

EKSAMENSOPPGAVE

Fag: IRB36012 000 Vann- og miljøteknikk

Lærer: Geir Torgersen 483 50 480

Grupper: Bygg	Dato: 18.12.13	Tid: 0900 - 1300
Antall oppgavesider: 5	Antall vedleggsider: 5	
Sensurfrist: 14.01.14		
Hjelpemidler: Utdelt lommekalkulator		
Merknad: Alle deloppgaver (a, b, c osv.) teller 10 % hver Aktuelle formler er vist i vedlegg 1 og 2.		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Oppgave 1 – VANN

- a) Hvor mye vann er det vanlig å bruke pr. dag for en person i Norge (til vask, kjøkken, toalett mv)?

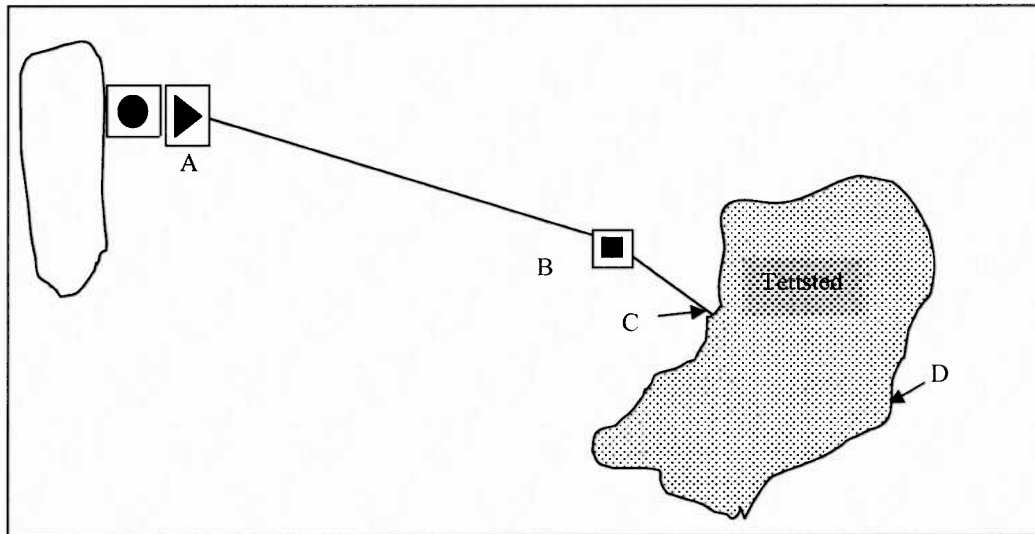
Det totale vannforbruket til en by, kan betegnes Q_{total} , og i Q_{total} inngår mer enn bare vann til husholdningene hjemme. Forklar hvilke kategorier som må regnes med i Q_{total} .

Hva menes med maksimal timefaktor (k_{maks})?

Vis med to skisser og forklar hvordan du vil tro at timefaktoren vil variere over et døgn på en vanlig hverdag (f.eks. i dag onsdag 18. desember 2013) hvis man måler

- 1) en vanlig norsk by med ca. 50 000 innbyggere
- 2) et nybygd lite boligfelt med ca. 50 personer

Skissen nedenfor viser et planlagt vannforsyningsystem i en norsk by fra vannkilde til tettsted.



Figur 1: Skisse over vannforsyningsystemet

Nivå høydebasseng (B) topp vannstand	kt, 130
Høyde pkt. C (høyeste punkt i tettstedet)	kt 95
Høyde pkt. D (laveste punkt i tettstedet)	kt 45
Årlig vannforbruk (målt ved A)	600 000 m ³ /år
Maks timefaktor k_{maks}	1,8
Maks døgnfaktor f_{maks}	1,6
$Q_{brannvann}$	12 l/s
Lengde B-C	700 m
Lengde C-D	1700 m
f (friksjonskoeffisient) i ledningene	0,02

Tabell 1: Nøkkeldata vannforsyningsystemet

- b) Forklar hvorfor dimensjonerende vannmengde Q_{dim} trolig ikke vil være den samme for ledningen A-B som på ledningen B-C.

Regn ut Q_{dim} for ledningen B-C inkl. brannvann.

Vanntrykket ved pkt. C skal være minimum 25 mVS. Det skal legges PVC, PN10-ledning fra B til C. Med utgangspunkt i tabell 2, hvilken ledningsdimensjon må du da velge?

Trykkklasse	PN 10
Dimensjon (d_n)	Veg-gtykkelse (e_n)
110 mm	4,2 mm
160 mm	6,2 mm
250 mm	9,6 mm
315 mm	12,1 mm
400 mm	15,3 mm

Tabell 2: Aktuelle PVC ledninger

- c) Hva er viktig å vurdere når man skal bestemme plassering av et høydebasseng (generelt og ikke bare bassenget som er vist i figur 1)?

Høydebassenget i B skal dimensjoneres. Bassenget skal ha:

- Reserve for 1 døgn med maksimalt døgnforbruk.
- Utjevningsvolum tilsvarende 40 % av forbruket i et normaldøgn.
- Brannvann til brannslukking tilsvarende 12 l/s i 4 timer.

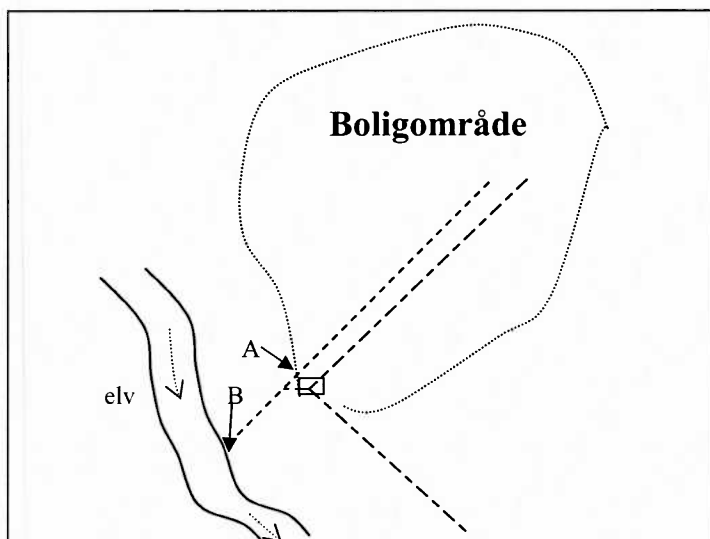
Hva er nødvendig bassengvolum (målt i m^3)?

- d) Et vannforsyningsystem inndeles normalt i flere trykksoner. Hva er årsaken til at nettet deles inn i trykksoner, hva er det som bestemmer trykket inn i en trykksone og hva er det som er felles for to hus i samme trykksone?

I tettstedet som er vist i figur 1 skråner terrenget jevnt nedover fra C til D. Kommunen ønsker at abonnentene skal ha et vanntrykk mellom 25 og 80 mVS. Er det behov for å dele inn tettstedet i flere trykksoner? Begrunn svaret.

Oppgave 2 - AVLØP

Figur 2 viser et boligområde som er under prosjektering. Nøkkeldata for et ferdig utbygd område er vist i tabell 3. IVF-kurver som passer for dette boligområdet er vist i vedlegg 3, og Colebrooks diagram er i vedlegg 4.



Figur 2: Skisse over avløpssystemet i boligfeltet

	Enhet	Størrelse
Areal	ha	30
Avrenningskoeffisient	ϕ	0,5
Konsentrasjonstid	min	20

Tabell 3: Nøkkeltall for boligområdet

- a) I denne kommunen har man vedtatt at overvannssystemet skal dimensjoneres ut fra kurven i vedlegg 3 for et gjentaksintervall/returperiode på 20 år. Det skal legges betongrør fra A til B. Fallet på røret er 7 ‰ og ruheten $k = 1,0$ mm. Det finnes betongrør med diameter for hver 100 mm (200 mm, 300mm, 400mm osv. opp til 2000 mm.) Det antas at den rasjonelle formel gjelder for dette feltet.

Hva menes i denne sammenhengen med gjentaksintervall (returperiode)?

Hvilken dimensjon er nødvendig på røret fra A til B?

- b) Boligområdet som er vist på figur 2 ligger utenfor en stor by. Separatsystemet som er planlagt fra dette boligfeltet vil lengere nede tilknyttes et gammelt avløpsnett og vil bli et såkalt *ikke-virksomt separatsystem*. Hva menes med det?

I sentrum av denne byen har man fellessystem og store problemer med kjelleroversvømmelser når det regner mye. Allikevel anbefaler fagpersoner at man beholder fellessystemet i stedet for å grave opp og separere avløpsnettet i sentrum av byen. Forklar hvilke andre tiltak man da kan gjøre for å redusere faren for kjelleroversvømmelser?

- c) I renseprosessen i et kjemisk avløpsrenseanlegg inngår følgende trinn før slambehandlingen (oppgitt i tilfeldig rekkefølge):
sedimentering - sandfang - flokkulering - tilsetning fellingkjemikalier - rister
Plassér de ulike trinnene i riktig rekkefølge slik de er plassert i renseanlegget og forklar kort hva som skjer i hvert av trinnene.

De viktigste prosesstrinnene i slambehandling i et kjemisk avløpsrenseanlegg er hygienisering og stabilisering. Forklar hva som skjer i de to trinnene.

Når man skal måle hvor godt avløpsvann blir rensert i et kommunalt avløpsrenseanlegg, er det blant annet viktig å måle fosforinnholdet. Hva er problemet med høye fosforutslipp?

- d) Et avløpsrør har en innvendig diameter $\varnothing 400$ mm og en kapasitet på $Q = 200$ l/s (fullt rør).

Hvor stor er vannhastigheten i røret når det går fullt?

Bruk delfyllingsdiagram i vedlegg 5. Hva er vannhastigheten når vannføringen er 20 l/s?

Oppgave 3 RENOVASJON

- a) Hva innebærer kravet om avfallsplan for bygge- og anleggsnæringen?

Bortsett fra at det er et krav, hvorfor er det fornuftig å lage en slik plan?

Ved rivning og rehabiliteringsarbeider skal det lages en miljøsaneringsplan/
miljøsaneringsbeskrivelse. Hva innebærer det?

- b) Selv om det er lite avfall som i dag går til deponi, er det fortsatt en del miljøproblemer knyttet til drift av avfallsdeponi. Beskriv disse og hvordan man kan redusere ulempene med dem.

FORMELARK 1 – IRB 36012 Vann- og miljøteknikk

(ikke alle formlene er nødvendige å bruke i eksamensbesvarelsen)

VANNFORBRUK

Variasjonsfaktorer vannforbruk:

f er døgnfaktor, Q_d er døgnforbruk

k er timefaktor, Q_h er timeforbruk

$$f_{maks} = \frac{Q_{d maks}}{Q_{d midlere}}$$

$$f_{min} = \frac{Q_{d min}}{Q_{d midlere}}$$

$$k_{maks} = \frac{Q_{h maks}}{Q_{h midlere}}$$

$$k_{min} = \frac{Q_{h min}}{Q_{h midlere}}$$

HYDRAULIKK Bernoullis likning

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h_{tap}$$

I praktiske problemstillinger innen vannforsyningen kan likningen forenkles til:

$$z_1 + h_1 = z_2 + h_2 + \Delta h_{tap}$$

Der:

z_1 er kotehøyden i pkt 1, z_2 i pkt 2

h_1 er trykkehøyden i pkt 1, h_2 i pkt 2

Δh_{tap} er trykktapet fra 1 til 2

Kontinuitetslikningen:

$$Q = V \cdot A$$

Q = Vannføring (m³ / sek)

V = Vannhastighet (m / sek)

A = Tverrsnittsareal (m²)

Darcy Weissbachs formel:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Her er: h_f = falltap i m

L = ledningslengde i m

D = ledningsdiameter i m

v = vannhastigheten i m/s

g = gravitasjonskonstanten m/s²

f = friksjonskoeffisienten

Kombinasjon av Kontinuitetslikningen og Darcy Weissbachs formel for å finne diameter

$$D^5 = \frac{f \cdot L \cdot Q^2 \cdot 8}{g \cdot \pi^2 \cdot h_f}$$

FORMELARK 2 –

IRB 36012 Vann- og miljøteknikk

(ikke alle formlene er nødvendige å bruke i eksamensbesvarelsen)

AVLØPSMENGDER

Dimensjonerende avløpsmengder
spillvannsledninger

• $Q_{dim} = Q_{midl} * f_{maks} * k_{maks} + Q_{inf}$
 Q_{inf} = maksimal infiltrasjonsmengde
 $f_{maks} = Q_{maks\ dogn} / Q_{midl\ dogn}$
 $k_{maks} = Q_{maks\ time} / Q_{midlere\ time}$

fellesledninger

• $Q_{dim} = Q_{midl} * f_{maks} * k_{maks} + Q_{inf} + Q_o$
 Q_o = overvannsmengde

Spesifikt vannforbruk måles ofte i l/p*d

- q_p = spesifikt privat forbruk
- q_T = spesifikt totalforbruk

Hvis Q_T er totalforbruket for et år målt i m³/år. Da er midlere spesifikke forbruk q_T (med enhet l/p * d)

$$q_T = \frac{Q_T \cdot 10^3}{365 \cdot p}$$

Beregning av overvannsmengde

Rasjonelle formel $Q = \phi A I$

Q = Avrent vannføring fra bydelen i liter pr. sekund. (liter / s)

ϕ = Forholdet mellom avrent nedbør på overflaten og total nedbørmengde.

A = Området innenfor vannskillene rundt feltet i ha.

I = Nedbørintensitet i liter pr. sekund og ha (l/s ha).

Konsentrasjonstid

t_k er konsentrasjonstiden er tiden en regndråpe bruker fra den faller helt i ytterkant av feltet til den når frem til utløpet av feltet.

$t_k = t_s + t_r$ der

- t_s er strømningstid på overflaten frem til et sluk
- t_r er strømningstiden i rorene

SELVRENSING

Hydraulisk radius

$R = \frac{A}{P}$



A = "Vått" areal av tverrsnittet

P = "Lengden av den "våte" periferien i tverrsnittet

For et fylt rør er: $R = \frac{A}{P} = \frac{\pi \cdot (\frac{D}{2})^2}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4}$

Jevnt fordelt skjærspenning:

$$\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot I$$

τ_0 = jevnt fordelt skjærspenning i N/m²

γ = vannets spesifikke vekt i N/m³

$\gamma = \rho \cdot g = 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 10^4 \text{ N/m}^3$

$R = A/P$ = hydraulisk radius i m

$I = \sin \alpha$ = helning i m/m

(Vi forutsetter at helningsvinkelen α er såvidt liten at vi kan sette $\sin \alpha = I$, dvs. helningen på bunnen.)

Gjennomsnittlig skjærspenning for fylte rør

$$\tau_{fylt} = \gamma \cdot \frac{D}{4} \cdot I$$

Maksimal skjærspenning:

$$\tau_{maks} = 4 \cdot \frac{h}{D} \cdot (1 - \frac{h}{D}) \cdot \gamma \cdot \frac{D}{4} \cdot I$$

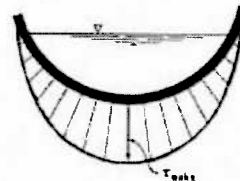


Fig. 5.5. Skjærspenningen varierer langs den våte periferi.

OVERLØP

Kritisk overløp



Vannføring til overløpet: $Q_T = Q_S + Q_{inf} + Q_o$

Overvannsmengden Q_o er kritisk:

$Q_o = \phi \cdot A \cdot i$ (den rasjonelle formel)

(For enkelthets skyld benevnes: $\phi \cdot A = A_{red}$ redusert areal)

Når Q_T har nådd en bestemt grense trer overløpet i funksjon.

Denne vannføringen kalles kritisk vannføring Q_{TKr} :

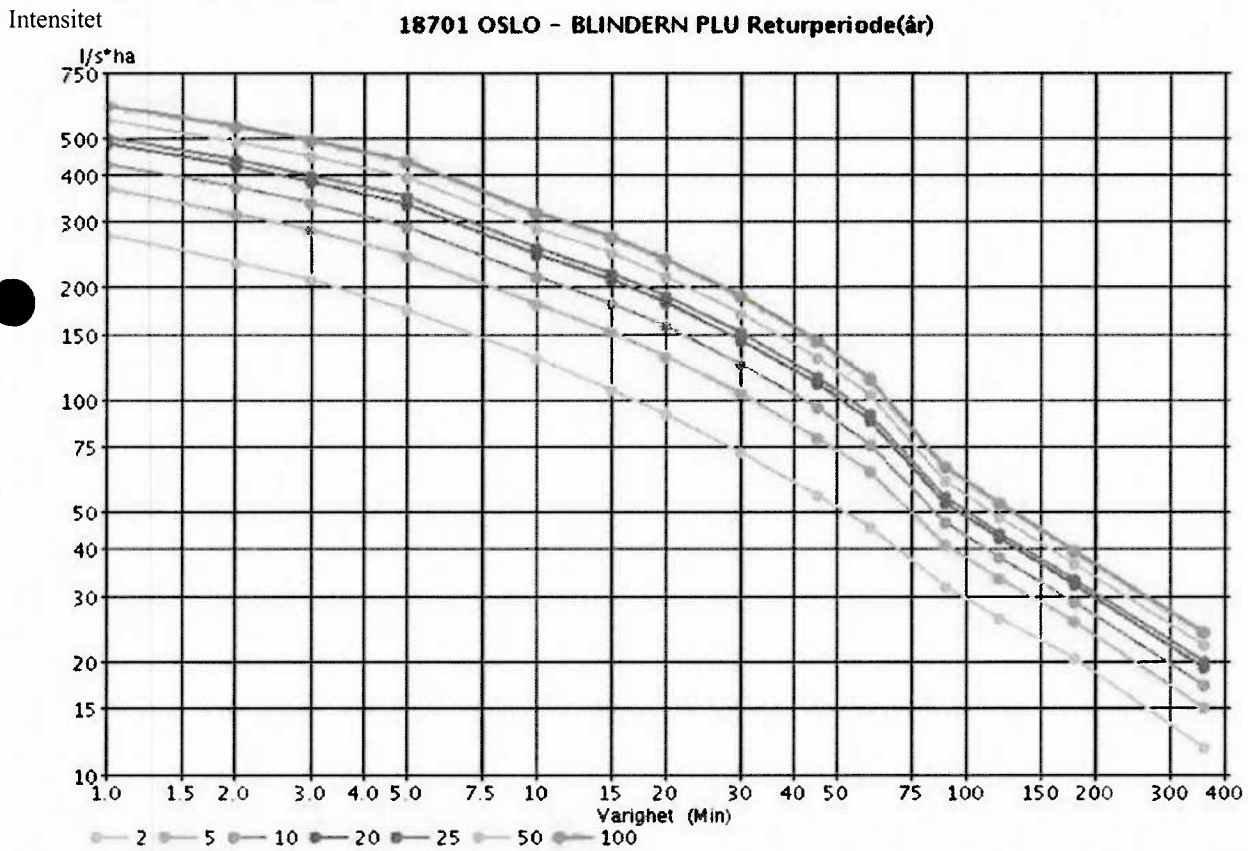
$Q_{TKr} = Q_S + Q_{inf} + (A_{red} * i_{kr})$

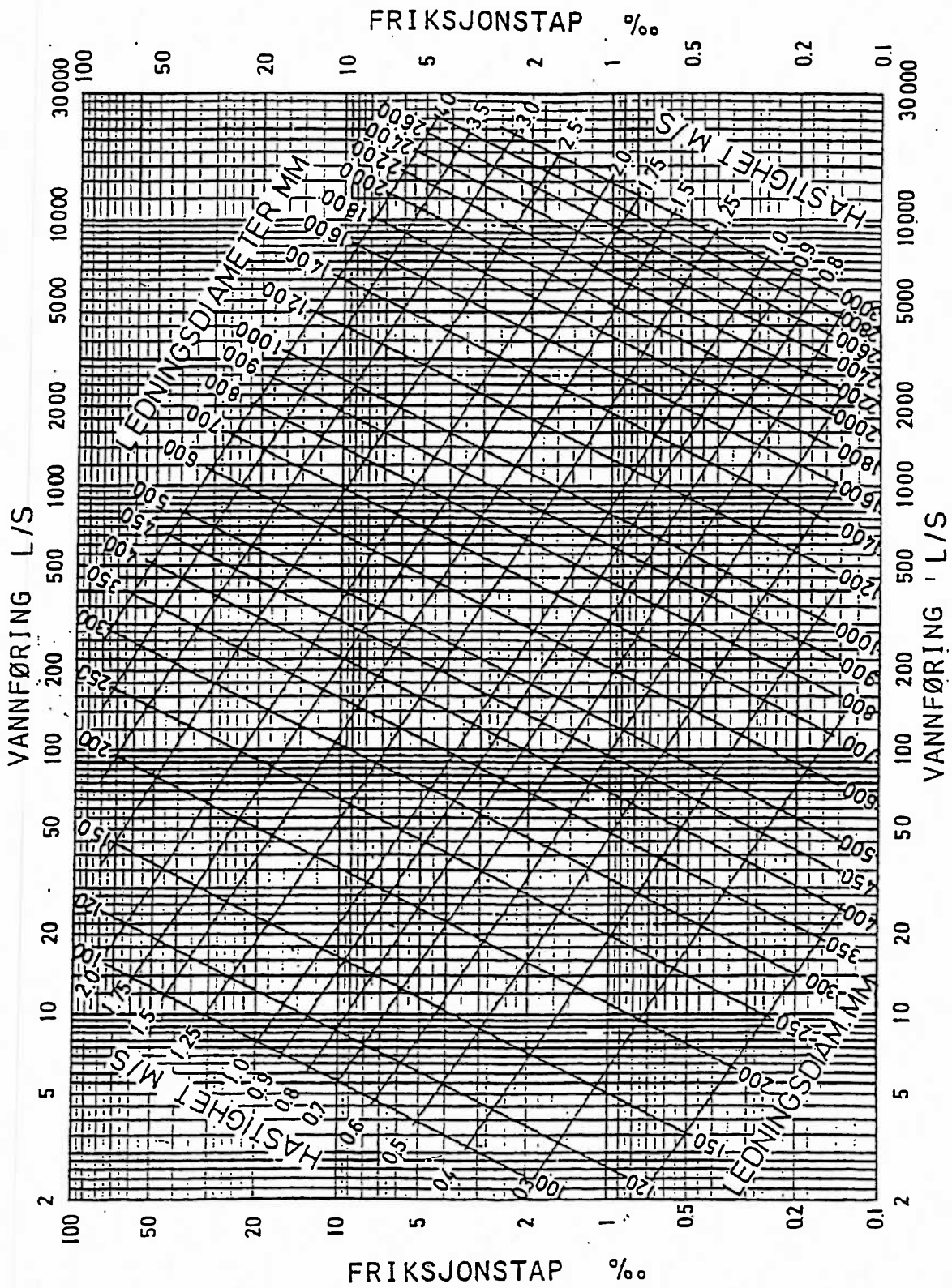
i_{kr} er den kritiske regnintensiteten målt i l/s*ha. Når $i > i_{kr}$ trer overløpet i funksjon

Overløpsinnstilling

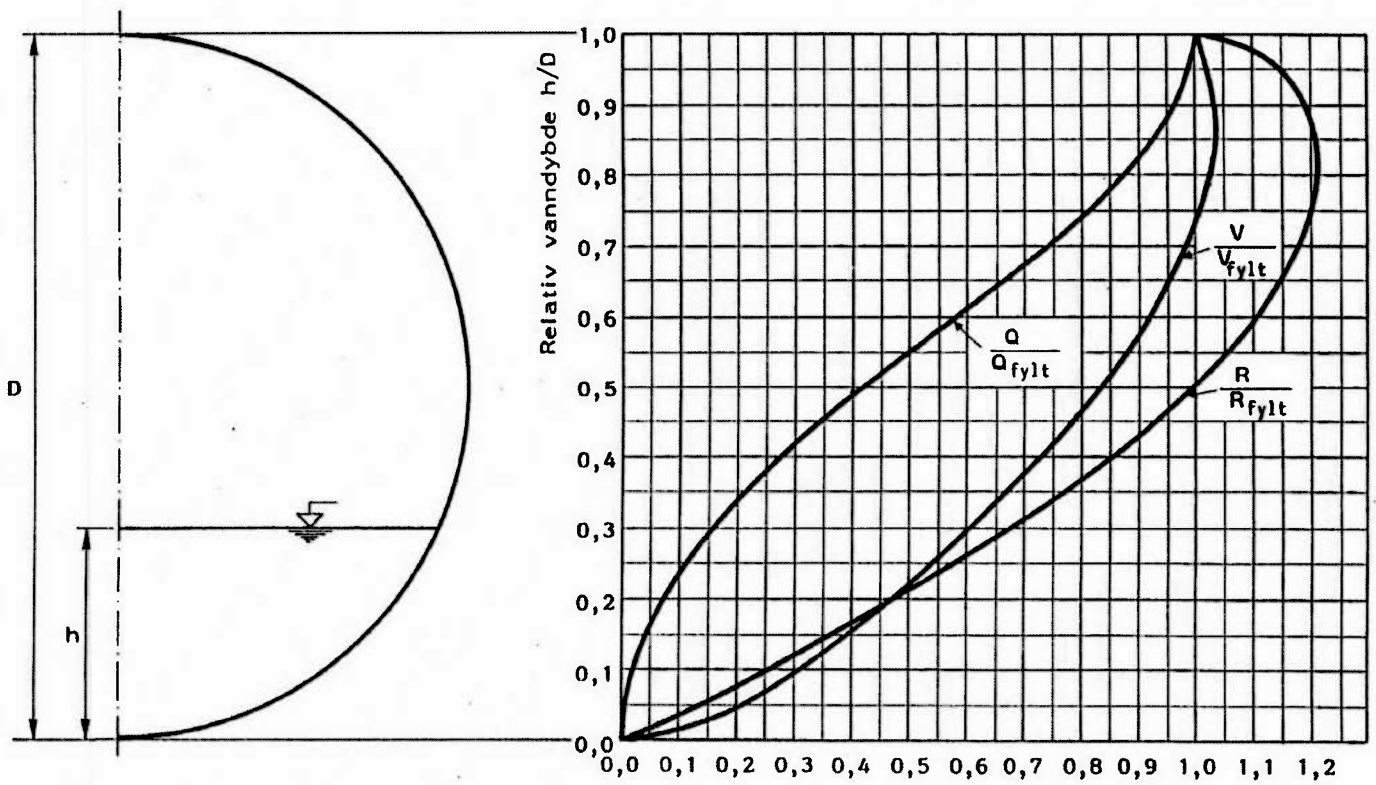
$n = \frac{Q_{TKr}}{Q_S}$

IVF kurve for Blindern
Periode: 1968-2008





Trykktapsdiagram for fylte rørledninger etter Colebrooks formel med ruhet $k = 1,0 \text{ mm}$



$\frac{Q}{Q_{fylt}}, \frac{V}{V_{fylt}}, \frac{R}{R_{fylt}}$

Kurvene er tegnet opp etter formelen : $\frac{Q}{Q_{fylt}} = 0,46 - 0,5 \cos(\pi \frac{h}{D}) + 0,04 \cos(2\pi \frac{h}{D})$ og $R_{fylt} = \frac{D}{4}$

Kurvene for Q og V angir de empiriske/effektive verdiene.