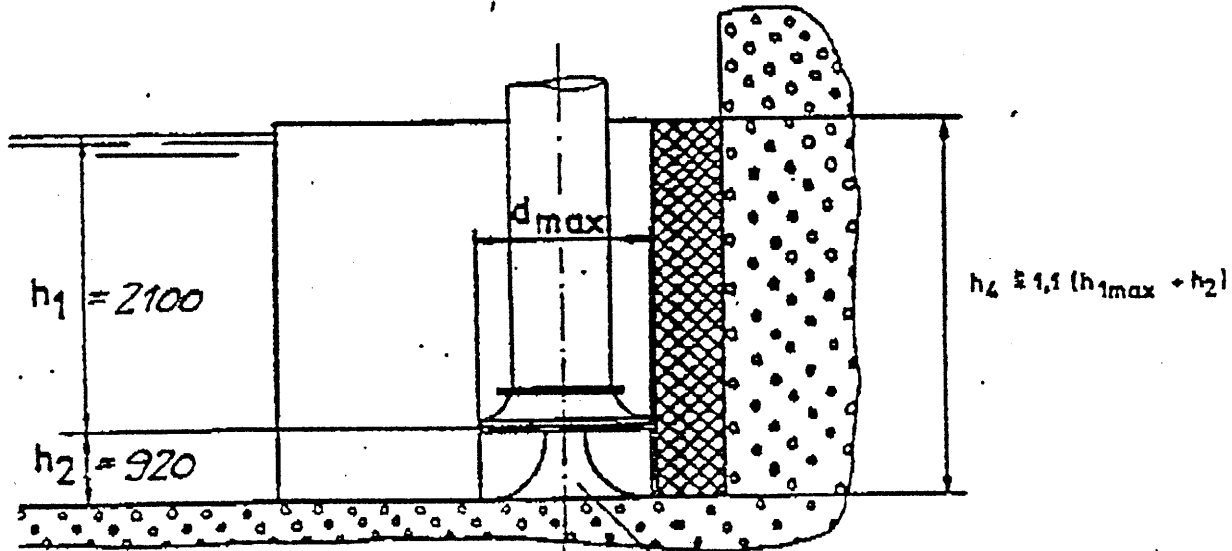
Offene Einlaufkammer
für Naßaufstellung

mit Einlaufkegel und Auskleidung,
achsparellele Zuströmung

Open Intake Chamber
for wet pit installation

with entry cone and lining,
approach flow parallel to axis

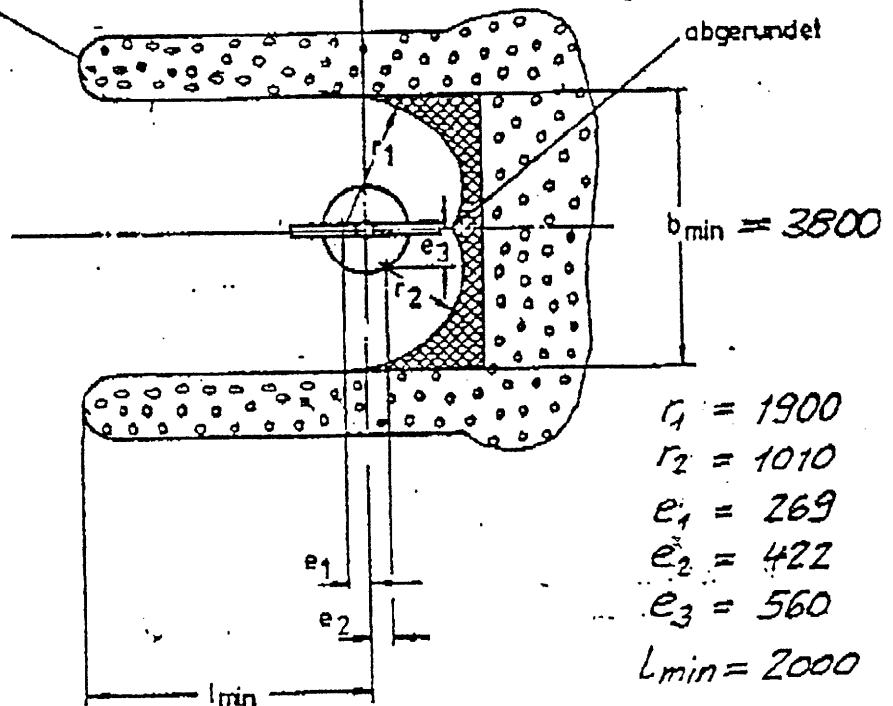
SEZ 1500-1450



Einlaufkegel nach ZN 78, Teil 1

rund oder vieleckig

abgerundet



$r_1 = 1900$

$r_2 = 1010$

$e_1 = 269$

$e_2 = 422$

$e_3 = 560$

$l_{min} = 2000$

Folio n°: _____

le: 21.04.93 par: RDT.

N° _____

CLIENT: _____

customer

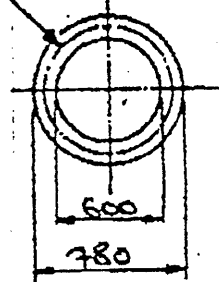
POMPE: F. 875.3650. 3 STAGES
pump

PUMP WEIGHT: 6100 KGS.

BRIDE DE REFOULEMENT

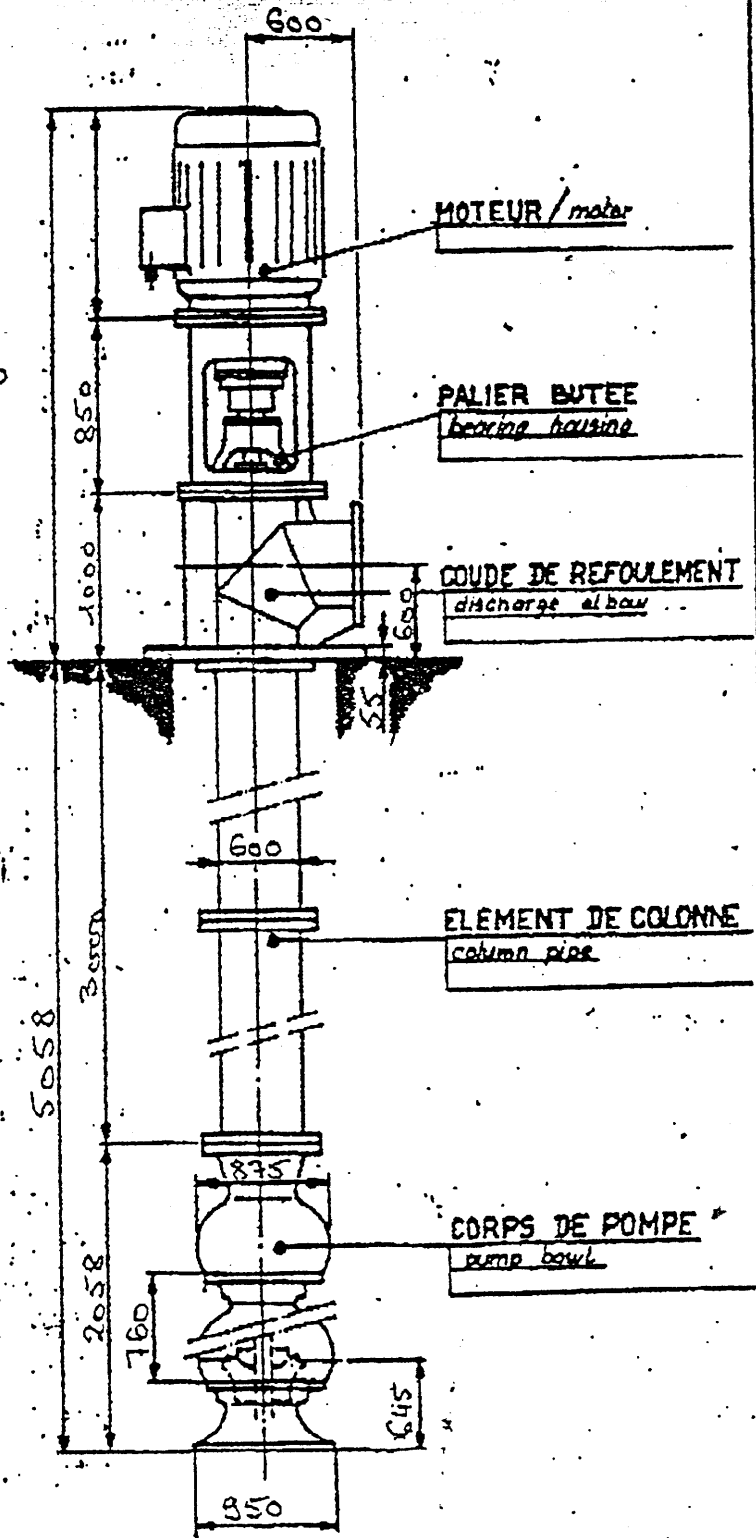
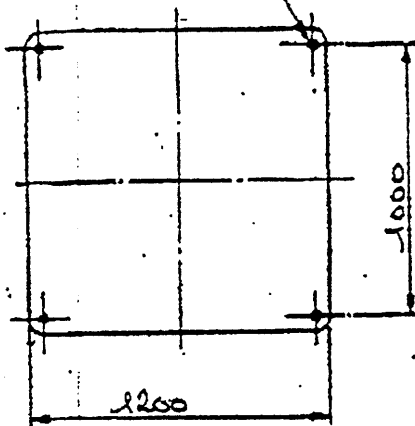
DISCHARGE FLANGE DN 600 ISO PN 10

2 trous $\phi 30 / \phi 725$
holes



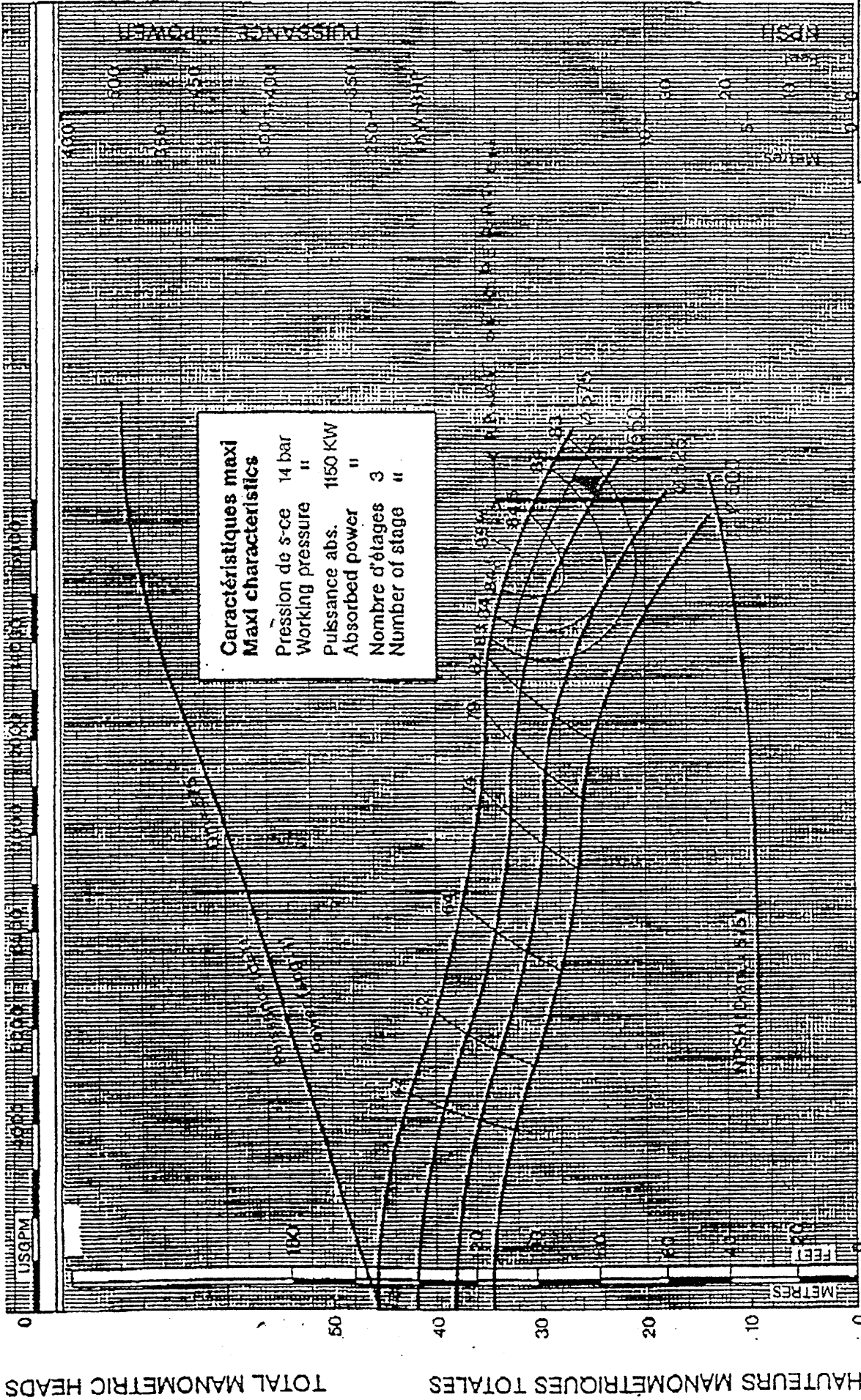
PLAQUE DE BASE

4 trous $\phi 40$
holes



plan/dwg: 629 326

date: 09.88



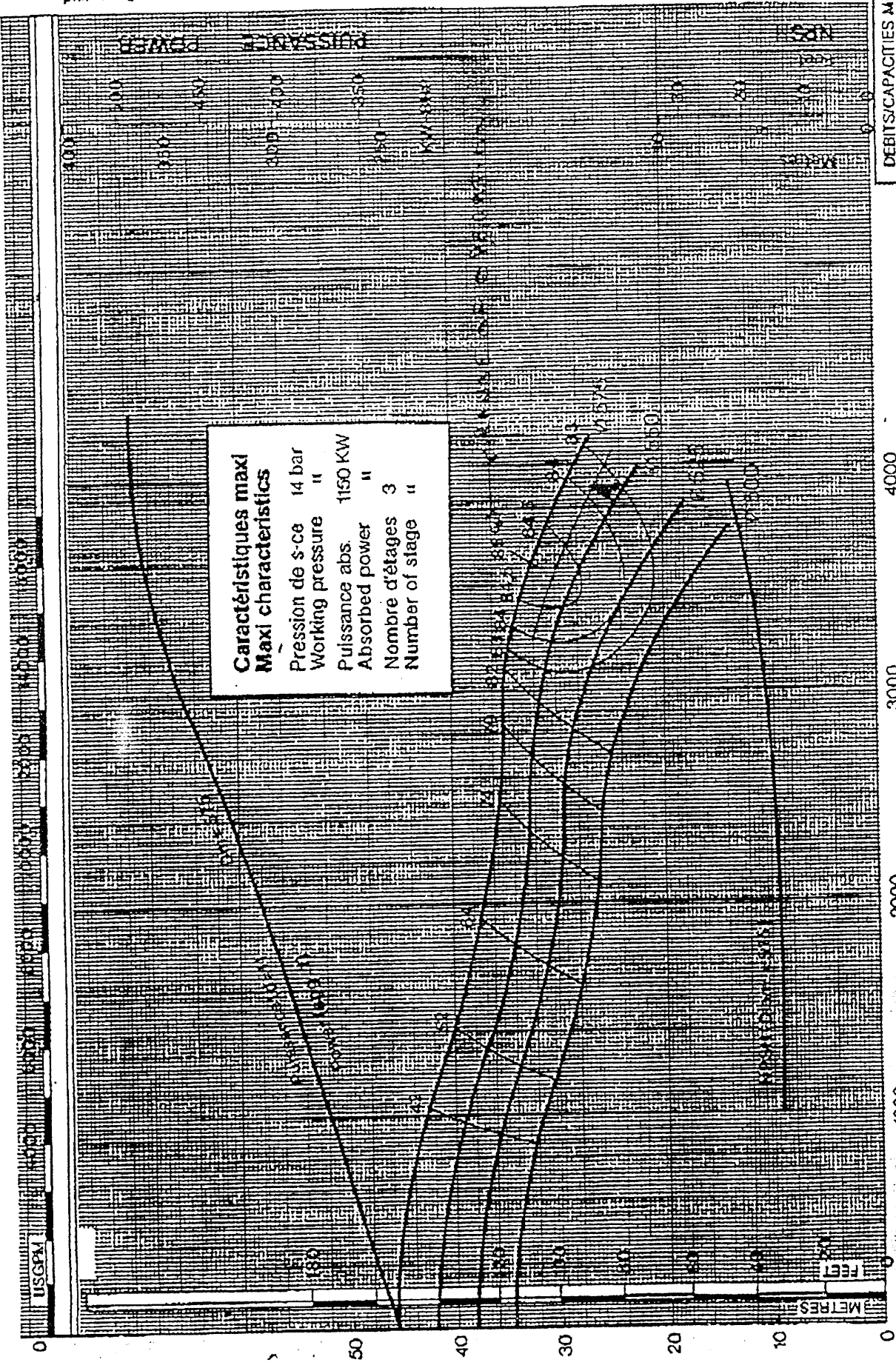
DEBITS/CAPACITES M ³ /h		ESSAIS-TEST		POMPES GUINARD	
4000		05289		NS:73	
3000		DIFFUSEUR - EYE 1582 cm ²		DIFFUSEUR - DIFFUSER mod: 31502	
2000		ROUE-IMPELLER mod: 31601		RPM 980	
1000		CEBILARD - EYE		F 875-3650	
0		1582 cm ²		VIDILADUR	

TOTAL MANOMETRIC HEADS

HAUTEURS MANOMETRIQUES TOTALES

plan/dwg: 629 326

date: 09.88



USGPA		DEBITS/CAPACITES M³/h	
0 50 100 150 200 250 300 350 400		0 1000 2000 3000 4000	
TOTAL MANOMETRIC HEADS		HAUTEURS MANOMETRIQUES TOTALES	
0 10 20 30 40 50		0 10 20 30 40 50	
METERS		FEET	
RPM 980		ROUE-IMPPELLER mod: 31501	
F 875-3650		CELLIARD - EYE 1582 cm²	
NS:73		DIFFUSEUR - DIFFUSER mod: 31 502	
ESSAIS-TEST 06289		EFFICACITE EFFICIENCY -2% + 5% RENDIMENTS + 4% EFFICIENCY -2 points	
POMPE GUNARD		GRIMSA	

VIÐAUKI II - B

Tilboð frá Adolf Bjarnasyni



THYSSEN MASCHINENBAU GMBH
WERK WITTEN-ANNEN · RUHRPUMPEN

Thyssen Maschinenbau GmbH · Postfach 6320 · D-5870 Witten 8

Adolf Bjarnason
Wholesale - Commission Agent
Mr. Adolf Bjarnason
Hafnahvöll, V/Tryggvagotu

121 Reykjavik
Iceland

Your reference	Your letter of	Our reference	Direct line (0 23 02) 6 61 - 537	Telefax (0 23 02) 6 61 - 399	Witten-Annen 2. April 1993
----------------	----------------	---------------	--	------------------------------------	-------------------------------

Storage Pumps for Orkustofnun
Iceland Energy Authority
Your fax of 16.03.93

Dear Mr. Bjarnason

We thank you very much for your above fax and now have pleasure to submit herewith our additional quotation for mixed flow pump TR. For the commercial details please refer to our main quotation.

Scope of supply:

Vertical mixed flow pump TR 1400/6/1260 and TR 1200/8/1150x2 each with:

- pump with packing (mechanical seal possible),
- electric motor with coupling,
- foundation ring,
- material certificates as per suppliers standard,
- performance and hydrostatic test.

The length of the pump depends on the requirements on site.



Technical Description:

1. Efri-Thjorsa

Total installed capacity	Total flow	Flow	Head
MW	m ³ /s	m ³ /s	m
276	79,2	60-90	32-20

Pump type: TR 1400/6/1260

For this plant we have selected a configuration of 10 to 15 pumps operating in parallel. Each of the pump has a capacity of 6m³/s. The head can vary between the requested head of 32-20m as required. The pump is operating at an efficiency of approximately 90% with an installed motor power between P = 1350kW and P = 2350kW per pump depending on the differential head.

As an example we have added the curve of this pump operating at best efficiency between 25-32m. It is no problem to build the same pump a different impeller to have the same efficiency for the head requirements between 20-25m.

2. Hraunavirkjun Vididalur and Grimsa/Fossa

Total installed capacity	Total flow	Flow	Head
MW	m ³ /s	m ³ /s	m
295	47	4,4 8,6	80 79

Pump type: TR 1200/8/1150x2

For this two plants we have selected a configuration of 1 pump for Hraunavirkjun Vididalur and 2 pumps for Grimsa/Fossa operating in parallel. All 3 pumps are of the same type and size.

This mixed flow pump is a 2 stage type.



Prices and weights:

		Weight per pump without motor kg
Pump type TR1400/6/1260 price per unit in DM	700.000,-	18.800,-
Price for 15 pumps	10.500.000,-	
Pump type TR1200/8/1150x2 price per unit in DM	900.000,-	18.400,-
Price for 3 pumps	2.700.000,-	

Please take all further details from the attached information.

If you require any further information do not hesitate to contact us.

Best regards

Thyssen Maschinenbau GmbH
Ruhrpumpen

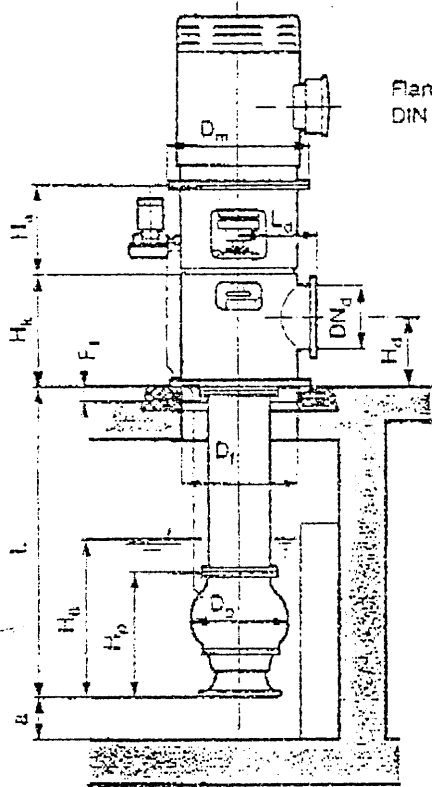
19.



THYSSEN MASCHINENBAU GMBH
Werk Witten-Annen · Ruhrpumpen

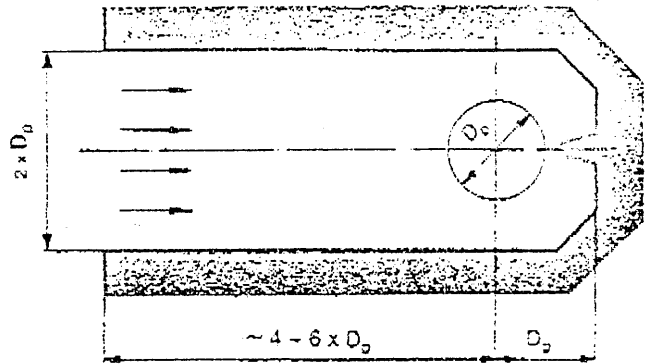
Unit Dimensions

(Dimensions in mm)

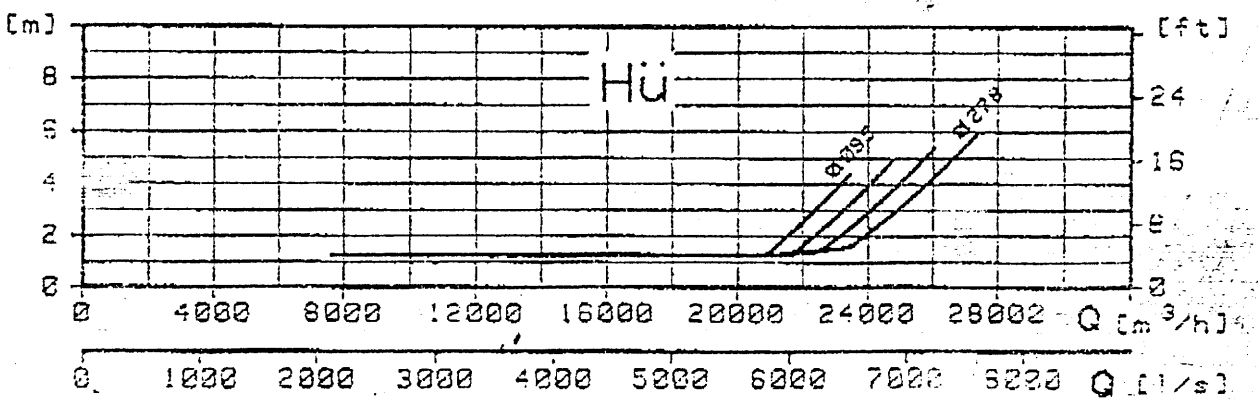
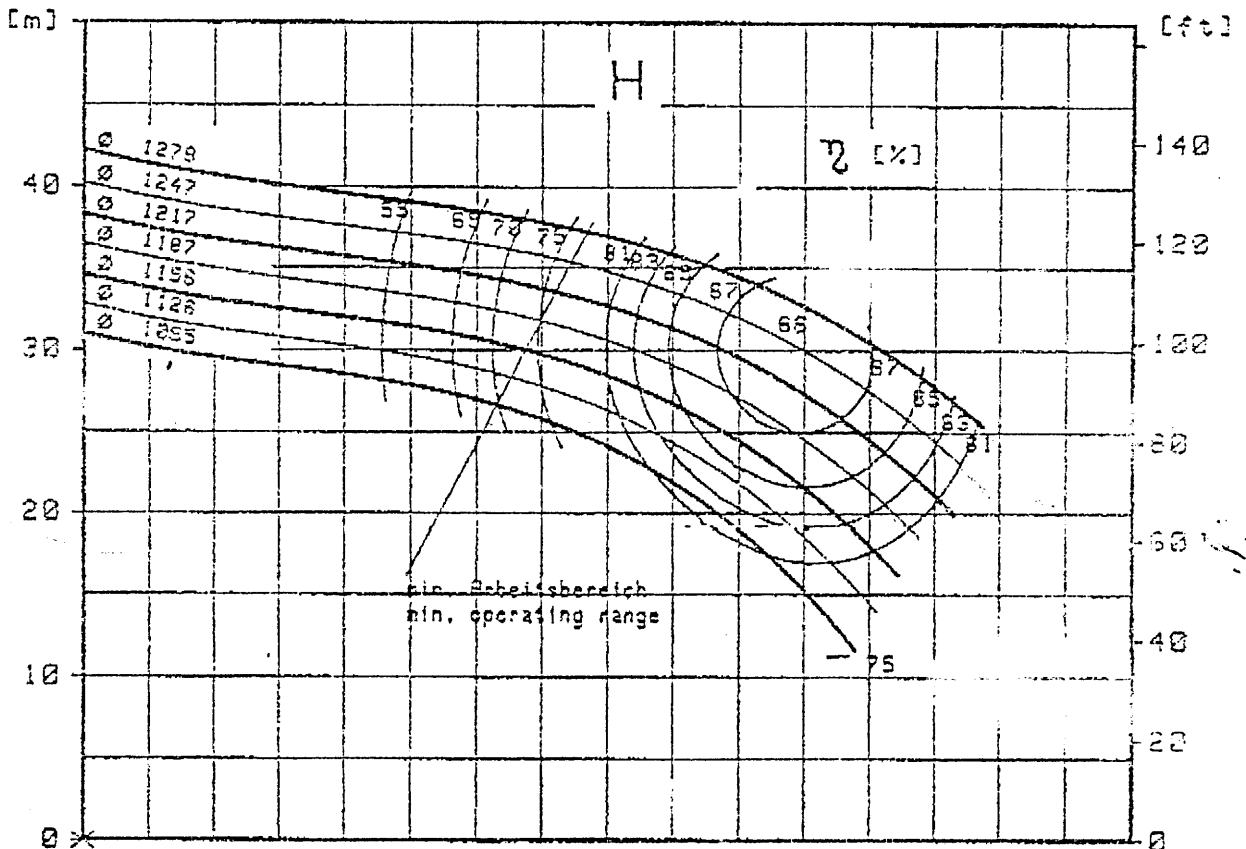
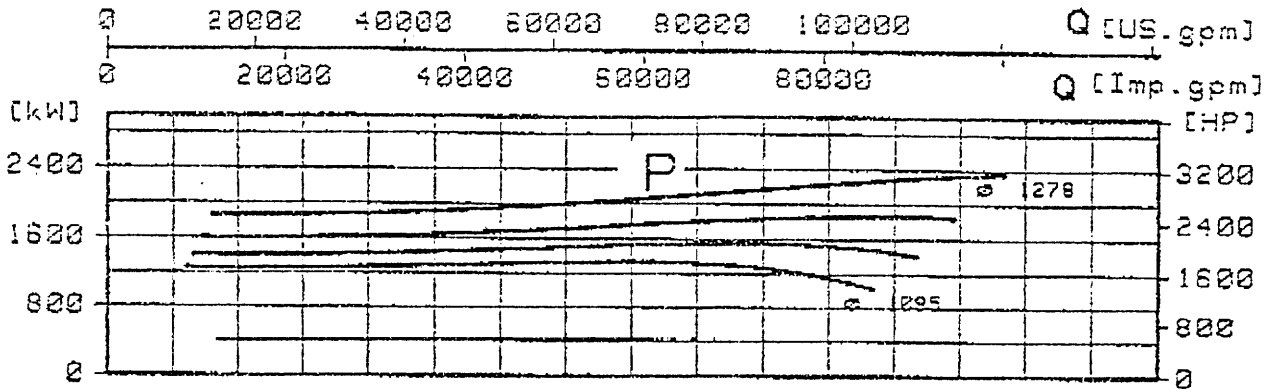


Flange connecting sizes acc. to
DIN 2501 / ISO 2084 / PN 10

Dimensions suction chamber
(Proposal)



Size TR	D_p	H_p	a	DN_c	L_c	H_c	$D_1 \phi$	H_k	F_1	H_2
1400 / 4 / 1150	2320	3100	950	1400	1400	1500	2600	2350	160	1000
1400 / 5 / 1150	2320	3100								
1400 / 6 / 1260	2130	2800	950	1400	1400	1500	2300	2350	160	1000
1400 / 7 / 1370	2150	2600								
1400 / 8 / 1370	2370	2700	950	1400	1400	1500	2600	2350	160	1100

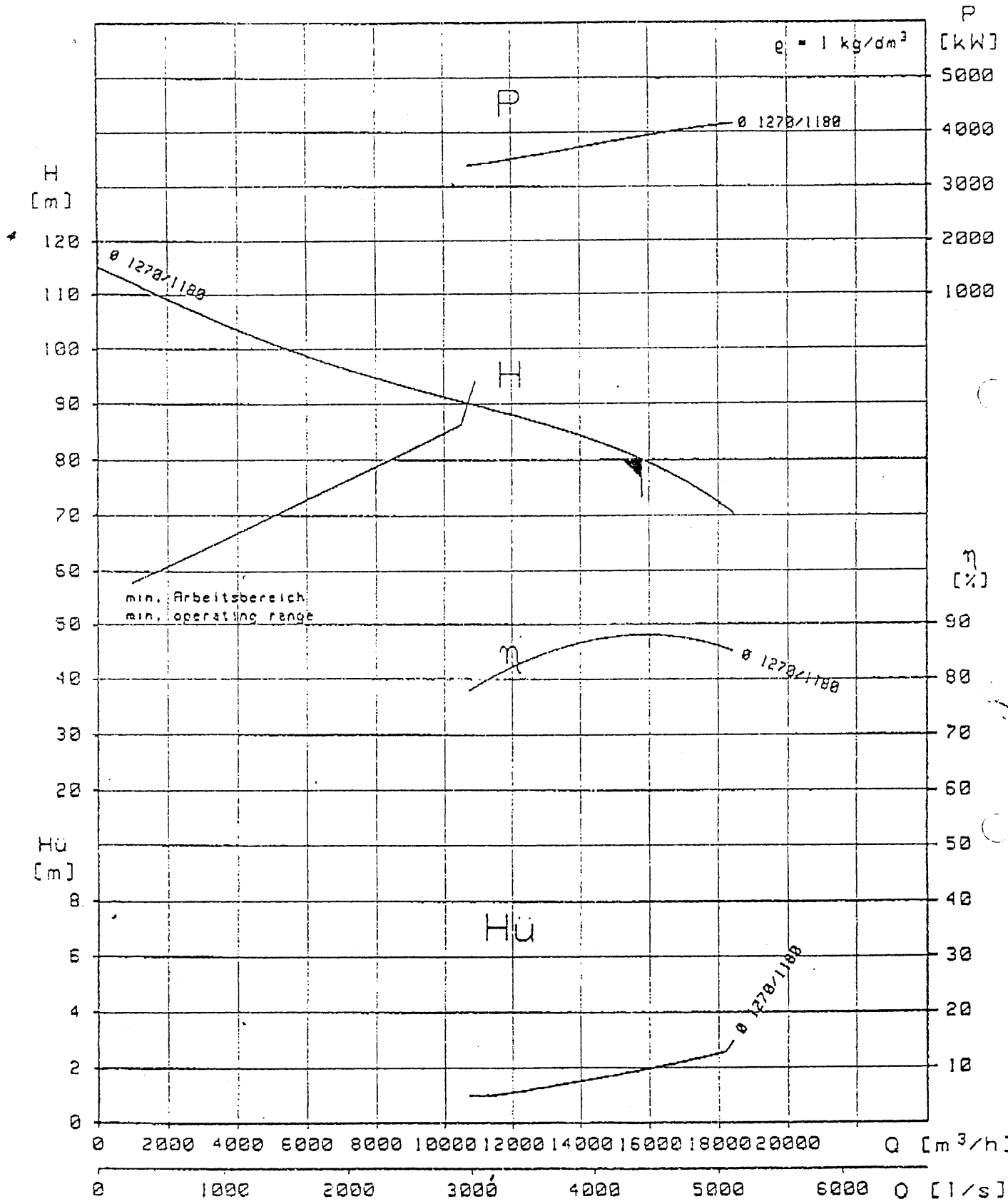


Alle Pumpenkurven gelten für Wasser bei $t=20^\circ C$
Konstruktionsänderungen vorbehalten

All pump curves are valid for water at $t=20^\circ C$
Design subject to alteration

LR 7 1047; off.G 7 10472.00
Ds=1250 mm Dssa=1733 mm

77.1/1.0-3.6 7.11.98 S: OKH 100 1278 mm
3972/9799



Alle Pumpenkurven gelten für Wasser bei $t=20^\circ\text{C}$
Konstruktionsänderungen vorbehalten

All pump curves are valid for water at $t=20^\circ\text{C}$
Design subject to alteration

Laufz. geschl.

31 Mar 1993
Leiffow

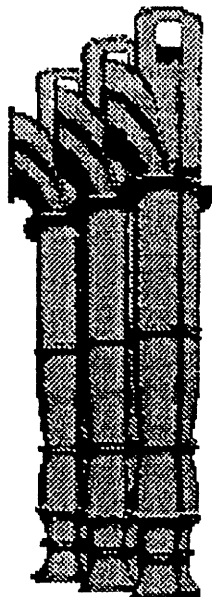
64.7/1-3.42
3337/9555
OK 74285

VIÐAUKI II - C

Tilboð frá Dælum hf



PATTERSON PUMP COMPANY
A Subsidiary of The Gorman Rupp Company
P.O. Box 790, Ayersville Road
Toccoa, Georgia 30577
Phone: (706) 886-2101
Fax: (706) 886-0023



PROPOSAL FOR:

Daehur HF
Iceland Energy Authority
Orkustofnun



SUBSIDIARY OF THE GORMAN-RUPP CO.

P.O. BOX 780
TOCCOA, GEORGIA 30577

QUOTATION

Phone (404) 888-2101
FAX (404) 888-0023

ATTN: MR SEFOR L. JONSSON

September 15, 1993
Quote # 9/15/93CP1

REF: Iceland Energy Authority
Budget Quote

DABLUR HF
ATTN: Thorstein Hjaltason
FAX: 011/954/1/444-23

WE ACKNOWLEDGE RECEIPT OF YOUR INQUIRY

AND ARE PLEASED TO QUOTE AS FOLLOWS:

QUANTITY	DESCRIPTION	PRICE
	200,000 GPM @ 40 FT.	
	6-Patterson Model 80" SAFV vertical mixed flow pump with 20 linear feet of 84" discharge column, 84" discharge elbow, gear stand, 90° gear (6:1) and 5500 HP motor. (The motor is squirrel cage induction, 1800 RPM, 6600 Volt, 3 PH, 50 HZ, and NPI enclosure).	
	BUDGET PRICE.....	\$3,280,000.00 TOTAL
	ALTERNATE: Same as above with vertical hollow shaft motor mounted directly to pump (squirrel cage induction, 300 HP, 6600 Volt, 3 PH, 60 HZ, and NPI enclosure).	
	BUDGET PRICE.....	\$ _____ TOTAL

cc: Randall Jarrett

LEAD TIME: 42-46 weeks after release to production.,
LOCATION: Toccoa, Ga.

THIS QUOTATION IS SUBJECT TO THE TERMS AND CONDITIONS OF THE FACE AND ATTACHED HERETO STANDARD TERMS AND CONDITIONS.

PATTERSON PUMP COMPANY
A Subsidiary of The Gorman-Rupp Company

BY
Charles Poole, Product Manager



May 3, 1993

TO: Daelur HF

ATTN: Thorsteinn Hjaltason

RE: Iceland Energy Authority
(Orkustofnun)

Gentlemen:

Patterson is pleased to offer our best selection for this job.

DESIGN FLOW RANGE: 158,500 GPM to 237,750 GPM
104 ft. to 66 ft.

SELECTION: Patterson Model 80 SAFV single stage mixed flow pump with 84" fabricated steel column, 84" fabricated steel discharge elbow, motor stand and 5,000 HP vertical hollow shaft motor (WPI enclosure).

At this time our proposal only addresses the pump. We have contacted several major motor manufacturers requesting design data, dimensions, and budget pricing. All have requested the following:

1. Estimated time of use (continuous, etc.).
2. Enclosure (WPI).
3. Voltage
4. Motor design (synchronous, induction).

We have asked the motor vendors to outline their preferred design features.

We estimate the weight of our pump to be 90,000 lbs. each.

Thank you for this opportunity to work with you on this job. If we can provide any additional information, please call.

Regards,

PATTERSON PUMP COMPANY

Charles Poole
Product Manager



PATERSON PUMP COMPANY
A SUBSIDIARY OF THE GORMAN-RUPP CO.

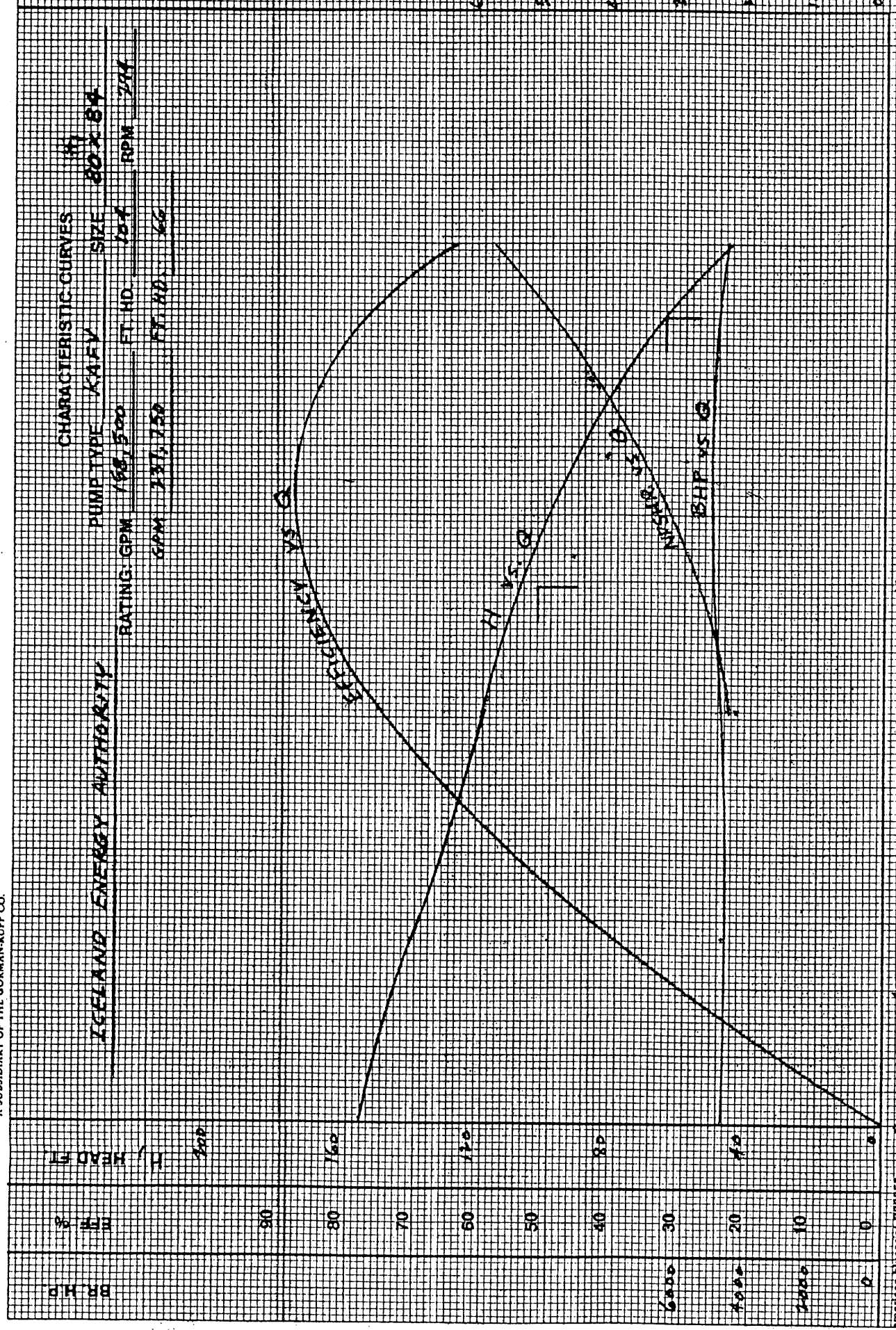
CURVE NO. _____

REF.

(2)

CHARACTERISTIC CURVES
PUMP TYPE KAFV SIZE 80 X 84
RATING: GPM 150, 200 FT. HD. 104 RPM 294
GPM 247, 250 FT. HD. 66

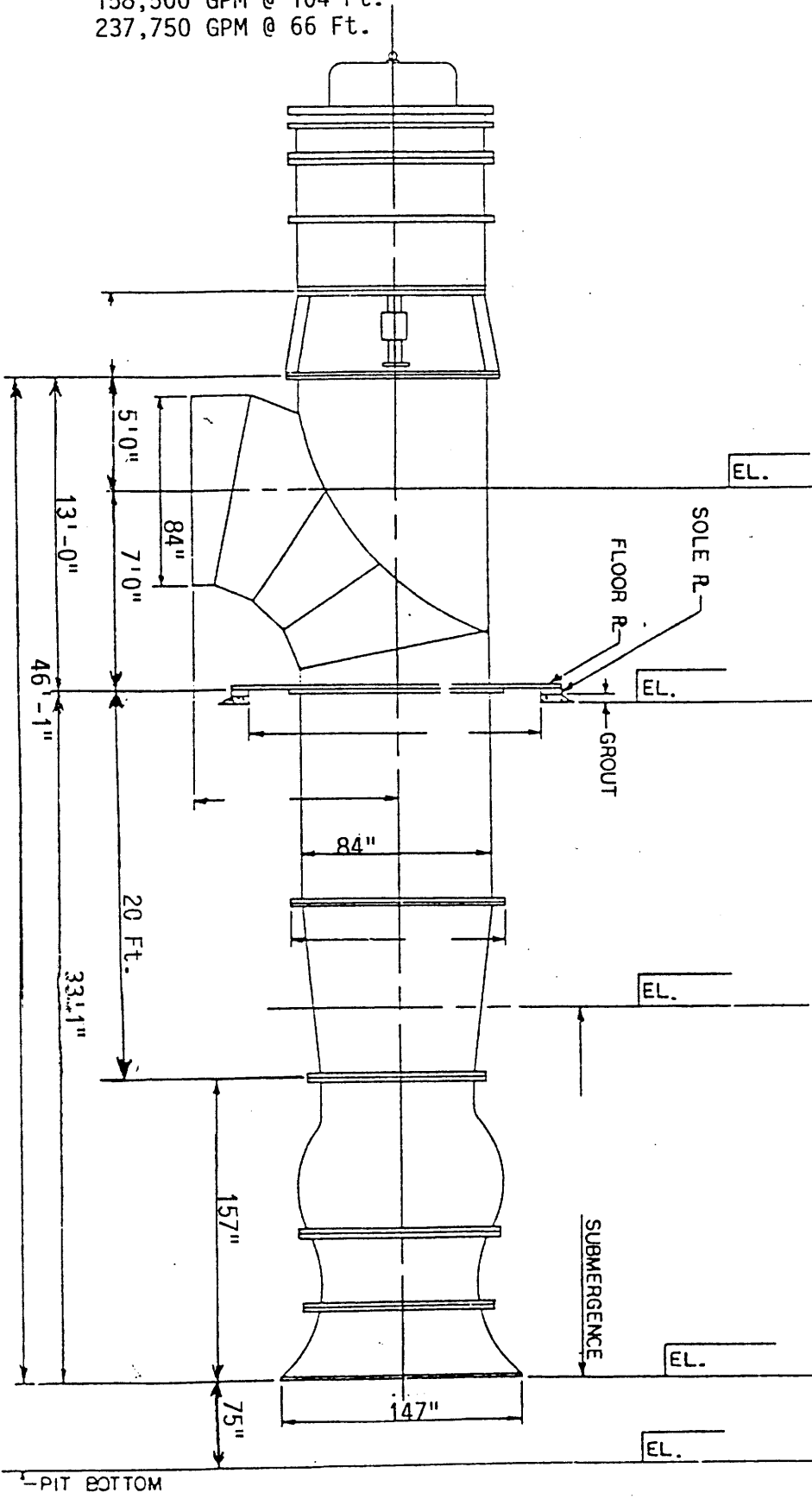
ISLAND ENERGY AUTHORITY



Paterson Blueprint 332658

Q, U.S. GALLONS PER MINUTE / 1000

ICELAND ENERGY AUTHORITY
 Preliminary Outline Dimension
 158,500 GPM @ 104 Ft.
 237,750 GPM @ 66 Ft.



SCALE	NONE	CHKD.		PATTERSON PUMP DIVISION	PATT. NO.	PART
DATE		APPRVD.				
DRAWN		MAT.		OUTLINE DIMENSIONS FOR 80" x 84" TYPE SAFV PUMP		

PATTERSON
 PATTERSON PUMP COMPANY
 Toccoa, Georgia, 30577
 (706) 886-2101
 A subsidiary of The Gorman-Rupp Co.

**PATTERSON MIXED FLOW PUMP
STANDARD MATERIAL LIST
GREASE LUBRICATED**

NO.	PART	MATERIAL
1	SUCTION BELL	CAST IRON ASTM A48-CLASS 30
2	SUCTION BELL BEARING	BRONZE ASTM B-584 CA 932
3	SUCTION BELL SEAL	NITRILE
4	SAND CAP	BRONZE ASTM B-148 CA 954
5	IMPELLER THRUST RING	S.S. ASTM A-276 TYPE 304
6	IMPELLER	BRONZE ASTM B-148 CA 954
7	IMPELLER KEY	S.S. ASTM A-276 TYPE 304
8	DIFFUSER	CAST IRON ASTM A-48 CLASS 30
9	BOWL SHAFT	S.S. ASTM A-276 TYPE 410
10	DIFFUSER BRG. HOUSING SEAL	NITRILE
11	DIFFUSER BEARING HOUSING	CAST IRON ASTM A-48 CLASS 30
12	DIFFUSER BEARING	BRONZE ASTM B-584 CA 932
13	COVER PIPE ADAPTER	DUCTIL IRON ASTM A-536 CL.65-45-12
14	COVER PIPE	STEEL ASTM A-106
15	COLUMN PIPE	STEEL ASTM A-36
16	LINE SHAFT	STEEL AISI-C1045
17	BEARING HOUSING	DUCTIL IRON ASTM A-536 CL.65-45-12
18	INTERMEDIATE BEARING	BRONZE ASTM B-584 CA 932
19	LINE SHAFT COUPLING	STEEL AISI C-1045
23	DISCHARGE ELBOW WITH BASE	STEEL A-36
30	IMPELLER HOUSING	CAST IRON A-48 CLASS 30
31	SUCTION BELL SEAL RETAINER	BRONZE B-148 CA 954



March 22, 1993

TO: DAELUR HF

REF: Iceland Energy Authority

PUMP DATA SHEET

158,500 GPM @ 104 ft. (10CMS @ 32 M)

237,750 GPM @ 66 ft. (15CMS @ 20 M)

88% BEP bowl efficiency

Patterson Model 80 x 84 KAFV

80" Pump

84" discharge column and elbow

Max HP= 5200 HP

294 RPM Pump

VIÐAUKI II - D

Tilboð frá Agli Kristjánssyni

EGILL KRISTJÁNSSON

WHOLESALE MERCHANT · COMMISSION AGENT

TELEGRAPHIC ADDRESS: *AGLI*

P. O. BOX ~~832~~ 1477.
REYKJAVIK
ICELAND

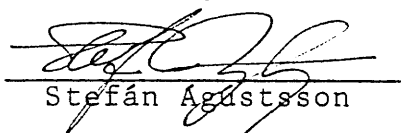
3. Febrúar 1993.

Hr. Sæþór Jónsson,
Orkustofnun,
Grensásveg 9.
Reykjavík.

Þjóðum yður eftirfarandi með tilvísun til fyrirspurnar
yðar:

5 stage model 34DK suitable for 1200 l/s at TDH 90 m.
running at 735 RPM with efficiency 77% requiring 1845
BHP at condition point. Pump with 20 ft. of column pipe
size 24" x 3-7/16" water lubricated design and steel
discharge head model FR 24 motor 2000 HP, WP-I enclosure
3 phase, 50 Hertz, 6600 volts. The unit price will be
\$ 205.000.- F.O.B. factories USA."

Með kveðju,
Egill Kristjánsson h.f.


Stefán Agústsson

VIÐAUKI II - E

Tilboð frá Hitaval sf

Hitaval sf

SÍÐUMÚLI 12
PÓSTHÓLF 8190

128 REYKJAVÍK

SÍMI: 91-677854
MYNDRITI: 91-680592
KT. 660888-1529

MYNDRIT

MYNDRITI: 688896
TIL: Orkustofnunar
b.i. Sæþórs L. Jónssonar

DAGS. 1/2 1993
SÍÐUFJÖLDI: 2

(PORSÍÐA MÆTTALIN)

FRÁ: Árna Gunnarssyni

TILVÍSUN:

MÁLEFNI: OS - 93/1

SÆPÓR,

Samkvæmt ósk þinni sendum við ykkur tilboð í viðmiðunarverð (budgetary price) fyrir neðangreindar kaldvatnsdætur frá Floway.

20000 GPM @ 295' TDH 0750 RPM

O.A.L. 17'-4-3/8"
Pumpage WATER
Sp. Gr. 1
Temperature AMBIENT
Product PUMP

Each unit will consist of:

1 - 4 STAGE 38FKH/N PRODUCT LUBE BOWL ASSEMBLY, WITH DYNAMICALLY BALANCED IMPELLERS, TOP 3 STAGES HYD. BALANCED, LOW NPSH 1ST STAGE, MATERIAL- CAST IRON BOWLS, BRONZE IMPELLERS AND BEARINGS.

5 FT. - 3-15/16" X 24" PRODUCT LUBE COLUMN ASSEMBLY, WITH 416 SS SHAFING.
- 3-15/16" SLEEVED LINESHAFT COUPLING.

1 - 24" X 55" TYPE FR DISCHARGE HEAD, WITH PACKING BOX.
- #6000 FLANGED ADJUSTABLE COUPLING.

1 - 2000 HP motor, GE
3/50/3300 volt, VSS, NRR, WD-1, 0750 RPM, 1 S.F. :
CLASS F INSULATION.
25000 LBS. AIR COOLED THRUST BEARINGS.

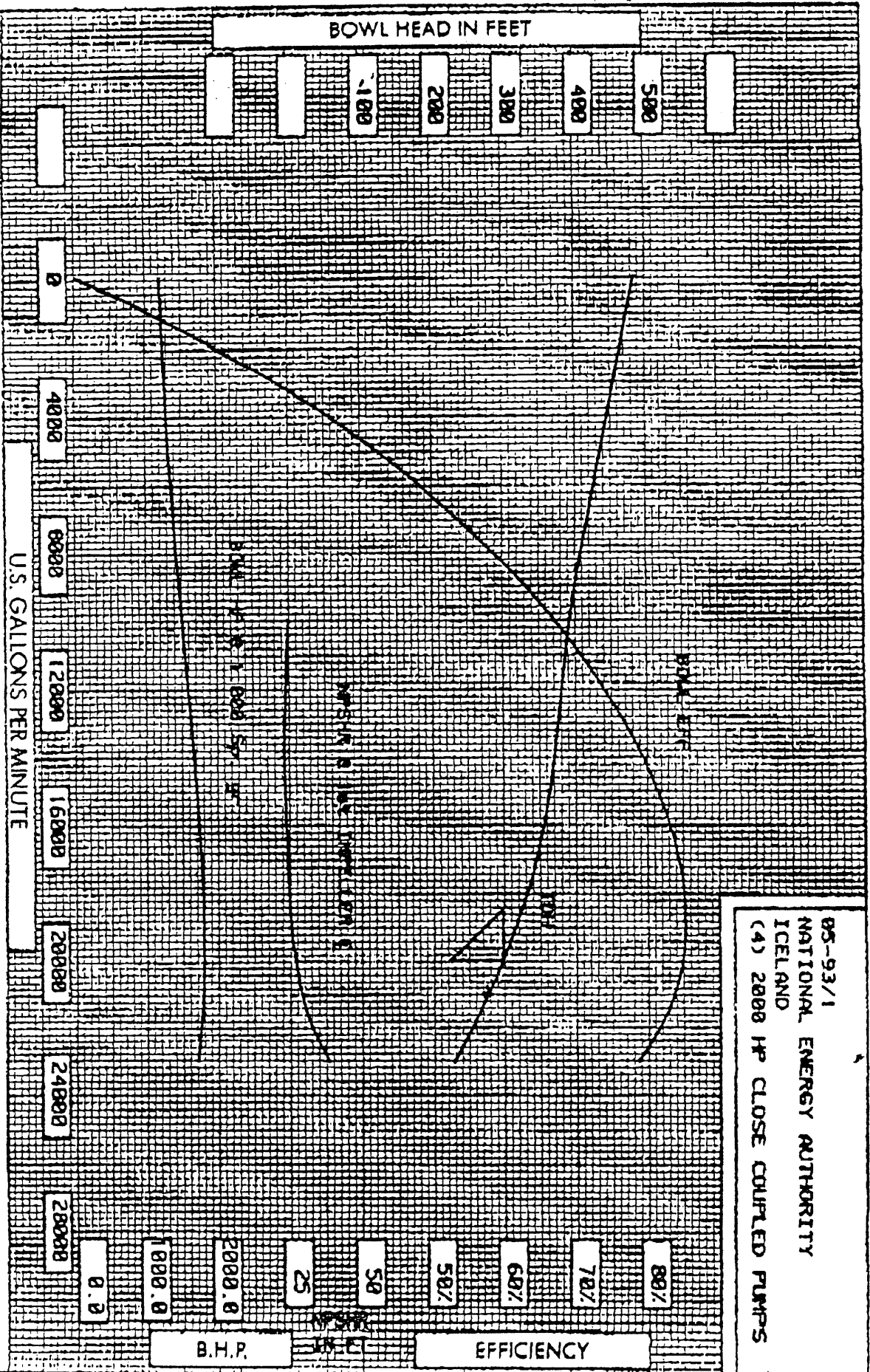
NON REVERSE RATCHET.
120 VOLT SPACE HEATERS.
THERMISTORS WITH RELAY.
STEADY BUSHING.

EXPORT BOXING.

Heildar einingaverð FOB Norfolk án hafnargjalda \$ 219 867.-

Ef hraðastýring verður notuð til að stýra mótornum þá bætist við ofangreint verð \$ 13 177.-

Virðingarfyllt f.h. Hitavals SF
Árni Gunnarsson.



HITRAUL SF

DWG. NO. 03-05-013-1



TYPE 38 FKH/N

NO. OF STAGES 4

R.P.M. 740

PUMP SERIAL NO.

DWN. BY GPS/SHDATE 26-Jan-93

05-93/1
 NATIONAL ENERGY AUTHORITY
 ICELAND
 (4) 2000 HP CLOSE COUPLED PUMPS

VIÐAUKI II - F

Tilboð frá Mitsubishi



MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

CENTRAL POST OFFICE
BOX NO. 10, TOKYO
CABLE ADDRESS:
HISHIJI TOKYO

5-1, MARUNOUCHI 2 CHOME, CHIYODA-KU
TOKYO, JAPAN

TELEPHONES:
TOKYO (212) 3111
TELEX: J22282
J22443

8th Oct. 1993

MEP-056

ORKUSTOFNUN
Grensasvegur 9
IS-108 Reykyavik
Iceland

354-1-688896

Att: Mr. Sæþor L. Jónsson

Sub: Pumps for three hydroelectric power plant

Dear sir,

Concerning your FAX of 20th Sep. 1993, we would like to send pump performance curve for four type pumps as attached. We have sent a clear copy of pump performance curve and our products catalogues by OCS today. As for the burget price, we would like to inform you by 14th Oct. 1993.

Yours faithfully

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Kei Koeda

for K Ishii, Manager, Pump Section
Environmental Systems Department

TEL: 03-3212-9621

FAX: 03-3212-9847



MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

CENTRAL POST OFFICE
BOX NO. 10, TOKYO
CABLE ADDRESS:
MISHIJI TOKYO

5-1, MARUNOUCHI 2 CHOME, CHIYODA-KU
TOKYO, JAPAN

TELEPHONES:
TOKYO (212) 3111
TELEX: J22282
J22443

8th Oct. 1993

MEP-056

ORKUSTOFNUN
Grensasvegur 9
IS-108 Reykyavik
Iceland

357-1-688896

Att: Mr. Sæþor L. Jónsson

Sub: Pumps for three hydroelectric power plant

Dear sir,
Concerning your FAX of 20th Sep. 1993, we would like to send
pump performance curve for four type pumps as attached.
We have sent a clear copy of pump performance curve and our
products catalogues by OCS today.
As for the burget price, we would like to inform you by
14th Oct. 1993.

Yours faithfully

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Kei Koeda

for K Ishii, Manager, Pump Section
Environmental Systems Department

TEL: 03-3212-9621
FAX: 03-3212-9847

NATIONAL ENERGY AUTHORITY.

PUMP PERFORMANCE CURVE.

CONTENT		REMARKS	PURCHASER	ORDER No.	DATE	WATER TREATMENT DEPARTMENT PUMP PLANT DESIGNING SECTION MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES TAKASAGO MACHINERY WORKS		
DESCRIPTION	4 PAGE			ITEM No.	REFERENCE			
FIGURE	- SHEET			N. E. A	82-73732		5th Oct. '93	APPROVED BY [Signature]
TOTAL	5						M. H	CHECKED BY [Signature]
								DESIGNED BY PUMP PLANT DESIGNING SECTION DRAWN BY ISSUED BY DATE
COPY FOR				DRAWING No.	REV.No.			
				67.E-4601	R-0			

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. TAKASAGO MACHINERY WORKS

図面 2.A4 1-22 89.6改

報告 三 通知 通知 通知 通知 通知 通知

93年10月08日(金) 11:13 宛先 00013541688896

PC2

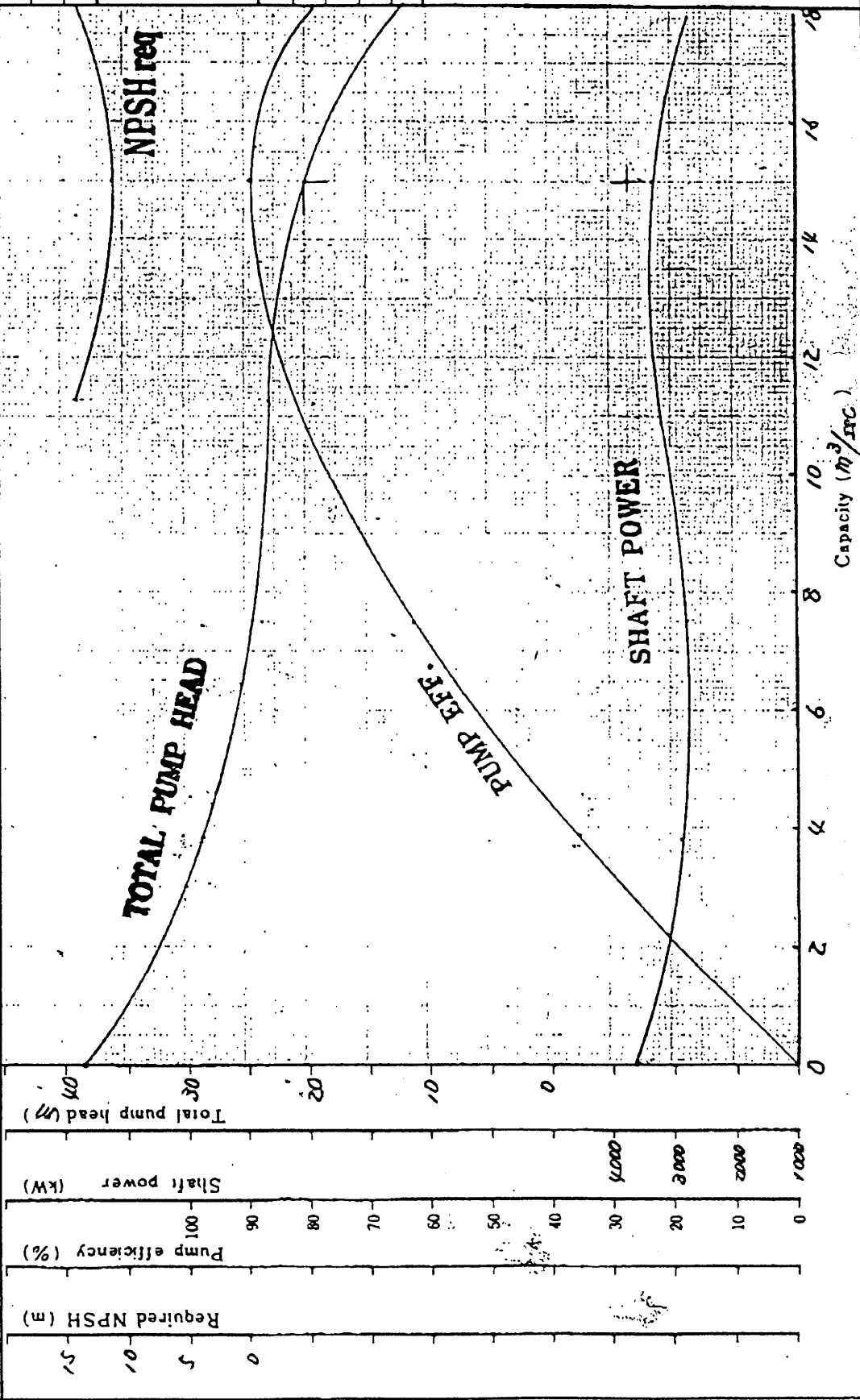
PUMP PERFORMANCE CURVE (EXPECTED. SHOP TEST. FIELD TEST)

Customer		Plant		Item No.		Service		Order No.	
National Energy Authority		Ad Etri-Thyasa project							
Liquid		Specific gravity		Capacity		Total pump head		Pump type and size	
Water from		—		10 m ³ /sec		32 m		MKV-200 Vertical mixed flow	
Diver draining		Shaft power		Available/Required NPSH		Speed of rotation		Nominal size of pump	
		3605 kW		m/l.e.p		428 rpm		Suct. — Disch. \varnothing 2000 mm	
Pump efficiency		Driver output		NPSH		NPSH req		Date of made	
87 %		4000 kW		m/l.e.p		NPSH req		Tested by	
								Date of test	
								Witnessed by	
								Serial No.	
								Pump	

The graph plots performance metrics against Capacity (m³/sec) on the x-axis (0 to 14). The y-axis has three scales: Total pump head (m) from 0 to 60, Shaft power (kW) from 0 to 4000, and Pump efficiency (%) from 0 to 100. The Total Pump Head curve starts at 60 m at 0 capacity and decreases to approximately 15 m at 14 m³/sec. The Pump Eff. curve starts at 0% at 0 capacity and increases to about 85% at 14 m³/sec. The Shaft Power curve starts at 0 kW at 0 capacity and increases to about 3600 kW at 14 m³/sec. The Required NPSH curve starts at 0 m at 0 capacity and increases to about 10 m at 14 m³/sec. The NPSH req curve is a horizontal line at approximately 10 m.

PUMP PERFORMANCE CURVE (EXPECTED - SHOP TEST - FIELD TEST)

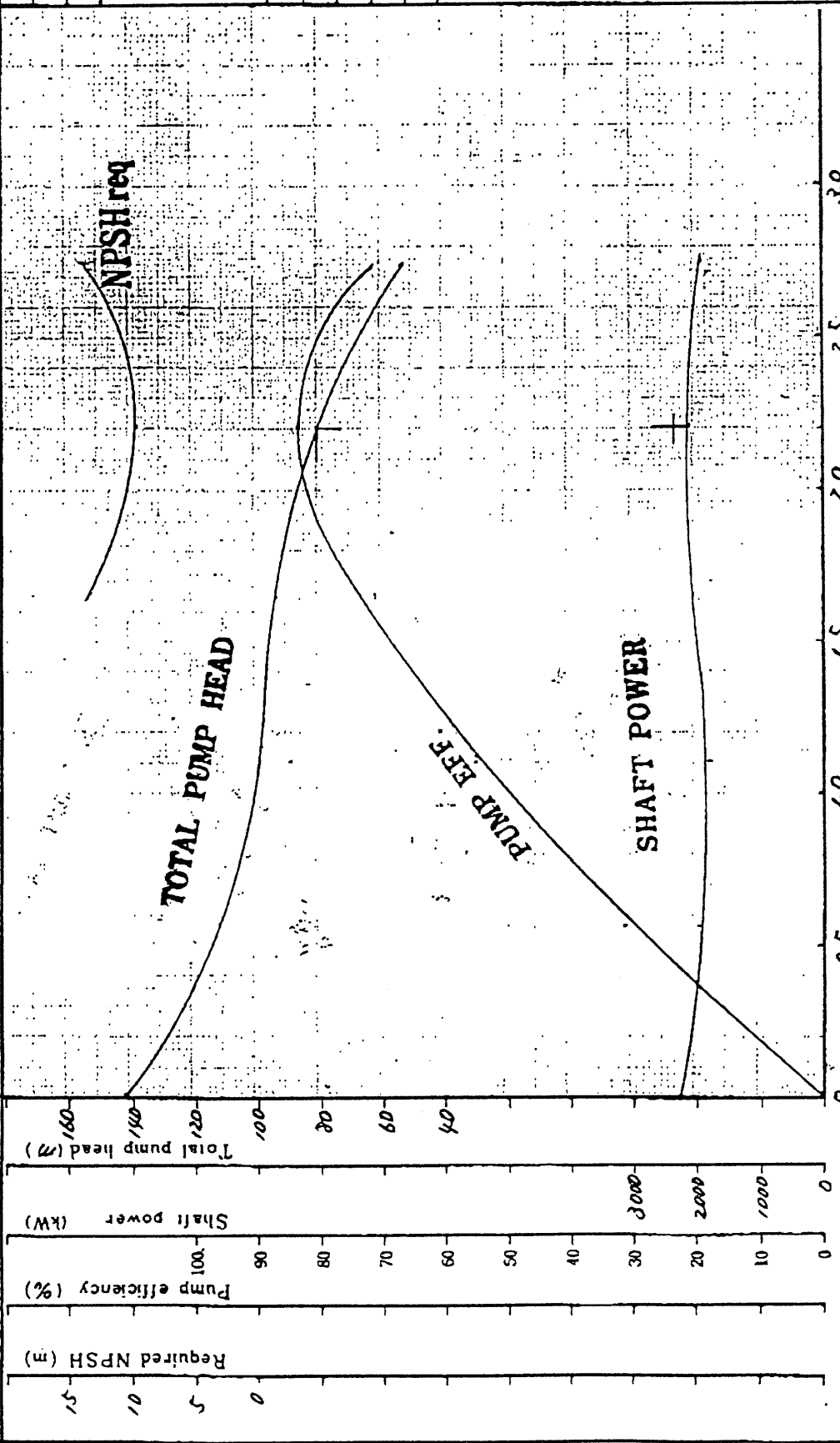
Customer <i>National Energy Authority</i>	Plant <i>Ed. Etri - Thiersa Project.</i>	Item No. _____	Service _____	Order No. _____
Liquid <i>Water from River draining</i>	Temperature _____	Capacity <i>15 m³/sec</i>	Total pump head <i>20 m</i>	Dept. _____
Pump efficiency <i>89 %</i>	Specific gravity _____	Available/Required NPSH <i>m / 10.9 m</i>	Speed of rotation <i>333 rpm</i>	Approved by _____
	Viscosity _____	Driver output <i>3700 kW</i>	Dischl. ^{at} <i>2500 m³/min</i>	Checked by _____
	Shaft power <i>3300 kW</i>		Suct. _____	Designed by _____
				Date of made _____
				Tested by _____
				Date of test _____
				Witnessed by _____
				Serial No. _____
				Pump _____



44

PUMP PERFORMANCE CURVE (EXPECTED. ~~SHOP TEST FIELD TEST~~)

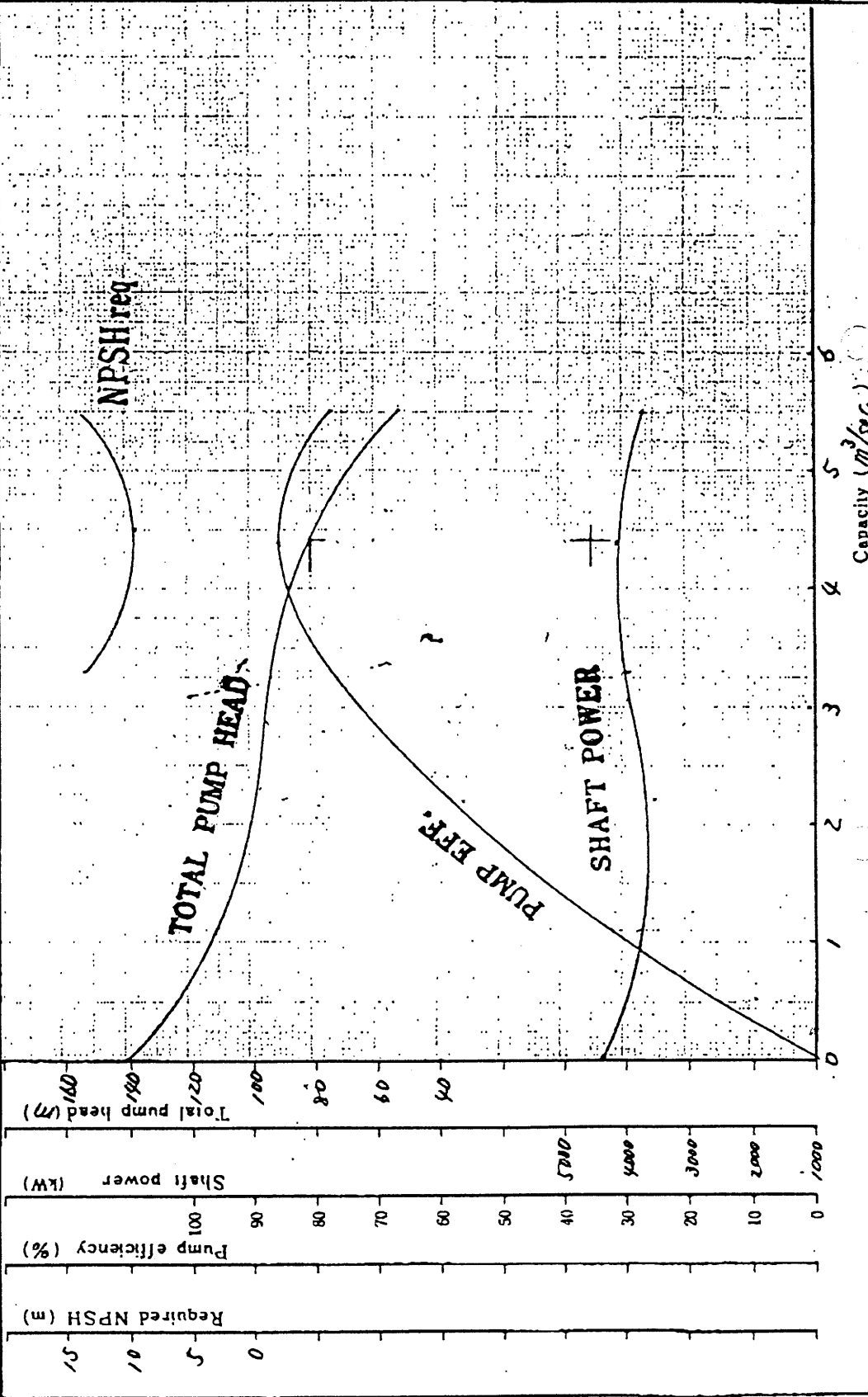
Customer		Plant		Item No.		Service		Order No.	
National Energy Authority		ad Vididalar Project							
Liquid	Temperature	Specific gravity	Viscosity	Capacity	Total pump head	Pump type and size		Dept.	Secl.
Water from river draining				2.2 m ³ /sec	80 m	MKV-100- B Vertical mixed flow		Approved by	
	Pump efficiency	Shaft power	Driver output	Available/Required NPSH m/g.l m	Speed of rotation	Nominal size of pump		Checked by	
	83 %	2078 kW	2300 kW		250 rpm	Suct. Diach. ϕ 1000 mm		Designed by	
								Date of made	
								Tested by	
								Date of test	
								Witnessed by	
								Serial No.	
								Pump	



3/4

PUMP PERFORMANCE CURVE (EXPECTED. SHOP TEST. FIELD TEST)

Customer			Plant			Service			Order No.		
Medisons Energy Authority			<i>ad Vididalar project</i>								
Liquid	Temperature	Specific gravity	Viscosity	Capacity	Total pump head	Pump type and size			Dept.	Sect.	
	85 %	—	—	4.4 m ³ /sec	80 m	MKV-125 - <i>Vertical mixed flow</i>					
	Pump efficiency			Available/Required NPSH	Speed of rotation	Nominal size of pump			Approved by	Date of made	
85 %			m / 9.1 m	500 rpm	Disch. \varnothing 350mm			Checked by			
Pump efficiency (%)			Required NPSH (m)	Driver output				Designed by	Tested, by		Date of test
Pump efficiency (%)			Required NPSH (m)	4500 kW				Witnessed by			
Pump efficiency (%)			Required NPSH (m)	4058 kW				Serial No.			
Pump efficiency (%)			Required NPSH (m)	—				Pump			
Pump efficiency (%)			Required NPSH (m)	—							
Pump efficiency (%)			Required NPSH (m)	—							



4/4

6/6

FORM 11 28 1 1 7

33404000 (E) 11:17 00:00:00