

RAFORKUMÁLASTJÓRI
VATNAMÆLINGAR



ORKUSTOFNUN
Greinasafn

LEIÐBEININGAR

um mælingar á vatnsrennsli í smáám og lækjum



REYKJAVÍK — 1953

Efnisyfirlit.

I. Rennsli í óvirkjuðum smáám og lækjum	bls.	3
Mæling með kerri	—	3
Yfirfallsstíflur	—	4
Timburstífla	—	4
Steinsteypustífla	—	6
V-laga yfirfall	—	6
Rétthyrningsyfírföll	—	7
Eftirlit	—	9
Notkun töflunnar	—	9
Rennsli um yfírföll í l/sek.	—	10
Stuðullinn k	—	12
II. Rennsli hjá rafstöðvum	—	13
Rennsli um ávöl stífluyfírföll	—	13
Rennsli um op á stíflum	—	13
Nokkur gildi á h/\bar{h}	—	14
Einingum breytt'	—	14
Afl rafstöðva í kW	—	15

Leiðbeiningar um vatnamælingar.

Eftir *Sigurjón Rist*, vatnamælingamann.

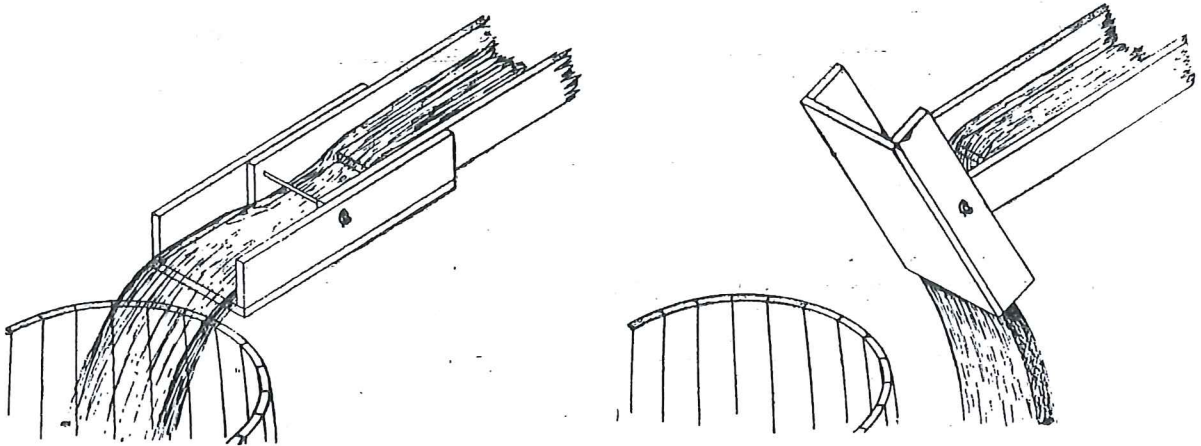
I. Rennsli í óvirkjuðum smáám og lækjum.

Orka vatnsfalla grundvallast á tveim meginþáttum, fallhæð og vatnsmagni. Áður en beizlun orkunnar til nýtingar er hafin, verður að þekkja þessar stærðir. Fallhæðina, sem talin er í metrum, er hægt að mæla í eitt skipti fyrir öll, en öðru máli gegnir um vatnsmagnið, sem fer eftir rennslinu, en það er sífelldum breytingum undirorpið. Til þess að öðlast þekkingu á rennslinu, sem er ei síður nauðsynlegt, verður að gera samfelldar rennslisathuganir um nokkurt skeið, ár eða árabil, og halda skýrslur um þær. Hér skal greint frá aðferðum, sem eru auðveldar í framkvæmdum við mælingu lækja og annarra smárra vatnsfalla. Með rennslinu er átt við þann lítrafjölda vatns, sem á sekúndu hverri rennur um þverskurð farvegarins.

Mæling með kerri.

Aðferð þessi er handhæg í smálækjum. Fundin er eða útbúin buna nægilega há, til þess að hægt sé að ná öllu vatninu með trérennu í ílát, sem er nokkrar sekúndur að fyllast, t. d. bala eða tunnu. Neðri hluti rennunnar er hreyfanlegur. Um leið og þeim hluta rennunnar er skotið til, svo að bunan taki að streyma í kerrið, er tíminn tekinn á úr með sekúnduvísi. Bezt er að nota skeiðklukku („stopp“-úr, sem íþróttafélög eiga). Áður en vatn nær að flæða úr ílátinu, er vatnsbunan sveigð snögglega framhá á ný.

Tímavörður skráir sekúndurnar, sem liðu, meðan vatnið streymdi til ílátsins. Nú er ausið og talið úr kerinu, t. d. með eins eða fimm lítra lagarmáli, eða vatnsmagnið er reiknað út eftir lögun ílátsins. Síðan er sekúndunum deilt í lítrafjöldann til þess að fá rennslið í lítrum á sekúndu (skammst. l/sek.). Þetta er endurtekið nokkrum sinnum og meðaltal fundið. Helztu vandkvæði mælingarinnar eru að ná vatninu í rennuna, en það er auðvelt, ef notaðir eru samanbrotnir strigapokar



eða annar dúkur í þéttingu milli stallsbrúnar og rennu. Varast skal að loka fyrir rennslið við efri enda rennunnar, því að þá safnast þar vatn, sem kemur svo fram sem flóðgusa, þegar opnað er á ný, og þá mælist ekki hið rétta rennsli lækjarins.

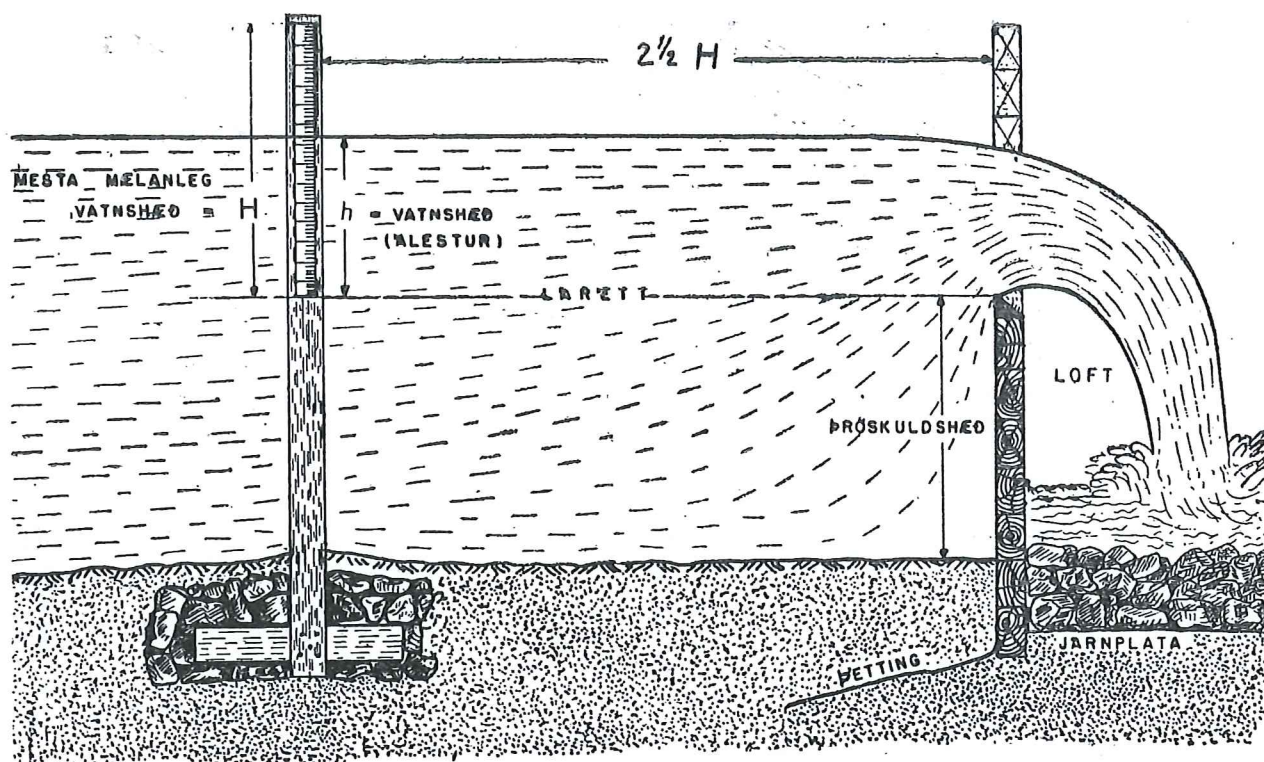
Höfuðókostur við mælingu með kerri er, hve athuganir verða strjál- ar. Enginn mælir læk sinn á þennan hátt dag eftir dag. Þess vegna er í flestum tilfellum hagkvæmara að ganga ákveðið til verks og byggja traust yfirfall og fylgjast á þann hátt örugglega með öllum sveiflum rennslisins frá degi til dags.

Yfirfallsstíflur.

Byggð er í læknum eða ánni stífla með V- eða U-laga skarði (yfir- falli), sem vatnið fossar um. Að sjálfsgöðu hækkar í lóninu hjá stífl- unni við aukið rennsli, og lækkar þar aftur, þegar dregur úr rennslinu. Þannig er samband á milli rennslisins og vatnshæðarinnar í lóninu. Með tilraunum hefur verið fundið, hve margir lítrar vatns á sekúndu hverri streyma fram um skörð ýmissa stíflutegunda við mismunandi vatnshæðir í lóni. Þetta samband er gefið upp í töflu hér á eftir. Því er nægilegt að athuga aðeins stöðu vatnsflatar í lóni hjá yfirfalls- stíflu til þess að öðlast vitneskju um rennslið í l/sek.

Timburstífla. Ef lækurinn, sem mæla á, tekur ekki skaðræðishlaup, er kostnaðarminnst að byggja timburstíflu, t. d. úr 2" við, sem skorinn er inn í bakka við bæði lönd og hvílir á traustum vel festum stólpum í miðju, sem taka á móti vatnspunganum. Nokkurt lón þarf að myndast bak við yfirfallsstífluna. Mælistífluna verður að byggja nálægt þeim stað, sem þekkja þarf rennslið um, t. d. við fyrir- hugaða inntaksþró rafstöðvar, að öðrum kosti kunna niðurstöður mælinganna að reynast fánýtar.

Nauðsynlegt er að geta veitt læknum frá, meðan stíflan er byggð. Það vatn, sem næst ekki burt, seytlar t. d. í gegnum sandpokastíflu,



Dverskurður timburstíflu í lausum jarðvegi.

er bezt að leiða í röri eða tréstokk fram undir stíflunni, meðan á byggingu stendur, en loka síðan vandlega með steypu eða trétappa, þegar stíflan er fullbúin.

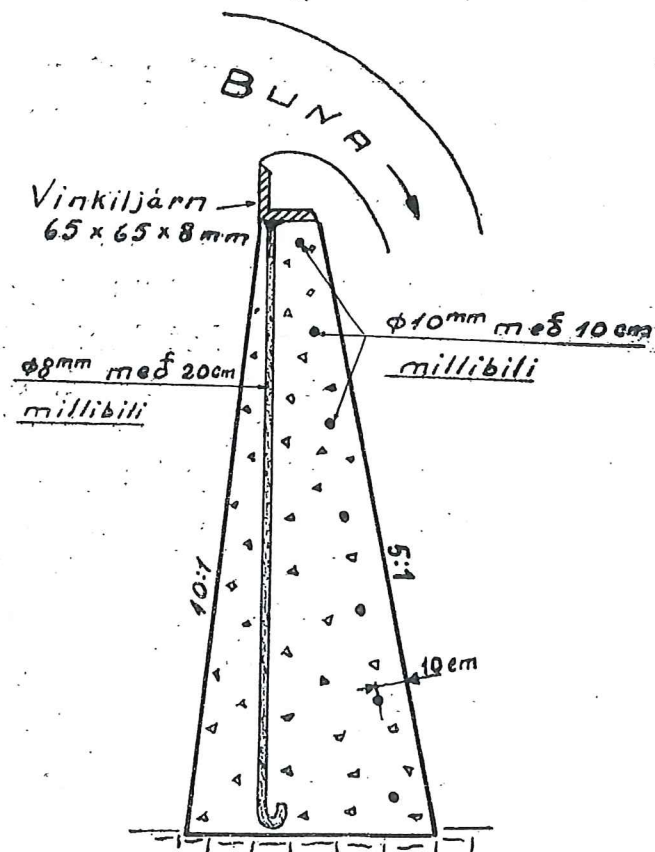
Reynslan hefur sýnt, að meginerfiðleikarnir við byggingu timburstíflna er að þetta þær í botninn. Sé undirstaðan klöpp, situr neðsta borðið á hnjótum, svo að vatn smýgur undir. Einfaldasta ráðið til að þetta með botni, er að leggja þoka með sementsteypu í botninn. Því næst er stíflan klædd straummegin með lóðréttum borðum (t. d. 1"×6"), sem höggvin eru til eftir stöllum botnsins og þrýst niður í steypuna og negld á neðstu stífluborðin. Athuga ber, að við þetta spyrnist öll stíflan upp, svo að nauðsynlegt er að negla á hana oka og bera stórgrýti að. Undan stíflu, sem stendur á klöpp, grefst ekki, en aftur á móti getur hún auðveldlega sprungið fram undan vatnspunganum, ef ekki er fyllt rækilega að veggjum hennar með grjóti.

Þegar reisa þarf stíflu í lausum jarðvegi, verður að grafa fyrir neðstu borðunum. Handhægast er að þetta hana í botninn með sterkum pokum eða segli, sem neglt er á neðsta borðið og lagt svo um einn metra inn í lónið og tyrft síðan. Sé þetta gert einnig við bakkana, fæst hún alveg þétt. Stífla, sem stendur á lausum jarðvegi, eyðilegst að jafnaði á þann hátt, að vatnsbunan grefur djúpan hyl fyrir neðan hana. Hylurinn víkkar út til allra hliða og nær að lokum inn undir stíflugarðinn, svo að vatnið fær þar framrás. Ráðlegast er að koma í veg fyrir þetta með því að negla járnplötur (t. d. bárujárn) á stífluna

undan straumi og láta þær hylja þann stað, sem vatnsbunan mæðir á, og flytja síðan grjót að.

Til að sýna vatnsborðsbreytingar í lóninu skal mælikvarða komið fyrir við annan hvorn bakkann, um tvo til þrjá metra frá stíflunni. Grafið er fyrir sterku tré, t. d. 4"×6". Neðst á tréð er fest þverslá og fyllt að með stórgrýti til varnar gegn átaki íss. Þar sem klöpp er að ánni, verður að bolta staurinn fastan. Þegar stíflan er fullbúin og gengið hefur verið frá staurnum, er neglt á hann borð með útskornu sentimetramáli. Núllpunkturinn á að vera nákvæmlega í sömu hæð og þröskuldur stíflunnar, þ. e. skarðsbrún yfirfallsins. Sé lögð rétt-skeið frá yfirfallsbrún að staurnum, finnst staður núllpunktsins auðveldlega með venjulegu hallamáli. Þá má einnig örlítið vatn síga til yfirfallsstíflunnar, og um leið og það nær yfirfallsbrúninni, gefur sléttur og kyrr vatnsflöturinn til kynna, hvar núllpunkturinn á að vera. Mælikvarðinn skal standa lóðréttur.

Steinsteypustífla. Í vatnsmiklum lækjum og smáám, er ráðlegast að að byggja yfirfallsstíflur úr steinsteypu. Varla er



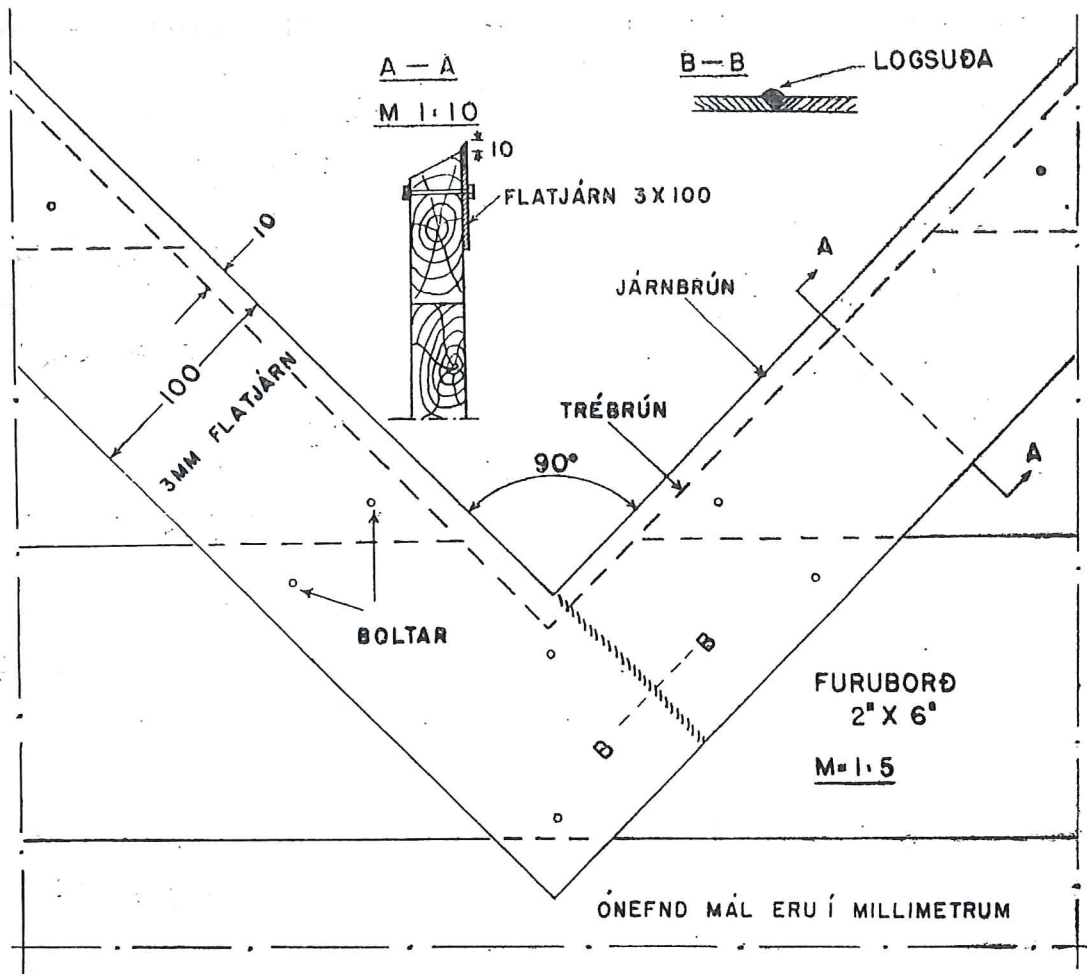
V-laga yfirfall.

Hér að framan er sjálfum stíflunum lýst, en nú skulu yfirföllin tekin til athugunar. Smíði þeirra þarf að vera nákvæm. Hentugt er að nota V-laga yfirfallið í smálækjum, sem þorna nær alveg og geta svo vaxið upp í um 500 l/sek. Stíflan er venjulegast

hægt að reisa slíkar stíflur nema á klöpp. Hreinsa þarf klöppina vel, helzt bursta hana upp úr sementsvatni. Hæfileg blöndun eru 2 rúmmálshlutar sements móti 5 hlutum af mól og 5 af sandi. Steypan skal vera þurr og henni þjappað vel í mótin. Grjótbera má hliðarveggi, en ekki yfirfallið.

Myndin sýnir þröskuld steinsteyptrar stíflu. Lárétu steypustyrktarjárnin og vinkiljárn yfirfallsbrúnar skulu ná 20 cm inn í hliðarveggi.

Hliðarveggirnir eru ekki sýndir hér. Rétt er að þeir hafi hallann 10:1 straummegin, eins og þröskuldurinn, en aftur á móti 1:1 undan straumi. Hæfileg þykkt þeirra efst er 20 cm.



V-laga yfirfall séð straummegin.

úr timbri; í þröngum giljum er þó oft hagkvæmara að steypa hana. Tekið er úr henni fyrir V-laga skarðinu. Á stífluna straummegin er boltaður eða skrúfaður járnvinkill úr 3 mm þykkum og 10 cm breiðum járnrenningum, sem hafa verið soðnir í rétt horn.

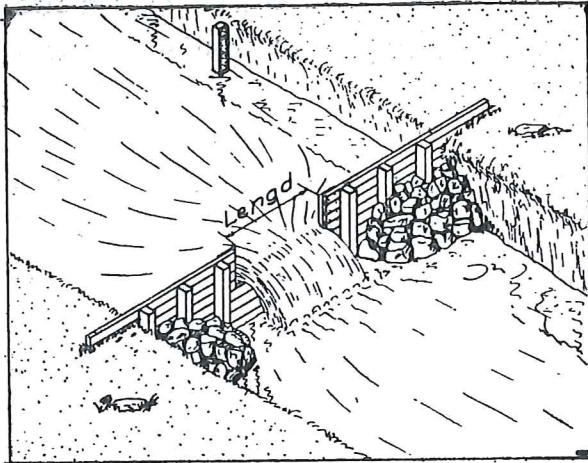
Gæta ber þess að bolta hann þannig á stífluna, að jáрниð standi hvarvetna um 1 cm inn fyrir tréð, því að af innri brún vinkilsins, sem er hvöss, á vatnið að fossa án þess að snerta tréð. Lengd hvers rennings skal vera 1,25 til 1,60 m eftir stærð lækjarins, sem mæla á. Þröskuldurinn frá skarðinu og niður í botn lónsins má ekki vera undir 50 cm, helzt meira, ef um nokkurt verulegt vatn er að ræða.

Þótt klaki og snjór grúfi yfir er auðvelt að mæla lítið rennsli örugglega með þessari gerð yfirfalla.

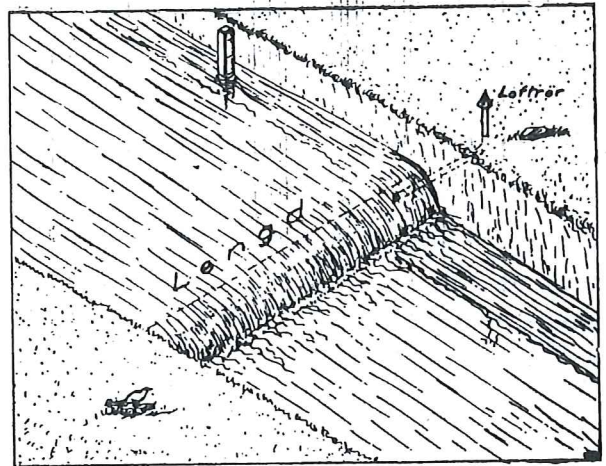
Á fremstu síðu er mynd af stíflu með V-laga yfirfalli.

**Rétthyrnings-
yfirföll.**

Rétthyrningsyfirföll henta í stóra læk og smáar ár. Greina ber á milli tveggja tegunda rétthyrningsyfirfalla, eins og eftirfarandi myndir sýna. Munurinn er sá, að yfirfall annarrar gerðarinnar nær aðeins yfir hluta af breidd farvegsins, þ. e. a. s. yfirfallið er skarð í stífluna, það hentar í ár með ávala



Stífla með yfirfallsskarði.



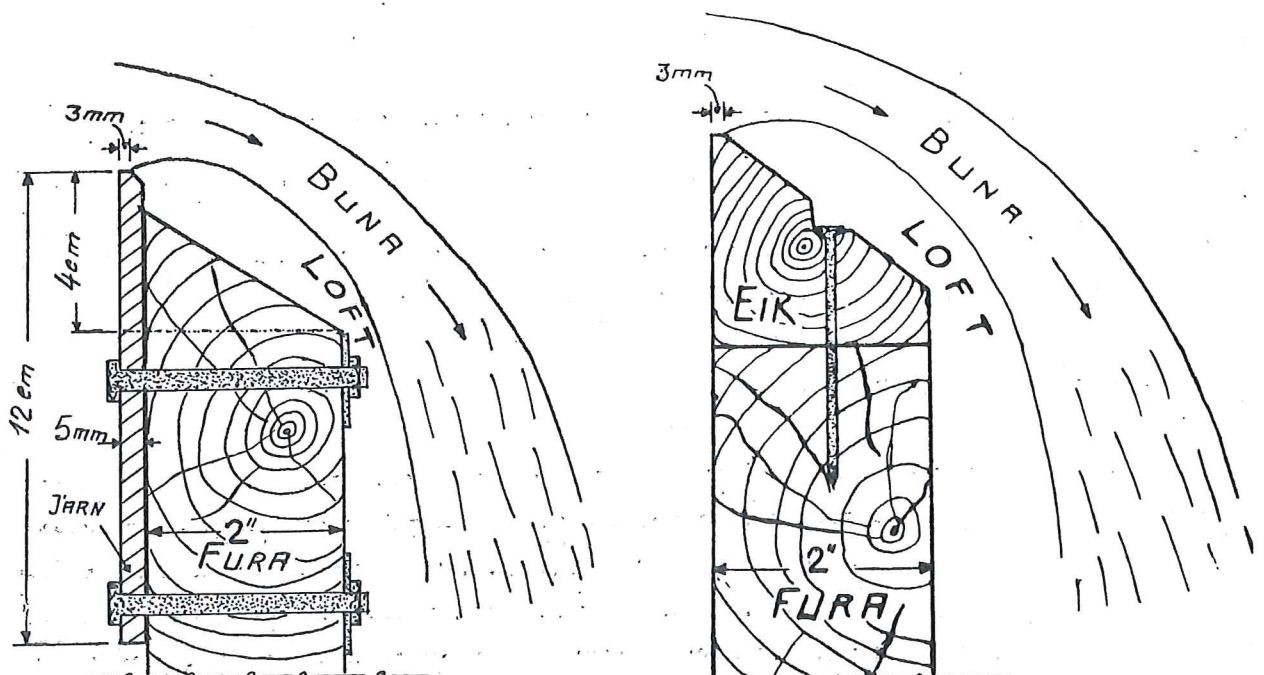
Yfirfallið full farvegsbreidd.

bakka. Hin tegundin er að því leyti frábrugðin, að þar nær yfirfallið alla leið yfir ána, eða með öðrum orðum farvegurinn heldur fullri breidd. Sú tegund hentar í farvegi með lóðréttum veggjum, t. d. steypa skurði.

Sjálf yfirfallsbrúnin á að vera skörp straummegin, með 3 mm stalli og svo sniði undan straumi, því að vatnið á að fossa fram af yfirfallinu, þannig að loft leiki stöðugt undir buninni. Bunan má ekki renna niður bakhlið stíflunnar.

Á vetrum nauða ísjakar við yfirfallsbrúnina, svo að áriðandi er að hún sé úr járni eða harðviði, eins og myndirnar sýna. Veggir stífluskarða skulu einnig vera með skörpum brúnum straummegin.

Á yfirföllum með „fullri farvegsbreidd“ haldast bakkarnir óbreyttir hjá yfirfallinu, en æskilegt er, að farvegurinn víkki strax neðan við



yfirfallið. Ef svo er ekki, þarf að leiða loft eftir röri undir bununa, að öðrum kosti sýgst bunan að stíflunni og þá gildir yfirfallsformúlan ekki lengur.

Lengd yfirfallsins er valin með hliðsjón af stærð árinna, eða allt frá einum upp í 10 metra. Rétt er að hafa lengdina ríflega. Í fyrsta lagi sökum þess, að mælingin verður nákvæmari, ef lengdin er mikil í hlutfalli við vatnshæðina, svo fremi, að hæðin fari ekki undir 5 cm. Og í öðru lagi er stífla með löngu yfirfalli öruggari í flóðum.

Þröskuldshæðin skiptir miklu máli eins og taflan ber með sér. Dýpt lónsins skal höfð sem aðstæður leyfa með góðu móti.

Eftirlit. Lesa skal og skrá vatnshæðina helzt daglega og eigi sjaldnar en tvisvar í viku. Gæta ber þess, að stíflan sé þétt og að vatnshæðarmælirinn sé réttur. Möl, sem berst í lónið, verður að moka burt.

Nauðsynlegt er að brjóta allan ís, sem sezt á yfirfallsbrún og lónið á vetrum. Vatnið verður að hafa ótruflaða framrás, til þess að mælingin sé rétt. Muna verður, að tilgangur mælinganna er að gefa heildarmynd af vatnsrennslinu allt árið og ár eftir ár.

Færa verður skýrslurnar greinilega. Eyðublöðin geta litið þannig út:

Skýrsla um vatnsmælingar í

Ár dags.	Álestur cm	Rennsli l/sek.	Veðurlýsing Vindar, hiti, úrkoma	Athugasemdir

Notkun töflunnar Nægilegt er að taka vatnshæðarálestur við V-laga yfirfall og slá svo upp í töflunni:

bls. 10—11.

Dæmi: Sé vatnshæðin (álesturinn) 15 cm er rennslið í læknum 12 l/sek. Við álestur 60 cm 380 l/sek. o. s. frv.

Á sama hátt gefur taflan rennslið um eins metra löng rétthyrnings yfirföll.

Dæmi: Taflan sýnir 650 l/sek. rennsli um 1 m langt stífluskarð með þröskuldshæð 80 cm, þegar álesturinn er 52 cm. En aftur á móti 726 l/sek. fyrir sömu yfirfallslengd, þröskuldshæð og álestur, þegar lengd yfirfallsins er full farvegsbreiddin.

Framh. á bls. 12.

Rennslí um yfirföll í lítrum á sekúndu.

Álestur Vatnshæð í cm	V-laga yfirfall	Rétthyrnings yfirföll, lengd 1 m								Álestur Vatnshæð í cm
		Í skarði, samdráttur við jaðra				Full farvegsbreidd, enginn sam- dráttur við jaðra				
		Pröskuldshæð cm				Pröskuldshæð cm				
		30	50	80	150	30	50	80	150	
1	—	3	3	3	3	3	3	3	3	1
2	—	6	6	6	6	6	6	6	6	2
3	0,2	10	10	10	10	10	10	10	10	3
4	0,5	15	15	15	15	15	15	15	15	4
5	0,8	21	21	21	21	21	21	21	21	5
6	1,3	27	27	27	27	27	27	27	27	6
7	1,9	34	34	34	34	34	34	34	34	7
8	2,6	41	41	41	41	42	41	41	41	8
9	3,5	49	49	49	49	50	49	49	49	9
10	4,6	58	57	57	57	59	58	58	58	10
11	5,8	67	66	65	65	68	67	67	67	11
12	7,2	76	75	74	73	78	77	76	76	12
13	8,5	86	85	83	82	89	87	86	86	13
14	10	97	95	93	92	100	98	96	96	14
15	12	107	105	103	102	111	109	106	106	15
16	14	118	116	113	112	123	120	117	117	16
17	16	130	127	124	122	135	132	129	128	17
18	19	142	138	135	133	147	144	141	140	18
19	22	154	150	146	144	160	157	153	152	19
20	25	167	162	157	155	173	170	165	164	20
21	28	180	174	169	167	187	184	177	176	21
22	32	194	187	182	179	201	198	190	188	22
23	35	208	199	195	191	217	212	203	201	23
24	39	222	212	208	204	233	226	217	215	24
25	43	236	226	221	217	249	241	232	228	25
26	48	251	240	234	220	265	256	247	242	26
27	53	266	254	247	234	282	272	262	257	27
28	57	282	269	261	258	300	288	277	272	28
29	63	298	284	277	272	318	304	292	287	29
30	69	314	299	291	286	336	321	308	303	30
31	75	330	314	305	300	354	337	324	319	31
32	81	347	329	319	314	372	354	341	335	32
33	87	364	344	334	328	391	371	358	351	33
34	93	381	359	348	342	410	389	375	367	34
35	100	398	374	363	356	429	407	392	383	35
36	107	415	390	378	371	449	425	409	400	36
37	115	432	406	393	386	469	444	427	417	37
38	123	450	422	408	400	490	463	445	434	38
39	131	468	439	424	415	511	482	463	451	39
40	140	487	456	440	430	533	502	481	468	40
41	148	506	473	456	445	555	522	500	485	41
42	157	525	491	473	460	577	542	518	502	42
43	166	545	509	490	475	600	563	537	520	43
44	175	565	527	507	491	623	584	556	538	44
45	185	585	545	524	507	646	605	576	557	45
46	195	606	564	542	523	670	627	596	576	46
47	206	627	583	560	540	694	649	617	595	47
48	217	648	602	578	557	719	671	638	615	48
49	228	669	621	596	574	744	694	660	635	49
50	240	691	640	614	592	770	717	682	655	50

Rennsli um yfirföll í lítrum á sekúndu (framh.).

Álestur Vatnshæð í cm	V-laga yfirfall	Rétthyrnings yfirföll, lengd 1 m								Álestur Vatnshæð í cm
		Í skarði, samdráttur við jaðra				Full farvegsbreidd, enginn sam- dráttur við jaðra				
		Pröskuldshæð cm				Pröskuldshæð cm.				
		30	50	80	150	30	50	80	150	
51	253	713	660	632	609	795	740	704	676	51
52	266	736	680	650	626	820	764	726	697	52
53	279	759	700	668	644	846	788	748	718	53
54	292	782	720	686	662	872	812	771	740	54
55	305	805	741	705	680	900	836	794	762	55
56	319	827	762	724	697	929	860	817	784	56
57	334	850	783	743	715	958	885	840	806	57
58	349	873	804	762	733	987	911	863	829	58
59	364	897	825	781	751	1015	937	886	852	59
60	380	921	846	800	770	1045	963	910	875	60
61	396	945	867	819	788	1075	990	935	898	61
62	412	970	888	838	806	1105	1015	960	921	62
63	428	995	910	858	824	1135	1040	985	944	63
64	445	1020	931	878	842	1165	1070	1010	967	64
65	462	1045	953	898	860	1200	1095	1035	990	65
66	480	1070	976	919	878	1235	1120	1060	1015	66
67	498	1100	1000	940	896	1265	1150	1085	1040	67
68	517	1125	1020	960	915	1300	1175	1110	1060	68
69	536	1150	1045	980	934	1330	1205	1135	1085	69
70	555	1175	1065	1000	953	1365	1235	1160	1110	70
71	575	1200	1090	1020	972	1400	1265	1180	1135	71
72	595	1225	1110	1045	991	1435	1295	1205	1160	72
73	615	1250	1135	1065	1010	1470	1325	1230	1185	73
74	636	1280	1160	1085	1030	1500	1355	1260	1210	74
75	657	1310	1180	1105	1050	1535	1390	1290	1235	75
76	678	1335	1205	1125	1065	1570	1420	1315	1260	76
77	700	1365	1225	1145	1085	1605	1450	1345	1285	77
78	722	1395	1250	1170	1105	1635	1480	1375	1310	78
79	745	1425	1275	1190	1125	1670	1510	1405	1340	79
80	769	1450	1300	1210	1145	1700	1540	1435	1365	80
81	793	1480	1320	1235	1170	1735	1575	1465	1395	81
82	817	1510	1345	1255	1190	1770	1610	1500	1420	82
83	842	1535	1370	1280	1210	1805	1645	1525	1450	83
84	867	1565	1395	1300	1230	1845	1680	1555	1480	84
85	893	1590	1420	1325	1250	1885	1715	1585	1505	85
86	919	1620	1445	1345	1270	1925	1750	1620	1535	86
87	945	1650	1470	1370	1290	1970	1785	1650	1560	87
88	972	1675	1500	1390	1310	2010	1820	1680	1590	88
89	1000	1705	1525	1415	1330	2055	1860	1710	1620	89
90	1030	1735	1550	1435	1350	2100	1895	1740	1650	90
91	1060	1765	1575	1460	1370	2145	1935	1770	1680	91
92	1090	1795	1600	1480	1395	2185	1970	1800	1710	92
93	1120	1825	1630	1505	1415	2230	2010	1835	1740	93
94	1150	1860	1660	1525	1435	2275	2050	1870	1770	94
95	1180	1890	1690	1550	1455	2320	2090	1905	1800	95
96	1210	1920	1720	1570	1475	2370	2130	1940	1830	96
97	1240	1955	1750	1595	1500	2415	2170	1970	1860	97
98	1270	1990	1780	1615	1520	2460	2215	2000	1890	98
99	1300	2020	1810	1640	1540	2510	2258	2040	1920	99
100	1340	2050	1840	1660	1560	2560	2300	2075	1950	100

Þetta 76 l/sek. minna rennsli um skarðið orsakast af samdrætti vatnsins við jaðrana, þegar það verður að beygja fyrir hliðarveggina um leið og það steypist fram úr lóninu.

Þegar yfirfallslengdin er eitthvað annað en 1 m, verður að taka tillit til þess við notkun töflunnar.

Rennsli um yfirföll, sem halda fullri farvegsbreidd, helst í réttu hlutfalli við lengd þeirra. Þannig fer tvöfalt meira vatn um 2 m langt heldur en 1 m og þrefalt um 3 m o. s. frv.

Öðru gegnir varðandi rennsli um stífluskörð. Þar verður að reikna rennslið um lengdarfrávik yfirfallsins frá einum metra eftir töflunni um „fulla farvegsbreidd“. Þetta þarf aðgæzlu við, en er augljóst, þegar hugleitt er, að rýrnun rennslisins af völdum samdráttarins við jaðrana er tekin til greina strax á fyrsta metranum.

Dæmi: Stífla, sem nær þvert yfir á, er með 2,5 m löngu skarði fyrir miðju, þröskuldshæð 80 cm og álestur 74 cm. Þá er rennslið skv. töflunni:
 $1085 + 1260 \cdot 1,5 = 2975$ l/sek.

Annað dæmi: Skarð í stíflu í smálæk er aðeins 60 cm langt. Þröskuldshæð 30 cm og álestur 19 cm. Þá fæst rennslið skv. töflunni:
 $154 \div 160 \cdot 0,4 = 90$ l/sek.

Rennslið um V-laga yfirföll er reiknað eftir jöfnu prof. H. W. King: $Q = Kh^{2,47}$. Sé Q rennslið í rúmmetrum á sekúndu og vatnshæðin h talin í metrum, er stuðullinn $K = 1,34$.

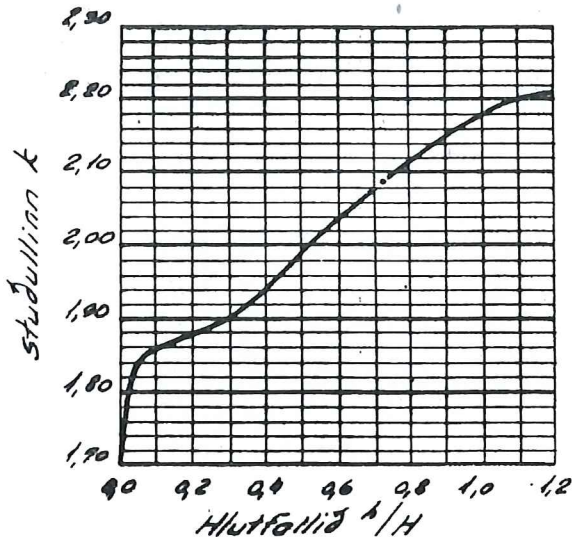
Rétthyrningsyfirföllin eru reiknuð út eftir Rehbock-jöfnu $Q = k l h \sqrt{h}$. l er lengd yfirfallsins í metrum, k er breytilegur stuðull, h vatnshæðin í metrum. Hér eru nokkur gildi á k fyrir hærri gildi á h en taflan að framan nær yfir.

Álestur Vatnshæð í m	Stuðullinn k												Álestur Vatnshæð í m
	Í skarði, samdráttur við jaðra						Full farvegsbreidd, enginn samdráttur við jaðra						
	Þröskuldshæð í m						Þröskuldshæð í m						
	0,3	0,5	0,8	1,5	3,0	∞	0,3	0,5	0,8	1,5	3,0	∞	
1,0 ...	2,05	1,84	1,66	1,56	1,49	1,43	2,56	2,30	2,08	1,95	1,86	1,79	1,0
1,2 ...	2,06	1,82	1,63	1,50	1,43	1,36	2,72	2,40	2,15	1,98	1,88	1,79	1,2
1,5 ...	2,06	1,79	1,57	1,42	1,33	1,25	2,95	2,56	2,25	2,02	1,90	1,79	1,5

Dæmi: Yfirfall með hliðarstöplum er 8 m langt, þröskuldshæð 1,5 m, álestur 1,34 m. Þá er $Q = 1,46 \cdot 1,34 \sqrt{1,34} + 2,00 \cdot 7 \cdot 1,34 \cdot \sqrt{1,34}$. Gildið á $1,34 \sqrt{1,34}$ er 1,55 samkvæmt töflunni á bl. 14. $Q = 24 \text{ m}^3/\text{sek}$.

II. Rennsli hjá rafstöðvum.

Rennsli um ávöl stífluyfirföll.



$$Q = \frac{2}{3} \mu L h \sqrt{2gh}$$

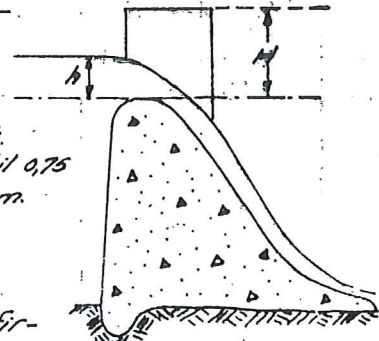
Þar sem:

Q er rennsli í m^3/sek .
 μ er stúðull frá 0,6 til 0,75
 L er lengd yfirfalls í m.
 h er vatnshæð í m.

Sé H vatnshæðin (dýpið) í m, sem yfirfallið er reiknað fyrir, og

$$k = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g}, \quad g = 9,82 \text{ m/s}^2$$

$$\text{þá er: } Q = k L h \sqrt{h}$$



Rennsli um op á stíflum.

$$a \cdot b = F$$

F er stærð opsins í fermetrum (m^2). Þegar opið er ofan vatnsborðs undan straumi, þá er h hæðin í metrum frá yfirborði vatnsins ofan stíflunnar og niður að opinu miðju. Aftur á móti er h mismunur vatnsstöðunnar ofan og neðan stíflunnar talinn í metrum, þegar opið er einnig undir vatnsfleti undan straumi.

Sé Q rennslið í teningsmetrum á sekúndu (m^3/sek), þá finnst rennslið eftir líkingunni: $Q = 3,5 \cdot F \cdot \sqrt{h}$.

Finna má \sqrt{h} með venjulegum rótarútdrætti, en handhægara er þó að deila með h í tilheyrandi gildi töflunnar á bls. 14.

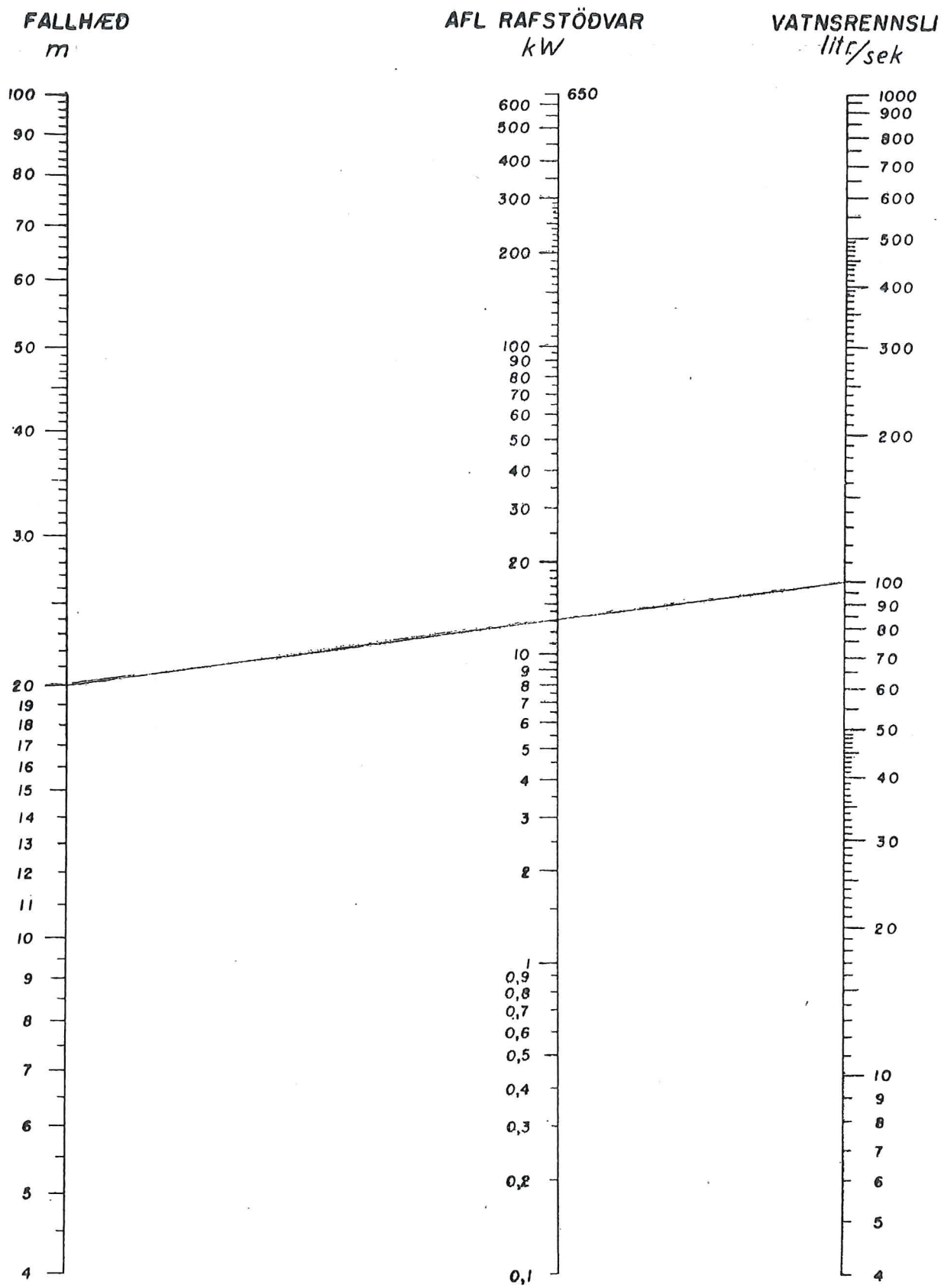
Nokkur gildi á h/\sqrt{h} .

h	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,000	0,001	0,003	0,005	0,008	0,011	0,015	0,019	0,023	0,027
0,1	0,032	0,037	0,042	0,047	0,052	0,058	0,064	0,070	0,076	0,083
0,2	0,089	0,096	0,103	0,110	0,118	0,125	0,133	0,140	0,148	0,156
0,3	0,164	0,173	0,181	0,190	0,198	0,207	0,216	0,225	0,234	0,244
0,4	0,253	0,263	0,272	0,282	0,292	0,302	0,312	0,322	0,333	0,343
0,5	0,354	0,364	0,375	0,386	0,397	0,408	0,419	0,430	0,442	0,453
0,6	0,465	0,476	0,488	0,500	0,512	0,524	0,536	0,548	0,561	0,573
0,7	0,586	0,598	0,611	0,624	0,637	0,650	0,663	0,676	0,689	0,702
0,8	0,716	0,729	0,743	0,756	0,770	0,784	0,798	0,812	0,826	0,840
0,9	0,854	0,868	0,882	0,897	0,911	0,926	0,941	0,955	0,970	0,985
1,0	1,00	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08	1,09	1,11	1,12	1,14
1,1	1,15	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25	1,27	1,28	1,30
1,2	1,32	1,33	1,35	1,36	1,38	1,40	1,41	1,43	1,45	1,47
1,3	1,48	1,50	1,52	1,53	1,55	1,57	1,59	1,60	1,62	1,64
1,4	1,66	1,67	1,69	1,71	1,73	1,75	1,76	1,78	1,80	1,82
1,5	1,84	1,86	1,87	1,89	1,91	1,93	1,95	1,97	1,99	2,01
1,6	2,02	2,04	2,06	2,08	2,10	2,12	2,14	2,16	2,18	2,20
1,7	2,22	2,24	2,26	2,28	2,30	2,32	2,34	2,36	2,38	2,40
1,8	2,42	2,44	2,46	2,48	2,50	2,52	2,54	2,56	2,58	2,60
1,9	2,62	2,64	2,66	2,68	2,70	2,72	2,74	2,76	2,79	2,81
2,0	2,83	2,85	2,87	2,89	2,91	2,94	2,96	2,98	3,00	3,02
2,1	3,04	3,07	3,09	3,11	3,13	3,15	3,17	3,20	3,22	3,24
2,2	3,26	3,29	3,31	3,33	3,35	3,38	3,40	3,42	3,44	3,47
2,3	3,49	3,51	3,53	3,56	3,58	3,60	3,63	3,65	3,67	3,70
2,4	3,72	3,74	3,77	3,79	3,81	3,84	3,86	3,88	3,91	3,93

Einingum breytt.

Eining A	Stuðull C	Stuðull D	Eining B
Metrar (m)	100	0,01	Centimetrar (cm)
Fermetrar (m ²)	10000	0,0001	Fercentimetrar (cm ²)
Teningsmetrar (m ³)	1000	0,001	Lítrar (dm ³)
Kilóvött	1,36	0,736	Hestöfl
Kilóvött	1,34	0,746	Hestöfl, bresk
Kilóvött	8760	0,00011416	kW-tímar á ári
Rennsli 1 l/sek.	86400	0,00001157	Lítrar á sólarhring
Metrar	3,28	0,305	Fet (feet)
Fermetrar	10,76	0,093	Ferfet (sq. ft.)
Teningsmetrar	35,3	0,0283	Teningsfet (cu. ft.)
Pumlungar (inches)	2,54	0,39	Centimetrar
Teningsfet (cu. ft.)	28,3	0,0353	Lítrar
U. S. gallon	3,785	0,264	Lítrar
Imperial gallon	4,54	0,22	Lítrar
Mílar, breskar	1,609	0,62	Kílómetrar

Pegar A er breytt í B, er einingarfjöldi A margfaldaður með C.
 — B — — — A, — — — B — — — D.



Afl rafstöðvar finnst á miðstrikinu með því að tengja fallhæðina og rennslið með reglustriku.

Dæmi: Fallhæð 20 m, vatnsrennsli 100 l/sek. Tengilinan sýnir þá 13 kW.

