

T.S.D.A

I. PENDAHULUAN

1. Maksud penulisan buku ini
2. Latar belakang pengembangan sumber daya air
3. Mengapa diperlukan TSDA
4. Unsur-unsur pokok pengembangan sumber daya air
5. Sumber daya air dan siklus hidrologi
6. Angin dan iklim Indonesia
7. Suhu dan gerakan udara naik
8. Mekanisme kenaikan udara
9. Angin laut dan angin darat
10. Angin pegunungan dan angin lembah

II. HUJAN & ALIRAN

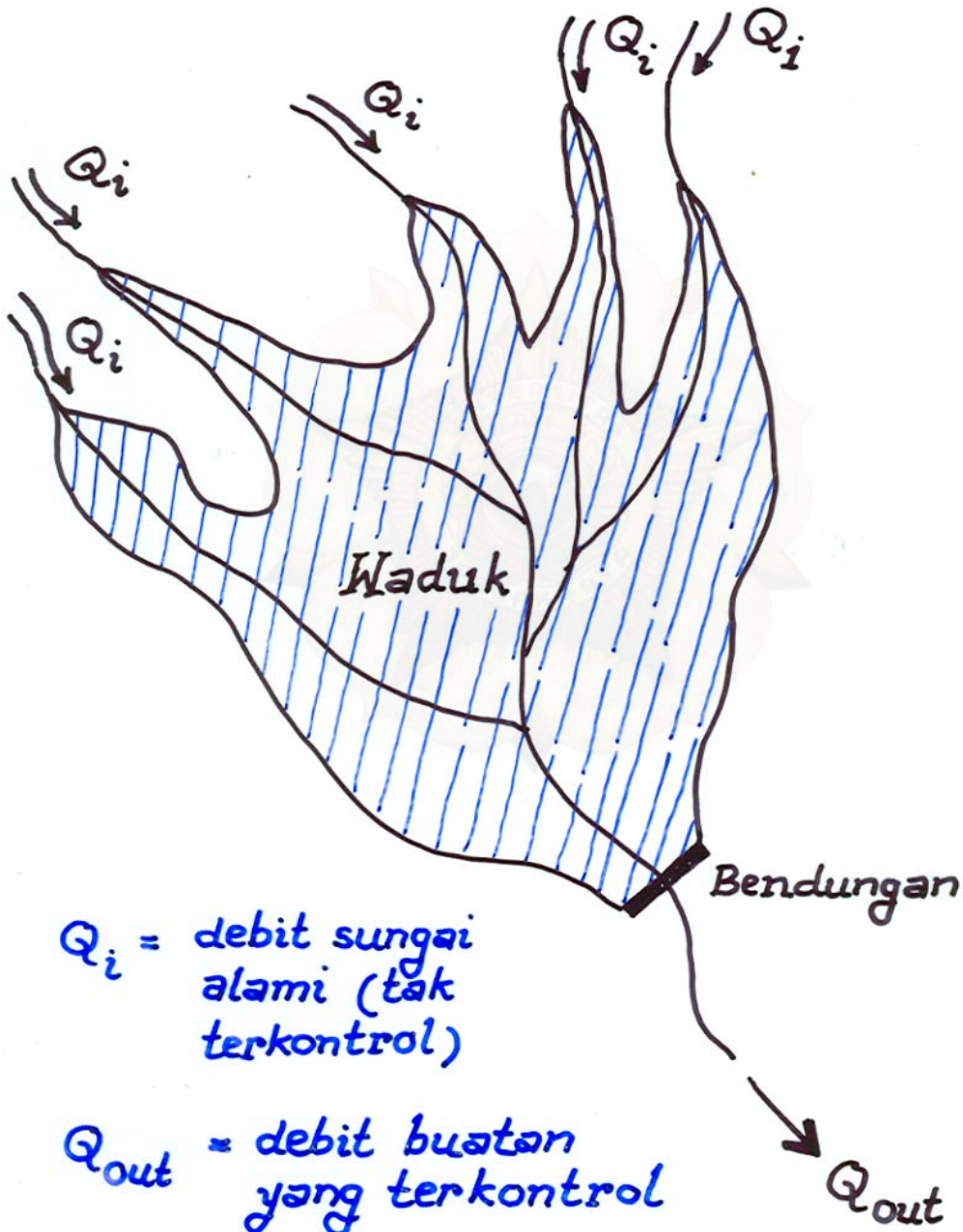
1. Hujan
2. Menghitung rerata tebal hujan
3. Durasi dan intensitas hujan
4. Aliran air dalam DAS akibat hujan
5. Karakter hidrograf
6. Proporsi air hujan menjadi berbagai bentuk
7. Rumus rasional
8. Hidrograf satuan

Bab II di atas tidak dijelaskan pada kuliah TSDA karena akan diajarkan pada kuliah

HIDROLOGI I.

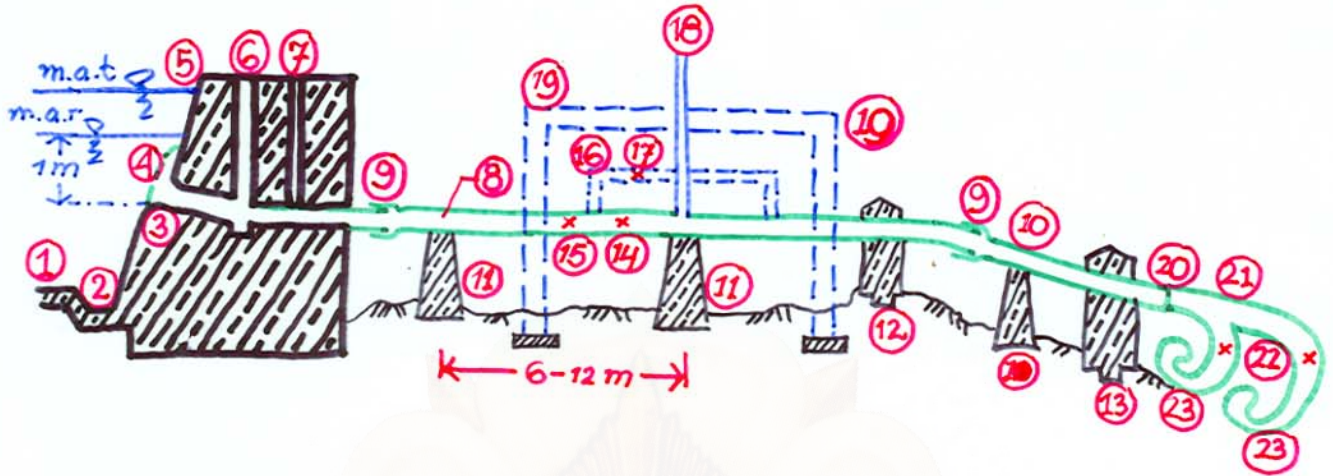
III. WADUK

Fungsi waduk : menampung air untuk dapat digunakan secara sistimatis/ terencana

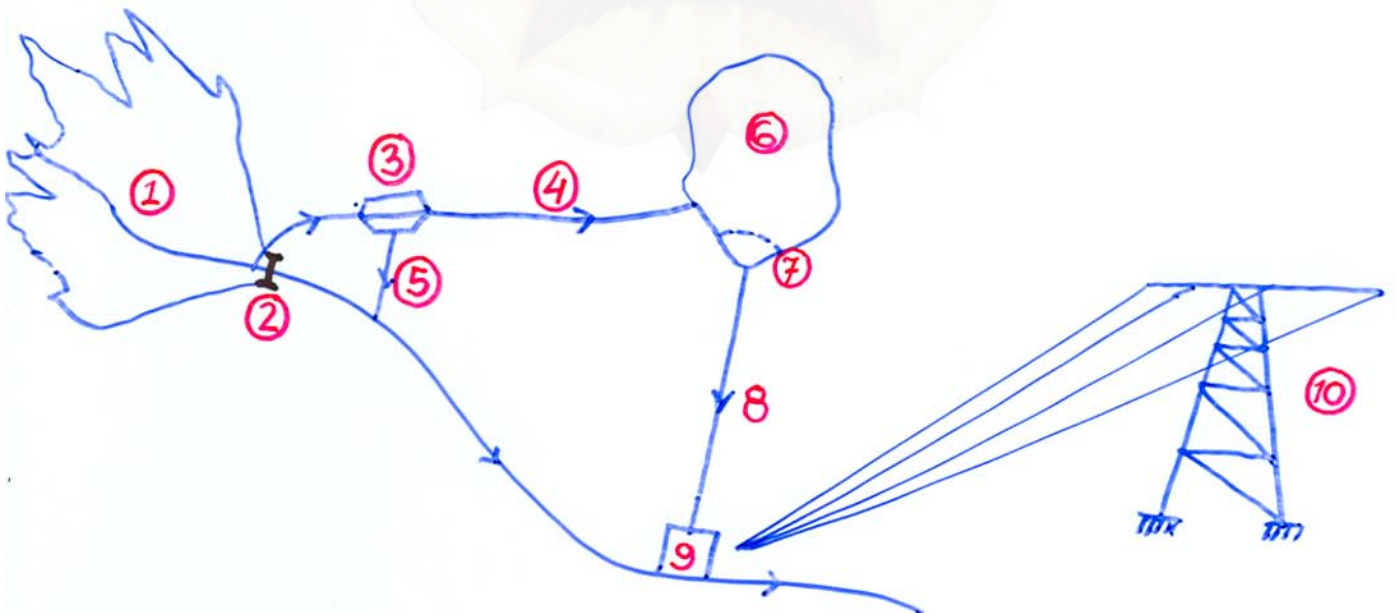


Bagian dari

Pipa pesat



BTA



3.1. Perencanaan Waduk

» Perlu data : a. sekunder
b. primer

» Kelayakan : a. teknis
b. ekonomis
c. sosial

● Kelayakan teknis :

- lokasi : bendungan pendek
isi tampungan memadai
- konstruksi : geologi, mekanika tanah,
kekuatan bahan, stabilitas
- hidrologis : berapa isi tampungan yang
diperlukan
- sedimentasi : pengaruh endapan pasir
dan lumpur thd umur ekonomis
waduk.

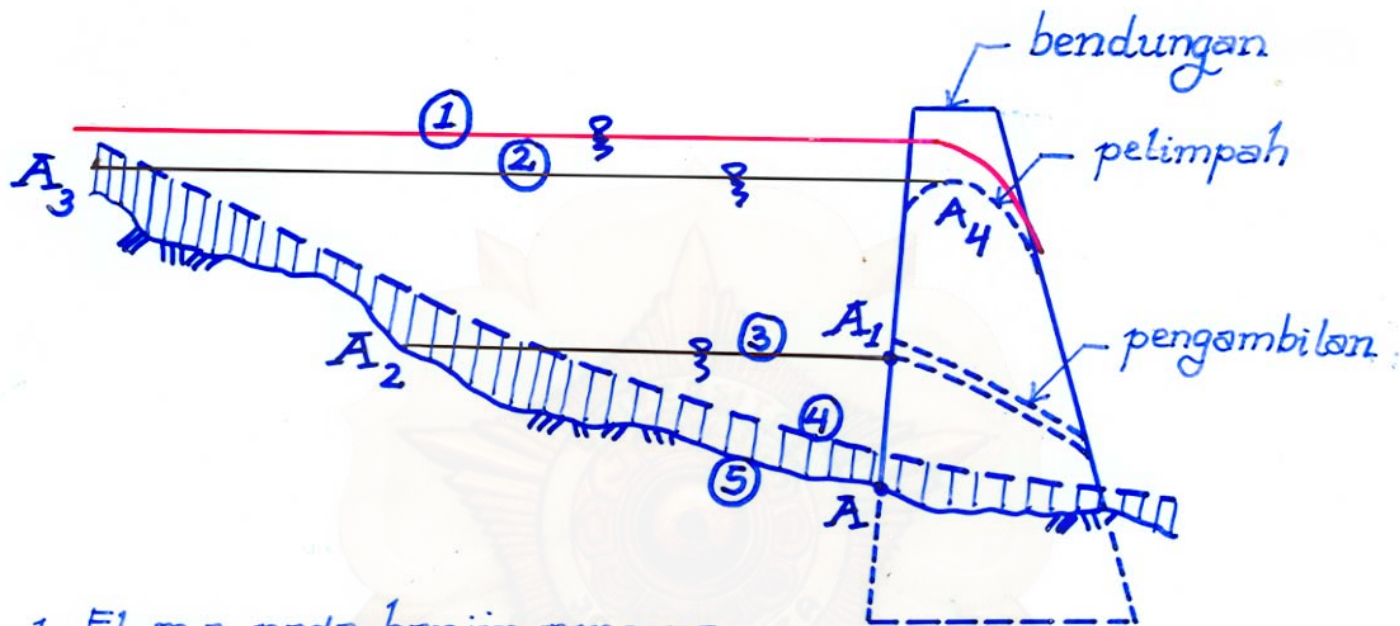
● Kelayakan ekonomis :
- benefit - cost ratio.

● Kelayakan sosial.

» Jenis waduk : - eka guna
- serba guna

3.2. Karakteristik Fisik Waduk

Zona Tampungan sebuah Waduk



1. El. m.a. pada banjir rencana
2. El. m.a. normal
3. El. m.a. minimum
4. El. m.a. di sungai sebelum ada waduk
5. El. dasar saluran

AA_1A_2 = tampungan mati

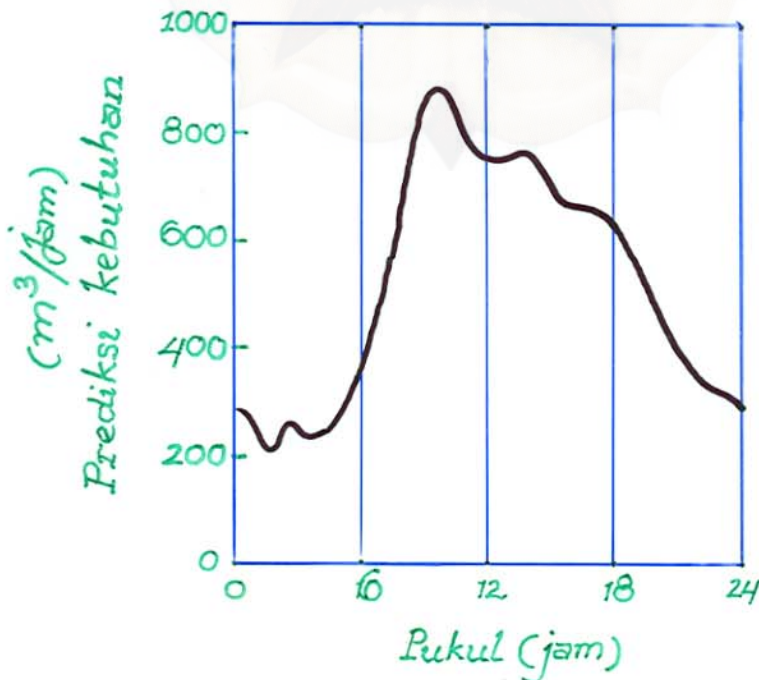
$A_1A_2A_3A_4$ = tampungan berguna

 = tampungan lembah sebelum ada waduk

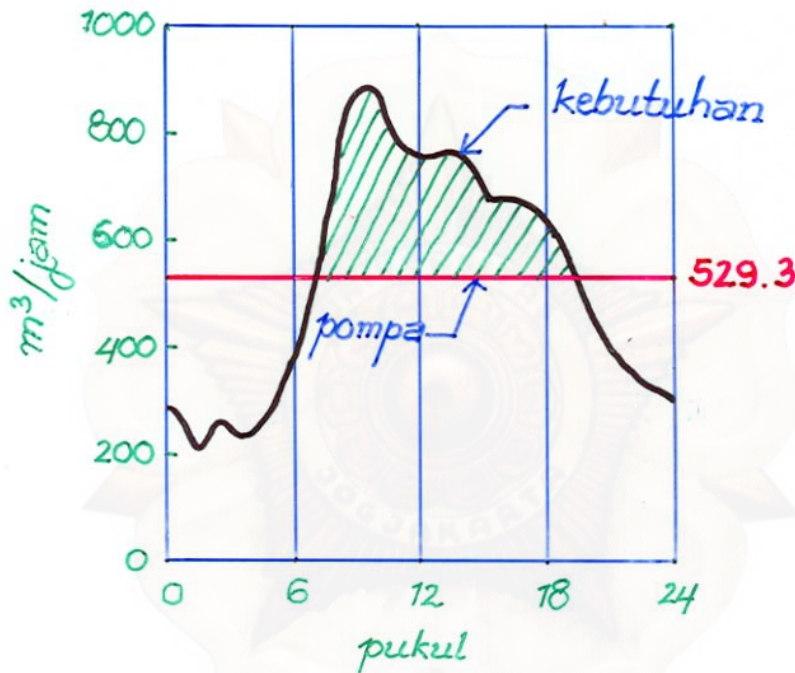
3.3. Penentuan Volume Waduk.

- Dalam penentuan kapasitas tampungan sebuah waduk atau reservoir dibutuhkan analisis korelasi antara 'kapasitas - hasil.'
- Yg dimaksud hasil adalah sejumlah air yang dapat diharapkan dari suatu reservoir pada selang waktu tertentu $\rightarrow Q_{keluar}$
- Q_{keluar} teraman adalah debit air yg dapat diharapkan dari suatu reservoir pada periode kekeringan
- Resiko : - irigasi
- air minum } berbeda

1. Contoh untuk air minum



- Dengan prediksi kebutuhan air seperti di atas, desain suatu pompa yg harus dioperasikan secara konstan sepanjang hari dan berapa volume reservoir (tandon) yang diperlukan?



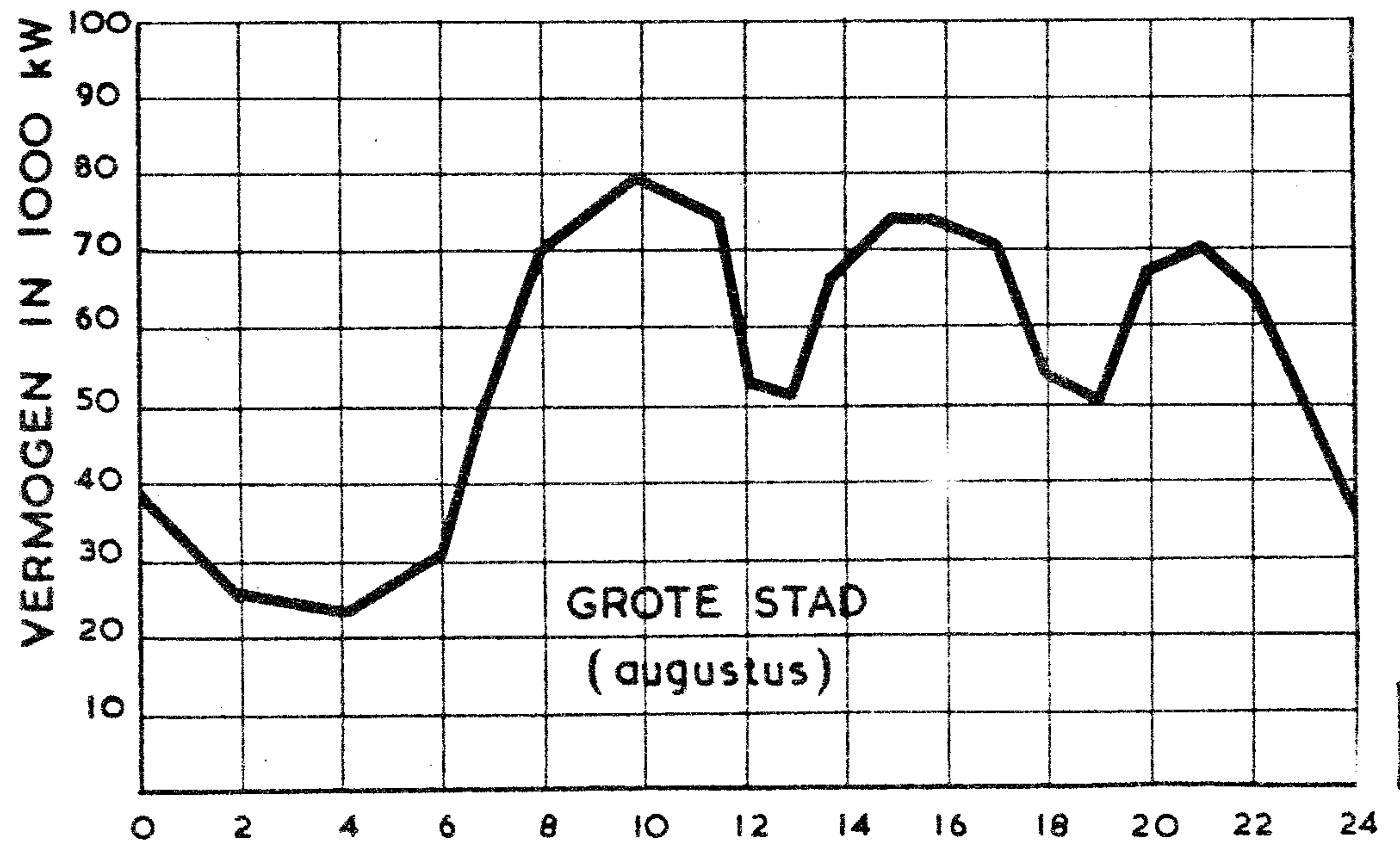
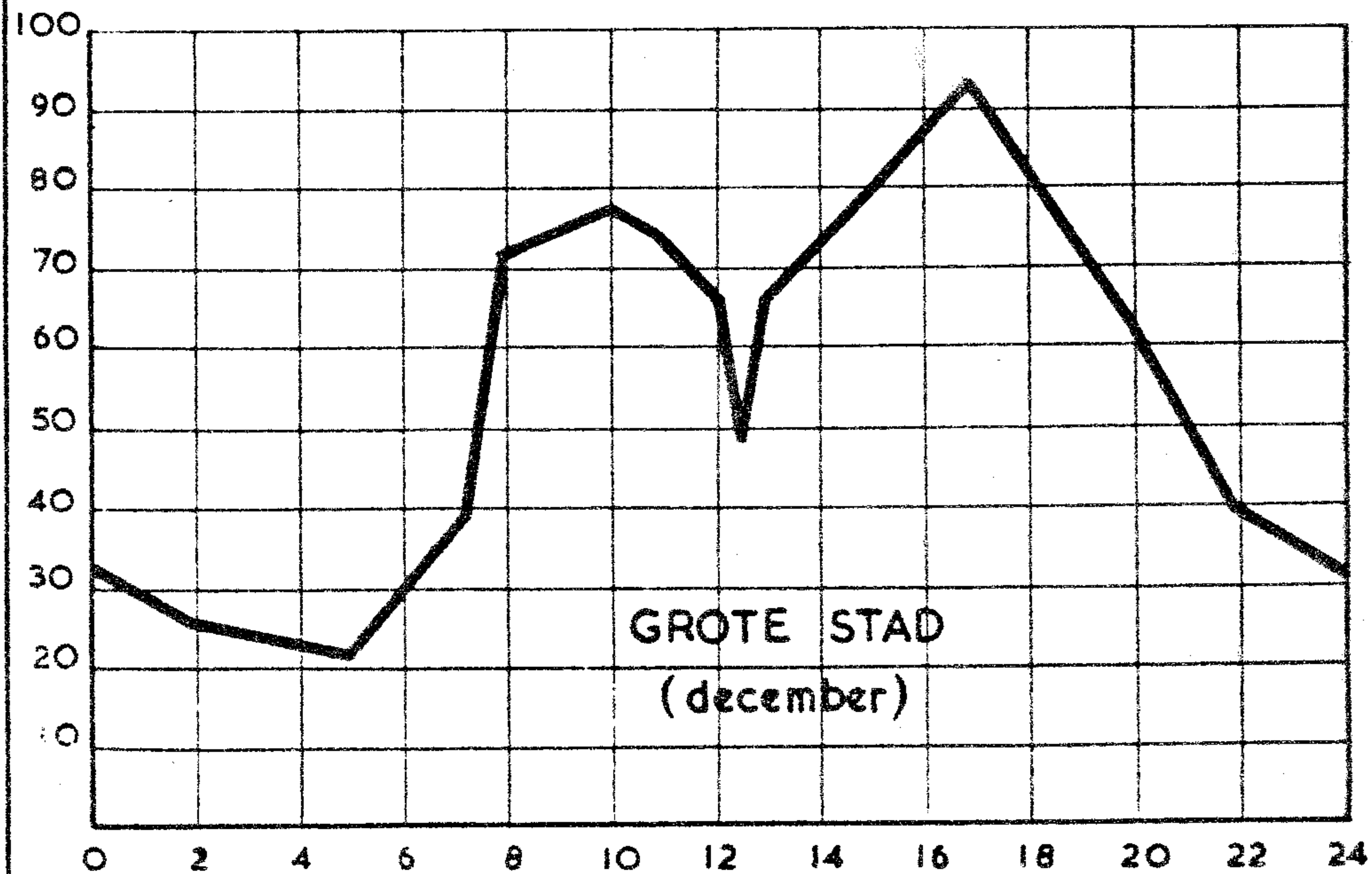
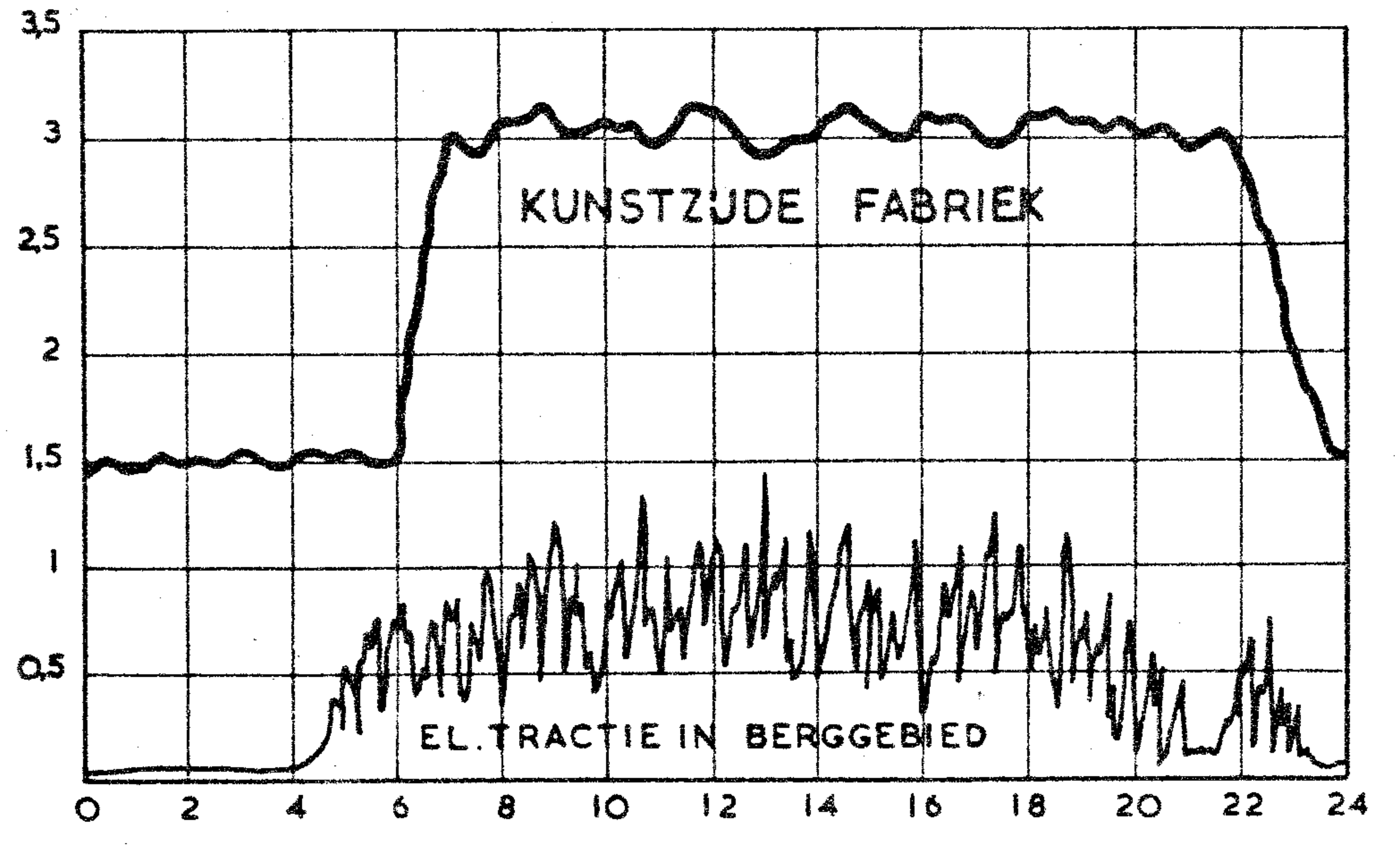
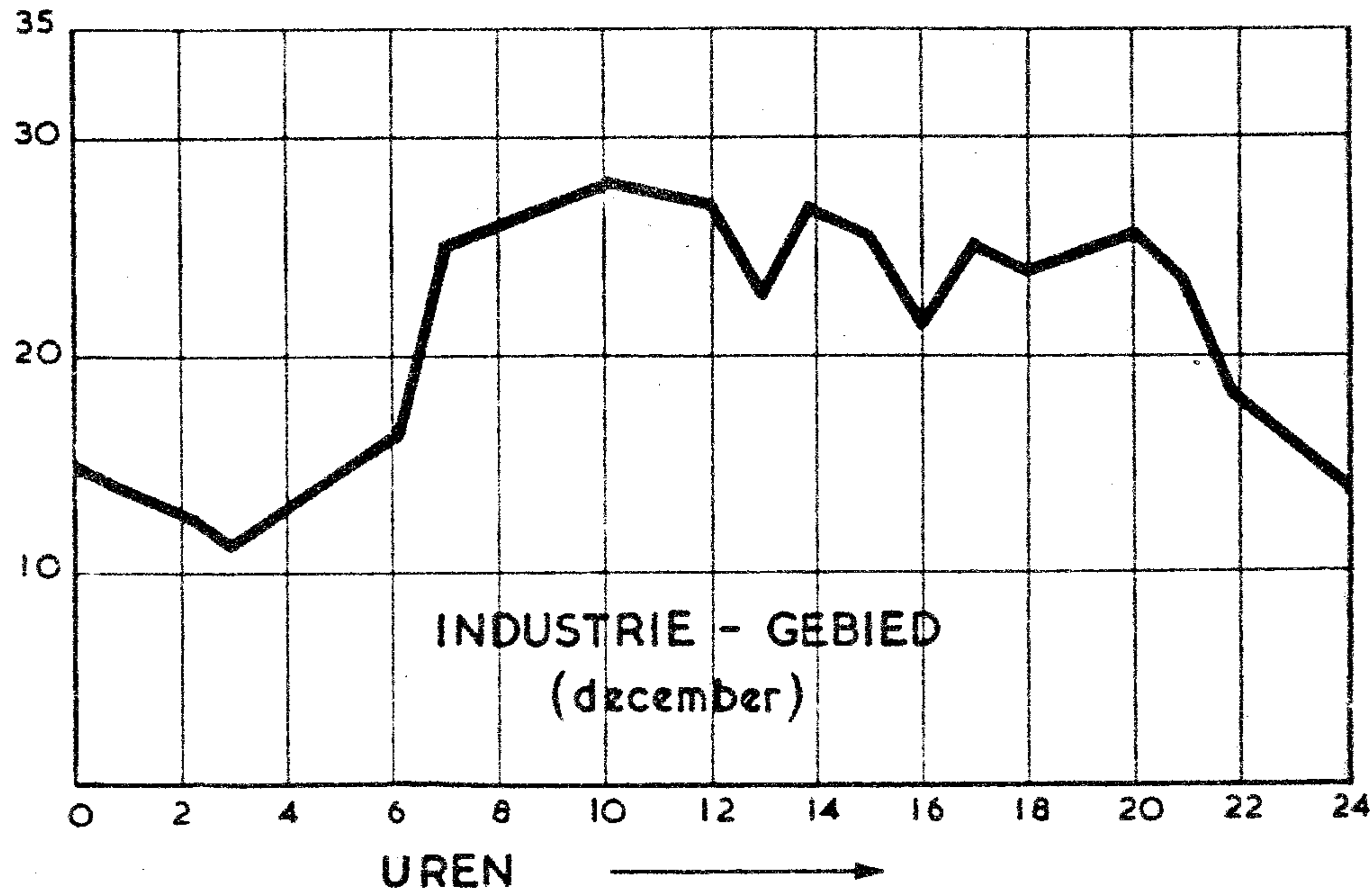
- Jawaban :

Total kebutuhan selama 24 jam = $12703 m^3$

Pompa : kapasitasnya = $12703/24$
 = $529.3 m^3/jam$

Vol. tandon = luas arsir
 = $2426 m^3$

VOORBEELDEN VAN DAG-BELASTINGDIAGRAMMEN



VOORBEELD VAN EEN ETMAALBELASTINGDIAGRAM

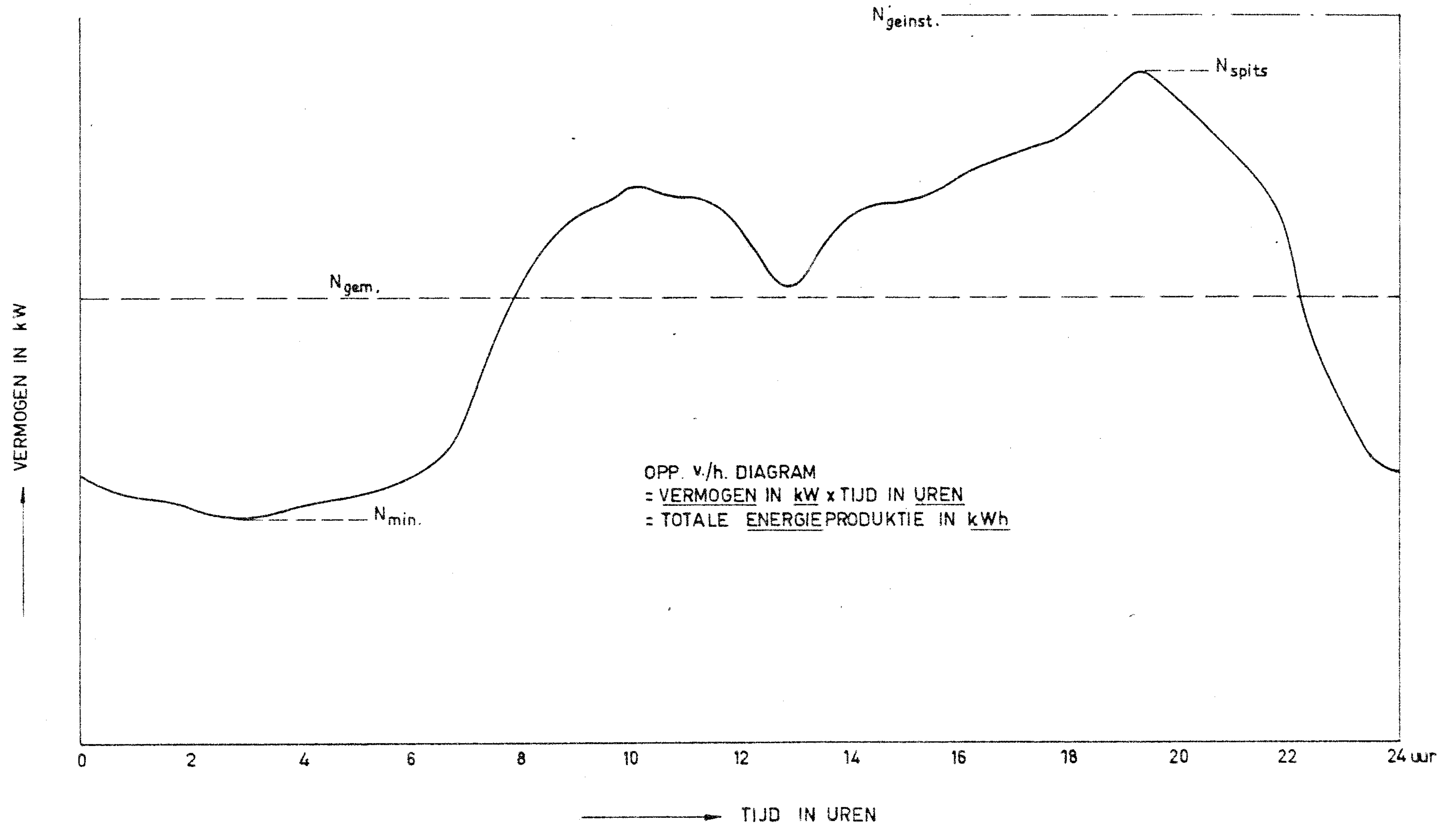
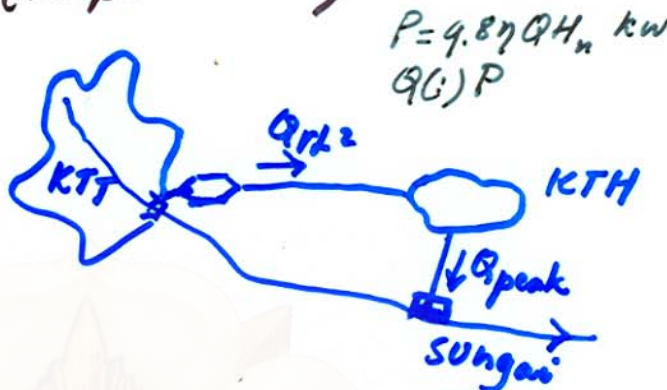
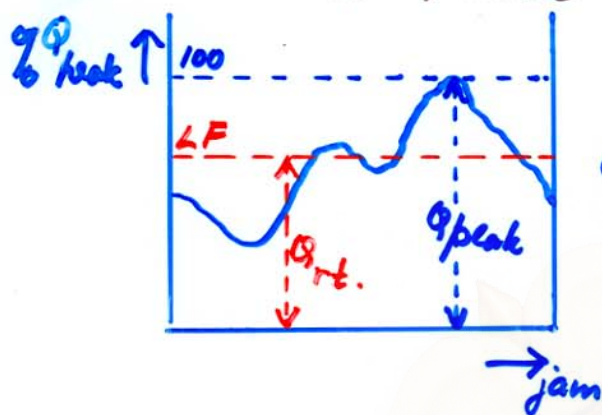


DIAGRAM BEBAN SATUAN (HARIAN) ("Daily") "Unit Load Curve"

= Diagram beban harian yang ordinatnya dinyatakan dalam % P_{peak} (tanpa dimensi).



MENGHITUNG KAPASITAS KOLAM TANDOHARIAN (KTH)

Diketahui : - diagram beban satuan (harian)
 - $P_{peak} = 45.000 \text{ kW}$
 - $H_n = 20 \text{ m}$
 - $\eta_{or.all} = 88\%$

Pertanyaan : - Volum neto KTH
 - Banyaknya air yang terbuang sehari
 Q_{rt} diperbesar menjadi $130 \text{ m}^3/\text{det}$

Jawab : Dari tabel beban satuan (harian) didapat faktor beban $LF = \frac{960\% \cdot \text{jam}}{24 \text{ jam}} = 40\%$

$$Q_{peak} = \frac{P_{peak}}{\eta \cdot 9.8 \cdot H_n} = \frac{45.000}{0.88(9.8)(20)} = 260 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{rt,0} = 40\% Q_{peak} = 0.40(260) = 104 \text{ m}^3/\text{det}$$

Unit Load curve		Supply $Q_{rt} = 104 \text{ m}^3/\text{det}$			Supply $Q_{rt} = 130 \text{ m}^3/\text{det}$			Dibuang
Jam	% P peak	Kebu- tuhan	Kele- bihan	Keku- rangan	Kele- bihan	Keku- rangan	Kapa- sitas	(Spill)
		$(\text{m}^3/\text{det} \cdot \text{jam})$			$(\text{m}^3/\text{det} \cdot \text{jam})$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 *	15	39	65	—	91	—	600 *	91
2	10	26	78	—	104	—	600	104
3	6	15,6	88,4	—	114,4	—	600	114,4
4	6	15,6	88,4	—	114,4	—	600	114,4
5	47,7	124	—	20	6	—	600	6
6	53,8	140	—	36	—	10	590	—
7	60	156	—	52	—	26	564	—
8	65,4	170	—	66	—	40	524	—
22							500	—
23					90		590	—
24					110		600	100
Σ	960	2496	600	600	950	250		700

* Pada jam ke-1
KTH penuh

- CATATAN:
- Kolom 1 dan 2 = unit load curve
 - $LF = \frac{960}{24} = 40\%$
 - Kolom 3 = Kolom 2 $\times Q_{peak}$
 - Kolom 4 = $Q_{rt} - \text{Kolom 3}$
 - Kolom 5 = Kolom 3 - Q_{rt}
 - $\Sigma \text{kolom 4} = \Sigma \text{kolom 5} = \text{Kapasitas KTH } (\text{m}^3/\text{det} \cdot \text{jam})$
Secara blok diagram, lihat TA-6

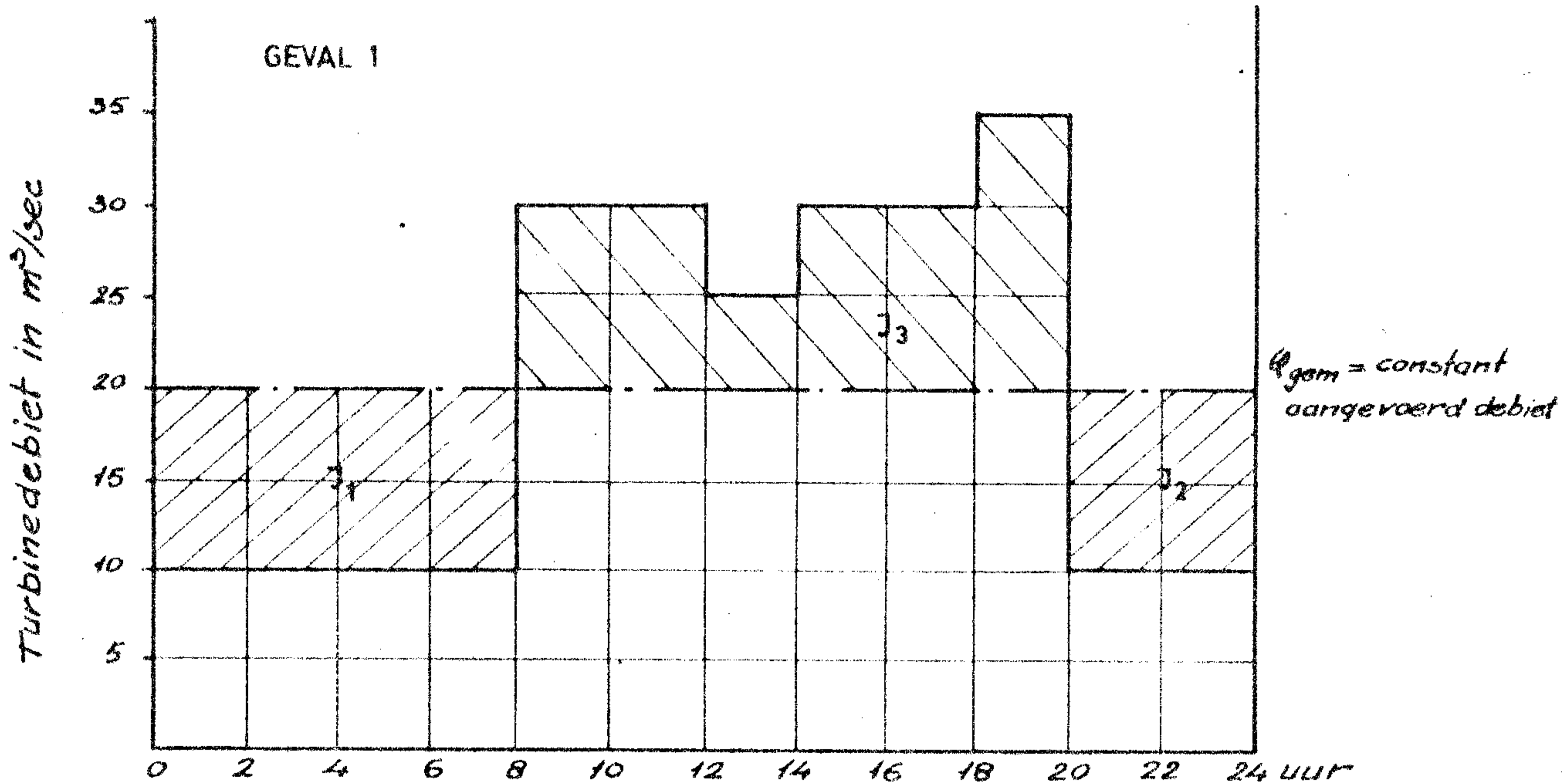
- Jika supply $Q_{rL} = 130 \text{ m}^3/\text{det}$; maka
- kolom 6 dan 7 diisi seperti pada cara kolom 3 dan 4
 - Jika KTH dianggap penuh pada jam ke -1, maka pada kolom 8 dapat diisi kapasitas (air yang ada) di KTH tiap jamnya.
 - Air yang terbuang tiap jam dapat diisi di kolom 9.

mis. dalam contoh ini air yang terbuang tiap hari =
 $700 \text{ m}^3/\text{det} \cdot \text{jam} = 700 \times 3600 = \underline{2.520.000 \text{ m}^3}$.

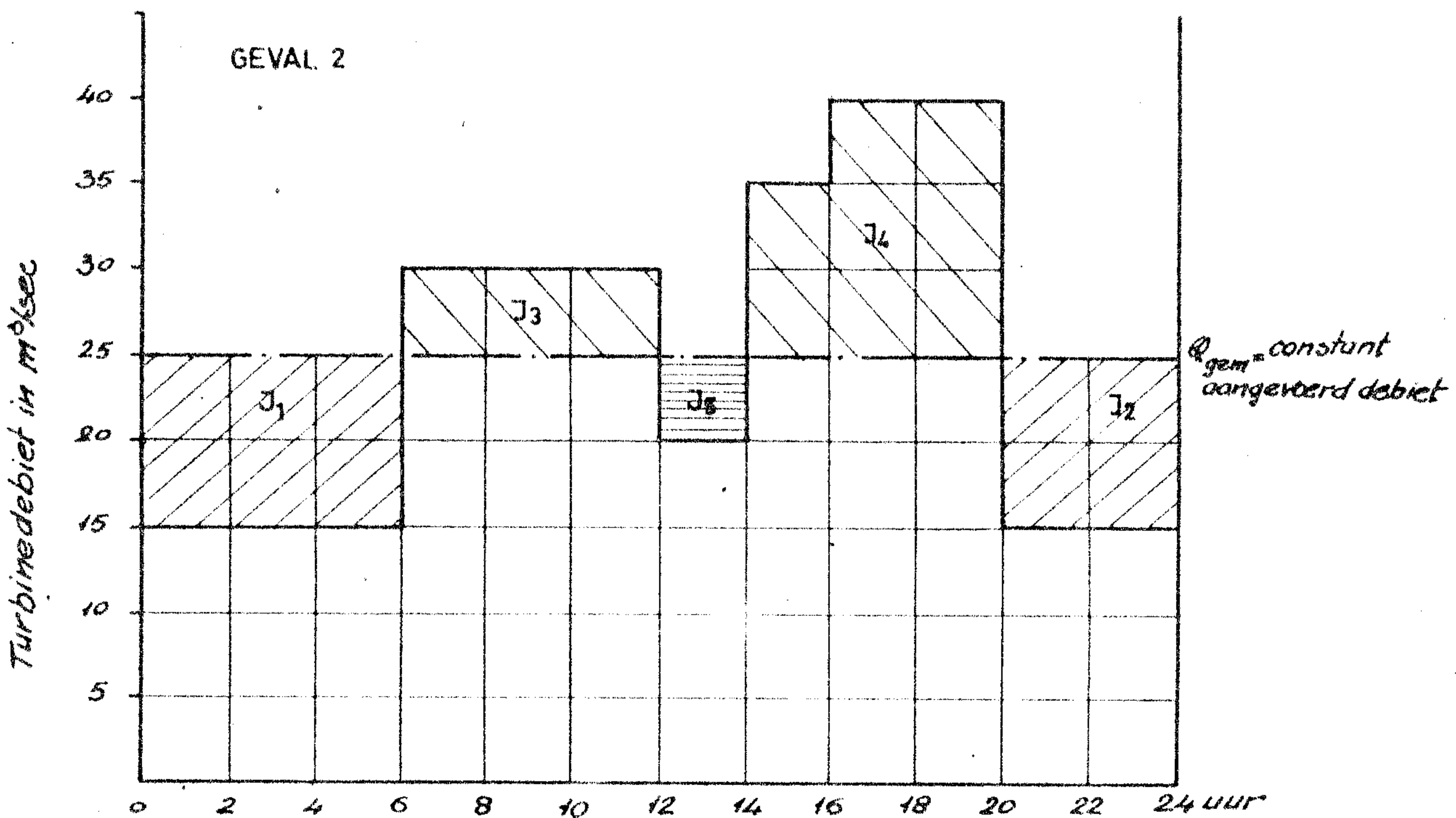
dan kapasitas neto KTH =
 $600 \text{ m}^3/\text{det} \cdot \text{jam} = 600 \times 3600 = \underline{2.160.000 \text{ m}^3}$.

BEPALING VAN DE INHOUD VAN EEN VERGAARKOM VOOR EEN AFTAPWERK.

(uit het in te verwerken turbine-debeten uitgedrukt dagbelasting -diagram)

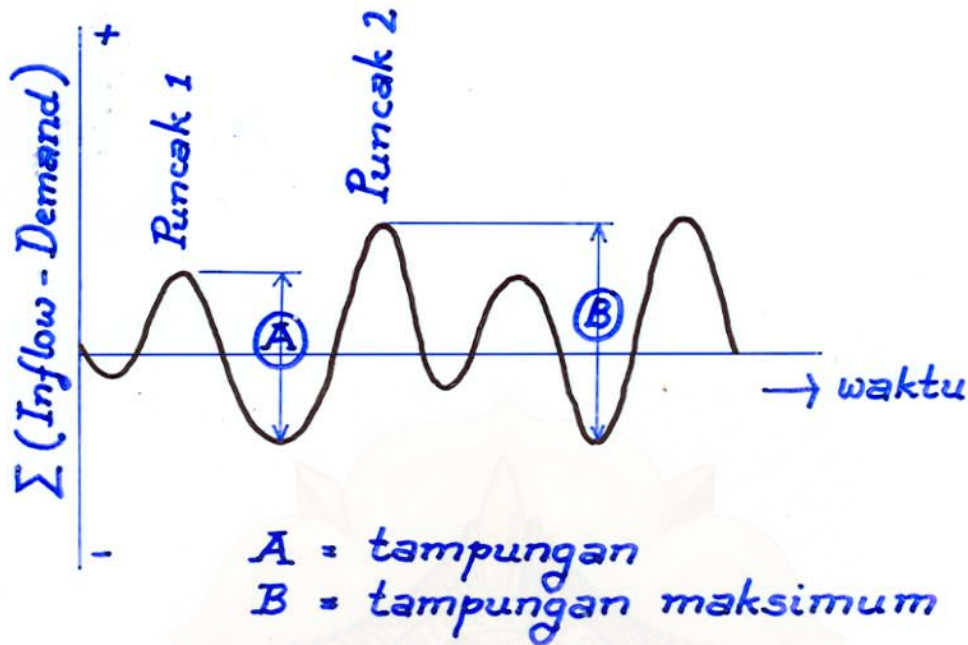


$$\text{Inhoud vergaarkom} = J_1 + J_2 = J_3 = 12 \times 5 \text{ m}^3/\text{sec} \times 2 \times 3600 \text{ sec.} = 432.000 \text{ m}^3$$



$$\text{Inhoud vergaarkom} = J_1 + J_2 = J_3 + J_4 - J_5 = 10 \times 5 \text{ m}^3/\text{sec} \times 2 \times 3600 \text{ sec.} = 360.000 \text{ m}^3$$

2. Algoritma Urutan Puncak

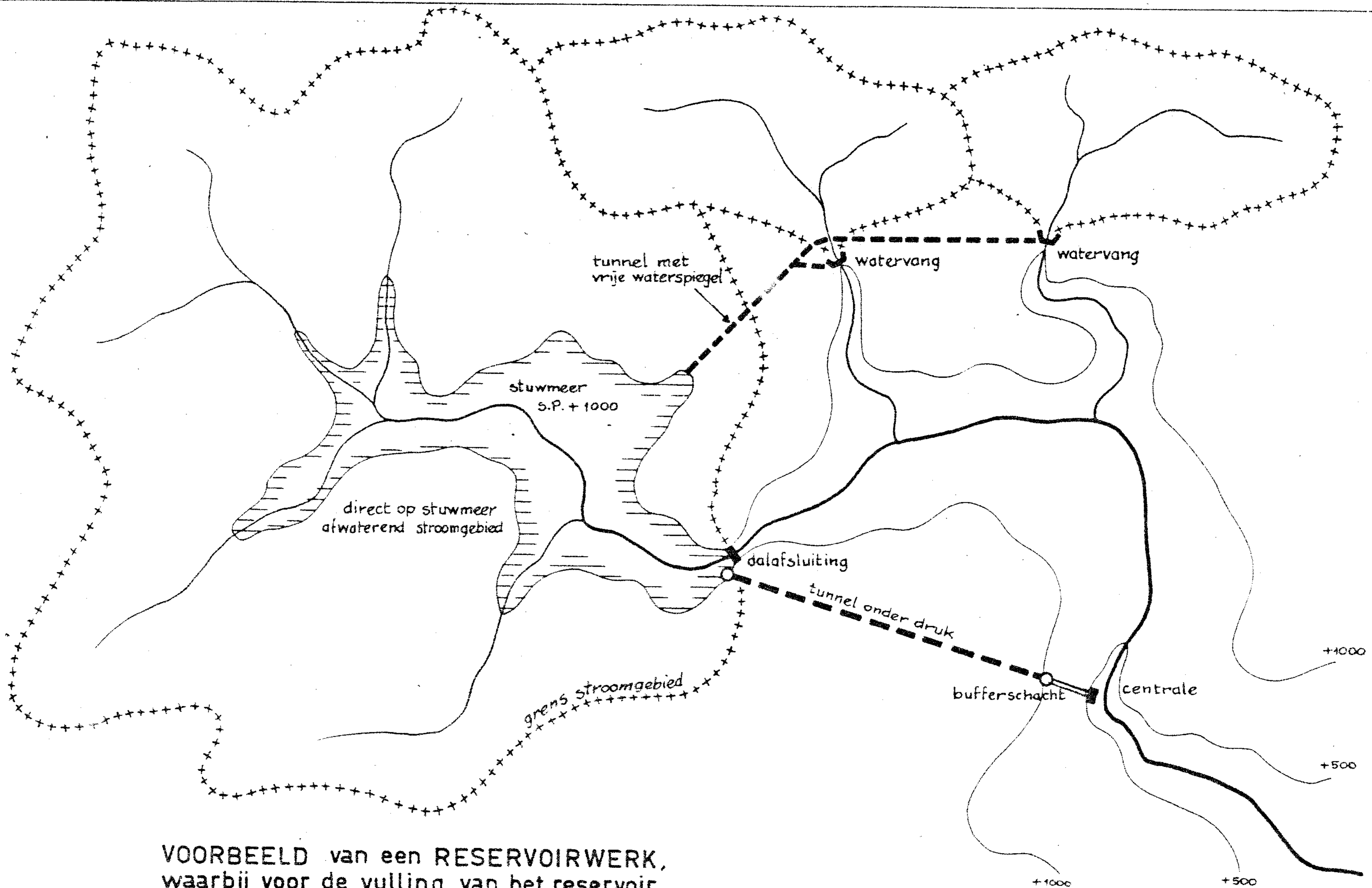


3. Kurva Massa ('Rippl diagram')

DE } volume tampungan
CF }

▨ = melimpas





VOORBEELD van een RESERVOIRWERK,
 waarbij voor de vulling van het reservoir
 ook water uit andere stroomgebieden
 wordt aangevoerd.

Soal Kolam Tando Harian & Kolam Tando Tahunan

Pada daerah aliran sebuah sungai, dirancang suatu PLTA dengan terjun netto setinggi 80 m, beban puncak 850.000,00 DK dan efisiensi 98,00%. PLTA ini akan dipakai untuk melayani daerah yang mempunyai kebutuhan harian tipikal seperti tercantum dalam tabel dibawah ini.

Jam ke	% P_{puncak}	Jam ke	% P_{puncak}
1	37,0	13	20,0
2	32,0	14	46,0
3	27,0	15	73,0
4	24,0	16	88,0
5	27,0	17	98,0
6	37,0	18	100,0
7	66,0	19	93,0
8	84,0	20	73,0
9	90,0	21	34,0
10	83,0	22	24,0
11	70,0	23	27,0
12	46,0	24	37,0

Data debit harian sungai selama setahun dapat diandaikan sebagai berikut:

Bulan	Q harian (m ³ /detik)	Bulan	Q harian (m ³ /detik)
Januari	454,0	Juli	252,0
Februari	551,0	Agustus	139,0
Maret	579,0	September	196,3
April	536,0	Oktober	256,2
Mei	428,0	Nopember	416,0
Juni	348,0	Desember	450,0

Direncanakan PLTA dengan menggunakan kolam tando tahunan, saluran pengantar terbuka, kolam tando harian, pipa pesat, pendatar tekan, rumah turbin dan saluran pembuangan terbuka.

Ditanyakan

- 1 Gambar tata letak PLTA beserta bagian-bagian bangunan: kolam tando tahunan, saluran pengantar terbuka, kolam tando harian, pipa pesat, pendatar tekan, rumah turbin dan saluran pembuangan terbuka (tidak perlu mencantumkan bagian-bagian yang lain). Jelaskan masing-masing fungsi bangunan! (bobot 10%)
- 2 Tentukan volume kolam tando harian dan kolam tando tahunan minimum yang mampu melayani kebutuhan tersebut? (bobot 50%)
- 3 Jelaskan konsep debit andalan dan perkirakan berapa hari dalam setahun PLTA ini dapat dioperasikan, jelaskan alasan anda. (bobot 20%)
- 4 Berapa kapasitas saluran pengantar terbuka dan pipa pesatnya? (bobot 10%)
- 5 Jika kecepatan aliran dalam pipa pesat dikehendaki sebesar 6,00 meter/detik, berapa diameter pipa pesat bulat yang harus digunakan? (bobot 10%)
- 6 Apakah suplesi diperlukan?
Jika dibutuhkan berapa volume (m³) yang dibutuhkan dalam satu tahun?

Jawaban Kolam Tando Harian

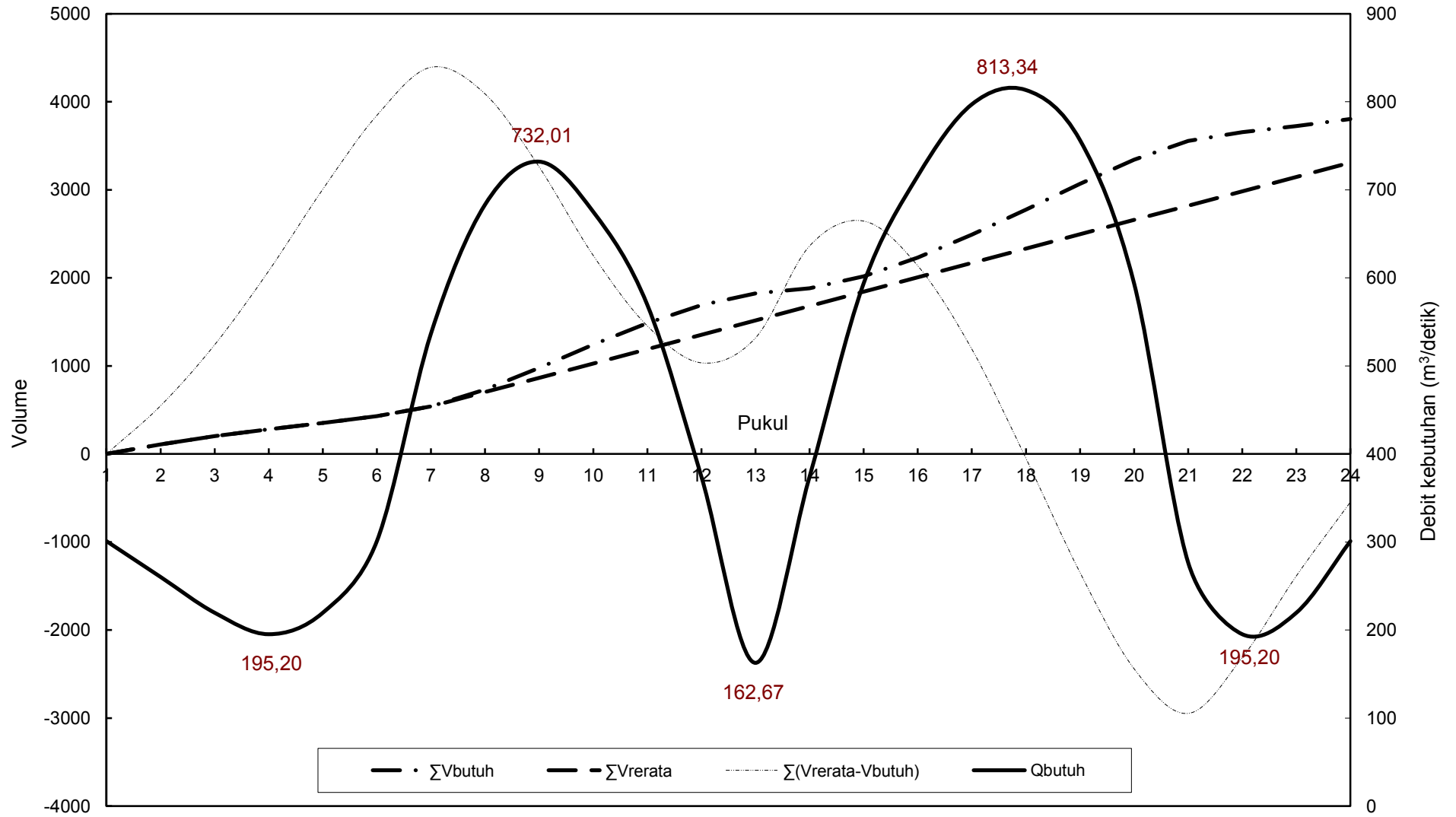
Diketahui:		Dihitung:	
$H_n =$	80,00 m	$LF =$	55,67 %
$P_{puncak} =$	850.000 DK	$Q_{puncak} =$	813,34 m ³ /detik
Efisiensi, $\eta =$	0,98	$Q_{rerata} =$	452,76 m ³ /detik
$V_{pipapesat} =$	6,00 m/detik	Vol. KTH =	733,96 •10 ⁴ m ³
$\Delta t =$	1,00 jam	Vol. KTT =	3.002,52 •10 ⁶ m ³

Hitungan Kolam Tando Harian

Data			Urutan Puncak		Rippl				Lebih-Kurang	
Pukul (jam)	% P _{puncak}	Q _{butuh} (m ³ /detik)	Q _{rerata} -Q _{butuh} (m ³ /detik)	$\Sigma(V_{rerata}-V_{butuh})$ (10 ³ m ³)	ΣV_{butuh} (10 ⁴ m ³)	Lokasi titik singgung	ΣV_{rerata} (10 ⁴ m ³)	Vol KTH (10 ⁴ m ³)	Vol _{lebih} (10 ⁴ m ³)	Vol _{kurang} (10 ⁴ m ³)
[1]	[2]	[3]=[2]*P _{puncak}	[4]=Q _{rerata} -[3]	[5]= Σ [4]*3600	[6]= Σ [3]		[7]= Σ [Q _{rerata}]	[8]=[6]-[7]	[9]=Pos[4]	[9]=Neg[4]
1	37	300,94	151,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,66	-
2	32	260,27	192,49	546,57	108,34	0,00	108,34	0,00	69,30	-
3	27	219,60	233,16	1239,53	202,03	0,00	202,03	0,00	83,94	-
4	24	195,20	257,56	2078,90	281,09	0,00	281,09	0,00	92,72	-
5	27	219,60	233,16	3006,11	351,36	0,00	351,36	0,00	83,94	-
6	37	300,94	151,82	3845,48	430,42	0,00	430,42	0,00	54,66	-
7	66	536,81	-84,05	4392,04	538,76	0,00	538,76	0,00	-	-30,26
8	84	683,21	-230,45	4089,48	732,01	1,00	701,75	30,26	-	-82,96
9	90	732,01	-279,25	3259,87	977,96	1,00	864,74	113,22	-	-100,53
10	83	675,07	-222,31	2254,58	1241,48	1,00	1027,74	213,75	-	-80,03
11	70	569,34	-116,58	1454,25	1484,51	1,00	1190,73	293,78	-	-41,97
12	46	374,14	78,62	1034,57	1689,47	1,00	1353,72	335,75	28,30	-
13	20	162,67	290,09	1317,61	1824,16	1,00	1516,72	307,44	104,43	-
14	46	374,14	78,62	2361,94	1882,72	1,00	1679,71	203,01	28,30	-
15	73	593,74	-140,98	2644,99	2017,41	1,00	1842,71	174,71	-	-50,75
16	88	715,74	-262,98	2137,46	2231,16	1,00	2005,70	225,46	-	-94,67
17	98	797,07	-344,31	1190,73	2488,82	1,00	2168,69	320,13	-	-123,95
18	100	813,34	-360,58	-48,80	2775,77	1,00	2331,69	444,08	-	-129,81
19	93	756,41	-303,65	-1346,89	3068,57	1,00	2494,68	573,89	-	-109,31
20	73	593,74	-140,98	-2440,02	3340,88	1,00	2657,67	683,21	-	-50,75
21	34	276,54	176,22	-2947,55	3554,63	1,00	2820,67	733,96	63,44	-
22	24	195,20	257,56	-2313,14	3654,18	1,00	2983,66	670,52	92,72	-
23	27	219,60	233,16	-1385,93	3724,45	1,00	3146,65	577,80	83,94	-
24	37	300,94	151,82	-546,57	3803,51	1,00	3309,65	493,86	54,66	-
Jumlah		Rerata Butuh	Jumlah	(Max-Min)/10	◀ sama hasilnya ▶			Maximum	Jumlah	Jumlah
1.336		452,76	0,00	733,96				733,96	895,00	-895,00

▲ Tak berlaku ▲

Hitungan Kolam Tando Harian



Jawaban Kolam Tando Tahunan

Diketahui:	Dihitung:
$H_n = 80,00 \text{ m}$	$LF = 55,67 \%$
$P_{\text{puncak}} = 850.000 \text{ DK}$	$Q_{\text{puncak}} = 813,34 \text{ m}^3/\text{detik}$
Efisiensi, $h = 98\%$	$Q_{\text{rerata}} = 452,76 \text{ m}^3/\text{detik}$
$V_{\text{pipapesat}} = 6,00 \text{ m/detik}$	$\text{Vol.KTT} = 3002,52 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

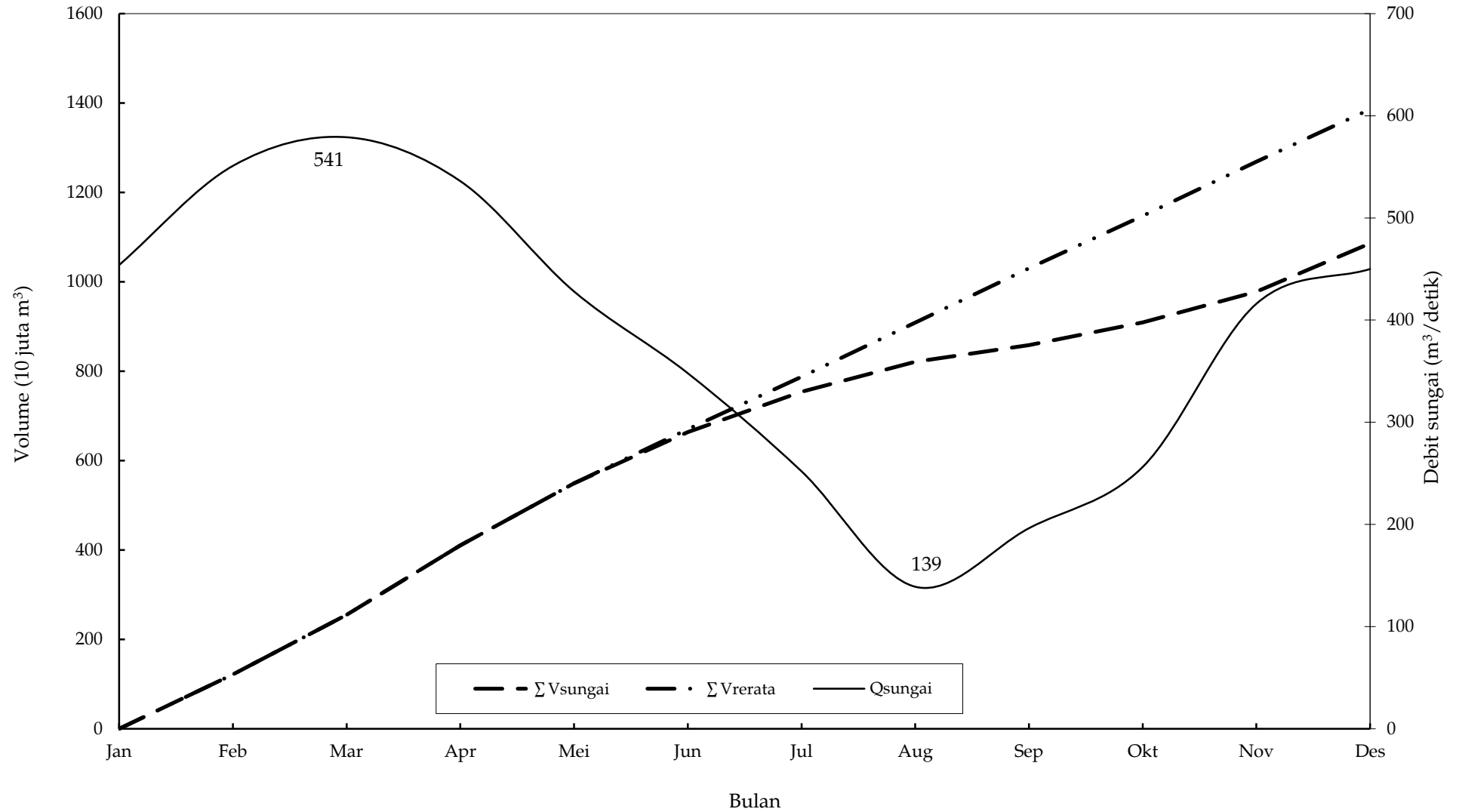
Hitungan Kolam Tando Tahunan

Data			Urutan Puncak		Lebih-Kurang		Riopl			
Bulan	Jml.Hari (hari)	Q_{sungai} (m^3/detik)	$V_{\text{sungai}}-V_{\text{rerata}}$ (juta m^3)	$\Sigma(V_{\text{sungai}}-V_{\text{rerata}})$ (juta m^3)	$\text{Vol}_{\text{lebih}}$ (juta m^3)	$\text{Vol}_{\text{kurang}}$ (juta m^3)	ΣV_{sungai} (10^7 m^3)	Lokasi titik singgung	ΣV_{rerata} (10^7 m^3)	Vol KTT (10^6 m^3)
[1]	[2]	[3]	[4]=V([3]- Q_{rerata})	[5]= Σ [4]	[6]=Pos[4]	[7]=Neg[4]	[6]= Σ [3]		[7]= Σ [Q_{rerata}]	[8]=[6]-[7]
Jan	31	454	3,32	0,00	3,32	-	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb	28	551	237,66	237,66	237,66	-	121,60	0,00	121,60	0,00
Mar	31	579	338,12	575,78	338,12	-	254,90	0,00	254,90	0,00
Apr	30	536	215,76	791,54	215,76	-	409,98	0,00	409,98	0,00
Mei	31	428	-66,32	725,23	-	-66,32	548,91	1,00	548,91	0,00
Jun	30	348	-271,54	453,69	-	-271,54	663,54	1,00	670,18	66,32
Jul	31	252	-537,72	-84,03	-	-537,72	753,74	1,00	787,53	337,85
Aug	31	139	-840,37	-924,40	-	-840,37	821,24	1,00	908,80	875,57
Sep	30	196	-664,77	-1589,17	-	-664,77	858,47	1,00	1030,06	1715,94
Okt	31	256	-526,53	-2115,70	-	-526,53	909,35	1,00	1147,42	2380,71
Nov	30	416	-95,28	-2210,98	-	-95,28	977,96	1,00	1268,69	2907,24
Des	31	450	-7,39	-2218,37	-	-7,39	1085,79	1,00	1386,04	3002,52
Jumlah		Rerata	Jumlah	Max-Min	Jumlah	Jumlah	◀ sama hasilnya ▶			Maximum
365		383,79	-2215,05	3009,91	794,86	-3002,52				3002,52

Urutan Puncak tak terpakai

Keterangan: Q rerata sungai kurang dari Q rerata kebutuhan, jadi dibutuhkan suplesi sebesar 2.208 juta m3 setahun.

Hitungan Kolam Tando Tahunan



Jawaban

Kolam Tando Harian & Kolam Tando Tahunan

Diketahui:	Dihitung:
$H_n = 80,00 \text{ m}$	$LF = 55,67 \%$
$P_{\text{puncak}} = 850.000 \text{ DK}$	$Q_{\text{puncak}} = 813,34 \text{ m}^3/\text{detik}$
Efisiensi, $h = 98\%$	$Q_{\text{rerata}} = 452,76 \text{ m}^3/\text{detik}$
$V_{\text{pipapesat}} = 6,00 \text{ m/detik}$	$\text{Vol.KTH} = 733,96 \cdot 10^4 \text{ m}^3$
$\Delta t =$	$\text{Vol.KTT} = 3002,52 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Jawaban:

Gambar tata letak PLTA dapat dilihat dari diktat kuliah.

Volume kolam tando tahunan $3.002,52 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Volume kolam tando harian $733,96 \cdot 10^4 \text{ m}^3$

Saluran pengantar terbuka harus mempunyai kapasitas sama dengan kapasitas rerata kebutuhan debit yaitu $452,76 \text{ m}^3/\text{detik}$

Pipa pesat harus mempunyai kapasitas sama dengan kebutuhan debit maksimum yaitu $813,34 \text{ m}^3/\text{detik}$

Diameter pipa pesat dihitung berdasarkan debit maksimum kebutuhan dan persyaratan kecepatan harus 6 m/detik

Jadi luas tampang pipa pesatnya adalah $135,56 \text{ m}^2$

Jadi diameter pipa pesatnya adalah $13,14 \text{ m}$

Karena $Q_{\text{rerata}} \text{ sungai} < Q_{\text{rerata}} \text{ kebutuhan}$, perlu suplesi sebesar: $2.207,66 \text{ juta m}^3$