

EKSAMENSOPPGAVE – Ny eksamen

Fag: IRB36012 000 Vann- og miljøteknikk

Lærer: Geir Torgersen

Grupper: Bygg	Dato: 20.06.13	Tid: 0900 - 1300
Antall oppgavesider: 4	Antall vedleggsider: 4	
Sensurfrist: 11.07.13		
Hjelpemidler: Utdelt lommekalkulator		
Merknad: Alle deloppgaver (a, b, c osv.) teller 10 % hver unntatt oppg 1b som teller 20 %. Aktuelle formler er vist i vedlegg 1 og 2.		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Oppgave 1 – VANN

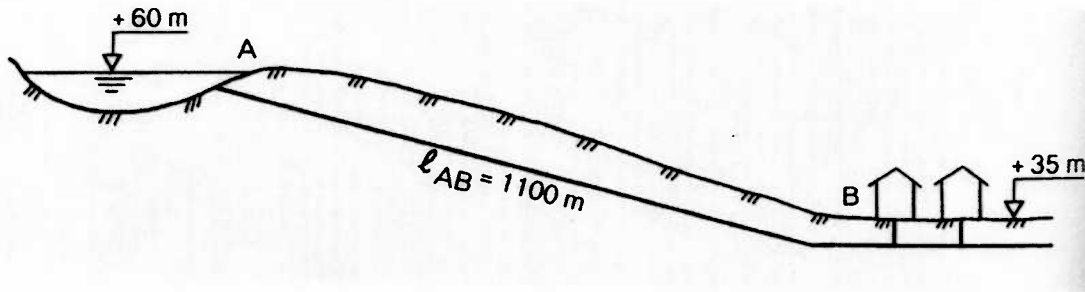
- a) Hvor mye vann er det vanlig å bruke pr. dag for en person i Norge (til vask, kjøkken, toalett mv)?

Det totale vannforbruket til en by, kan betegnes Q_{total} . I Q_{total} inngår mer enn personforbruket. Forklar hvilke kategorier som må regnes med i Q_{total} .

Hvorfor er maks timefaktor og maks døgnfaktor så viktig nå man skal dimensjonere vannforbruket?

Vis med en skisse hvordan timefaktoren kan variere over et døgn og hvordan døgnfaktoren kan variere over et år for et vannforsyningssystem i et lite tettsted på Østlandet.

b)



Figur 1

Vi skal dimensjonere en vannledning på 1100 meter fra vannmagasinet ved A til forbruksstedet ved B. $Q_{\text{dim}} = 15,0 \text{ l/s}$, og trykket i B skal ikke være mindre enn 20 mVS. Dette er vist i figur 1. Friksjonskoeffisienten f settes til 0,02, og vi ser bort fra singulærtapene. Finn nødvendig dimensjon på denne overføringsledningen.

Det skal benyttes PVC trykrør (Indre og ytre diameter for denne rørtypen er vist under). Aktuelle diametere å velge mellom vil være:

- 160 mm (utvendig diameter) → 160 mm / 144,6 mm (innvendig diameter)
- 225 mm (utvendig diameter) → 225 mm / 203,4 mm (innvendig diameter)
- 280 mm (utvendig diameter) → 280 mm / 253,2 mm (innvendig diameter)
- 315 mm (utvendig diameter) → 315 mm / 285,0 mm (innvendig diameter)

Beregn nødvendig rørdiameter på overføringsledningen ut fra listen over.

Hva blir trykket i forbruksstedet B ved maksimalt forbruk (Q_{dim}) etter at nødvendig rørdiameter er valgt?

I denne oppgaven er det valgt å bruke PVC-rør. Hvilke andre rørmaterialer hadde vært aktuelle å bruke? Forklar kort om fordeler og ulemper med ulike rørmaterialer som brukes til vannledninger.

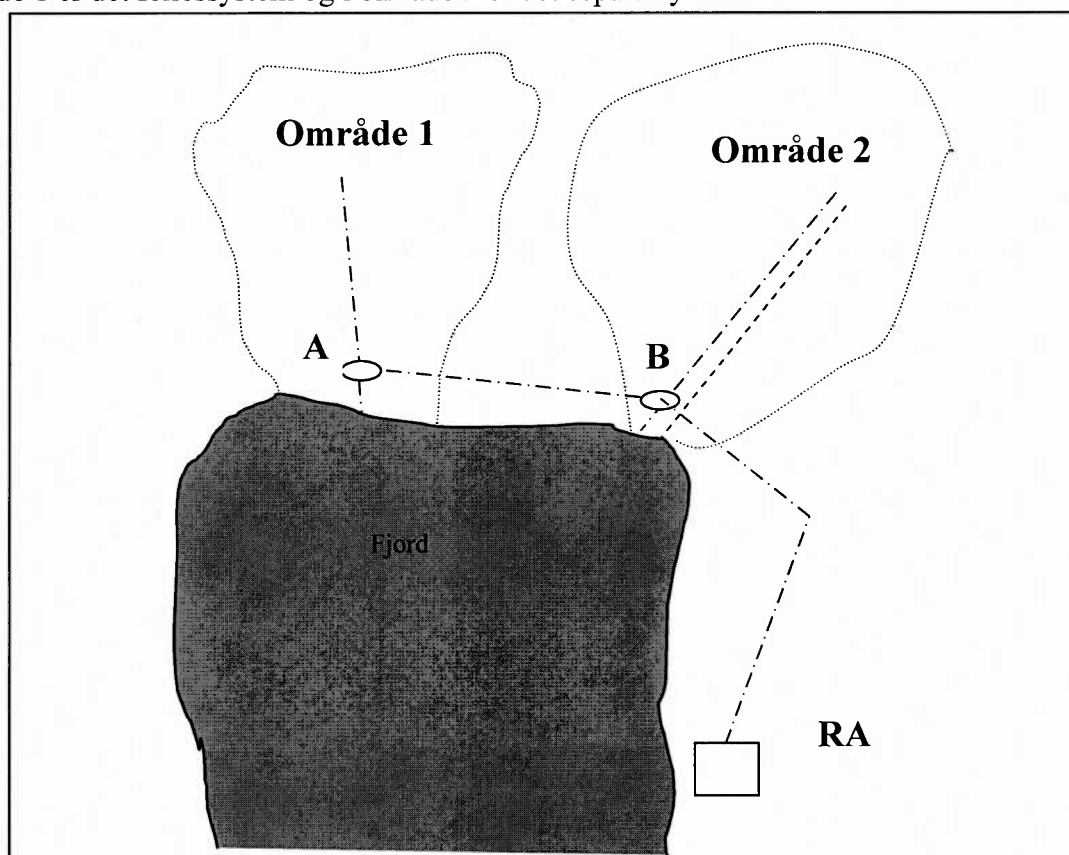
c) Måling av kvalitet på drikkevann deles inn i tre hovedgrupper måleparametere. Det er:

- Fysisk-/kjemiske
- Sensoriske
- Mikrobiologiske

Nevn eksempler på to måleparametere innen hver gruppe. Forklar kort hvorfor det er viktig å måle akkurat de eksemplene du nevner.

Oppgave 2 - AVLØP

Figur 2 viser to boligområder i nærheten av Oslo. Begge områdene er fullt utbygd. Begge områdene skal nå legge ned hvert sitt gamle mekaniske rensesanlegg (ikke vist på figuren). Det skal i stedet bygges et nytt felles rensesanlegg for de to områdene lenger unna (merket RA). I område 1 er det fellessystem og i område 2 er det separatsystem.



Figur 2

Du kan i denne oppgaven velge blant følgende data for områdene som er vist i figur 2 (ikke alle oppgitte data er nødvendige å bruke i oppgaven):

	Enhet	Område 1	Område 2
Antall personer	p	2000	3000
Spesifikk midlere spillvannsmengde (q_s)	l/p·d	200	200
Areal	ha	20	19
Avrenningskoeffisient	ϕ	0,6	0,6
Konsentrasjonstid	min	20	20
Gjentaksintervall	år	20	20

- a) Hva er forskjellen på fellessystem og separatsystem? Vanligvis foretrekkes separatsystem. Hvilke fordeler har separatsystem framfor fellessystem?

Nevn noen eksempler på lokale- og åpne overvannstiltak? Hvorfor foretrekkes dette i mange byområder i dag?

IVF-kurver for begge områdene i figur 2 er vist i vedlegg 3. Det benyttes betongrør. Ruhet for alle ledninger er $k=1,0$ mm. Colebrooks diagram for denne ledningsruheten er vist i vedlegg 4.

- b) Overvannsledningen helt nederst i område 2 føres rett ut i fjorden. Hva er dimensjonerende overvannsmengde for denne ledningen?

Hvis ledningen nederst i område 2 ligger med et fall på 5 ‰, hvilken dimensjon bør denne ledningen ha? (den finnes i dimensjoner fra 100, 200, 300 mm osv. opp til 2000 mm)

- c) Ledningen fra pkt. B til RA skal videreføre 10 ganger midlere spillvannsmengde fra områdene 1 og 2. Ledningen legges med et fall på 7 ‰ fra B til RA. Beregn dimensjonerende vannmengde for ledningen B-RA.

Hvilken dimensjon får denne ledningen? (den finnes i dimensjoner fra 100, 200, 300 mm osv. opp til 2000 mm)

- d) Innen avløpsrensing har vi tre hovedtyper av rensemetoder *Mekanisk, kjemisk og biologisk rensing*. Forklar kort typiske kjennetegn for de tre rensemetodene.

Oppgave 3 RENOVASJON

- a) Avfallshierarkiet (avfallspyramiden) vises ofte som en pyramide med den spisse enden pekende nedover. Denne figuren illustrerer både Norges og EUs prioriteringer innen avfallsområdet. Lag en skisse og forklar prinsippene i avfallshierarkiet.

- b) Forklar hva som menes med følgende begreper innen avfallshåndteringen:

Kildesortering

Bringesystem

Hentesystem

Energigjenvinning

Materialgjenvinning

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 trykkhøyden i pkt 1, h_2 i pkt 2

Δh_{tap} er trykktapet fra 1 til 2

Kontinuitetslikningen:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = \text{Vannføring (m}^3 \text{ / sek)}$$

$$V = \text{Vannhastighet (m / sek)}$$

$$A = \text{Tverrsnittsareal (m}^2\text{)}$$

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

$$f_{maks} = \frac{Q_{maks\ dogn}}{Q_{midl\ dogn}}$$

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

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 spesifikk 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.

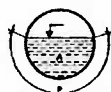
$$t_k = t_s + t_r$$

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

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

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

$R = A/P$ = 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:

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

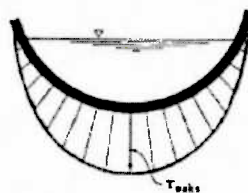
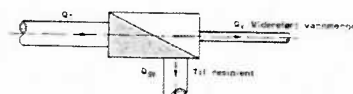


Fig. 5.5. Skjærspenningen varierer langs den våte periferi.

OVERLØP

Kritisk overløp



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

Overvannsmengden Q_o er kritisk:

$$Q_o = \phi * A * I \quad (\text{den rasjonelle formel})$$

(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} :

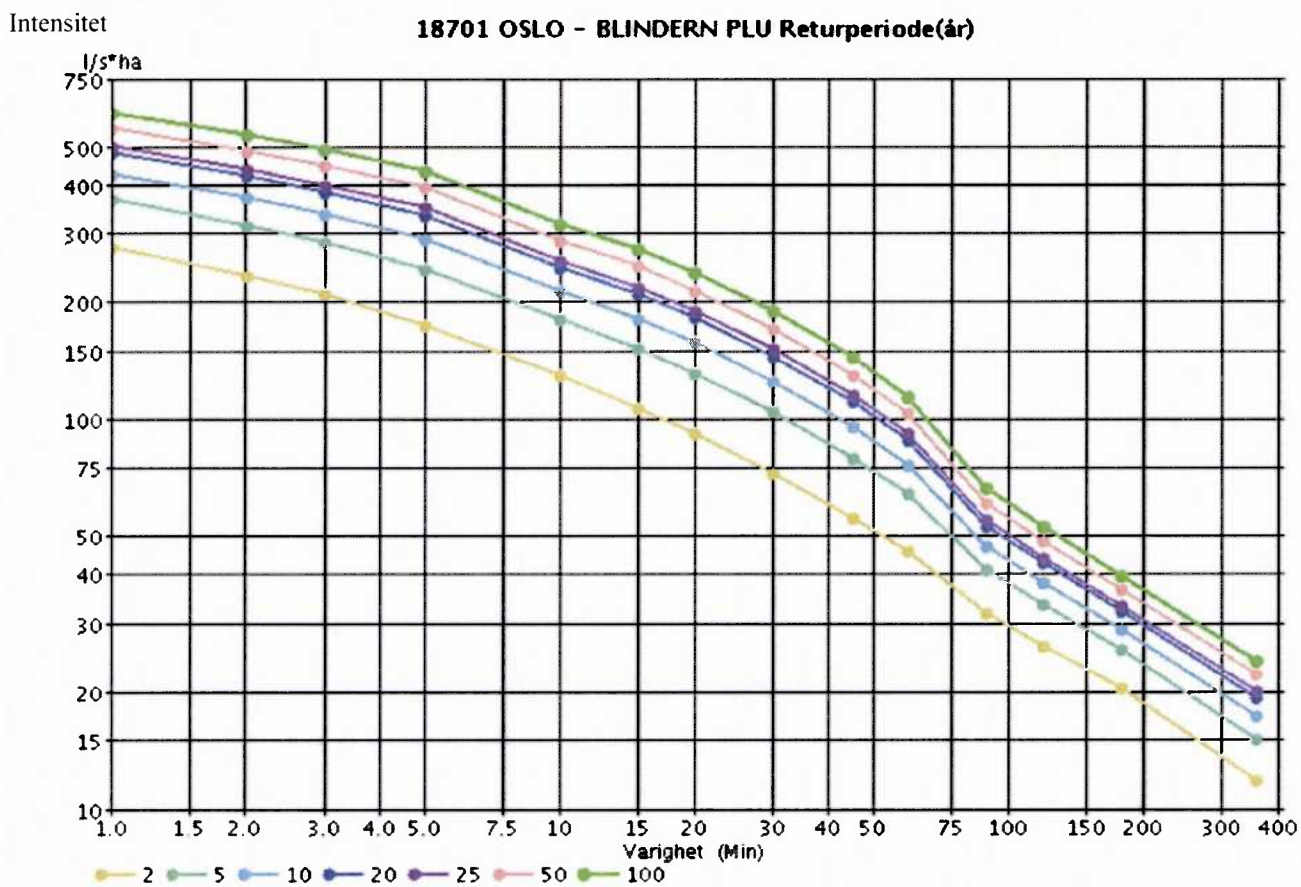
$$Q_{TKr} = Q_S + Q_{inf} + (A_{red} * I_{kr})$$

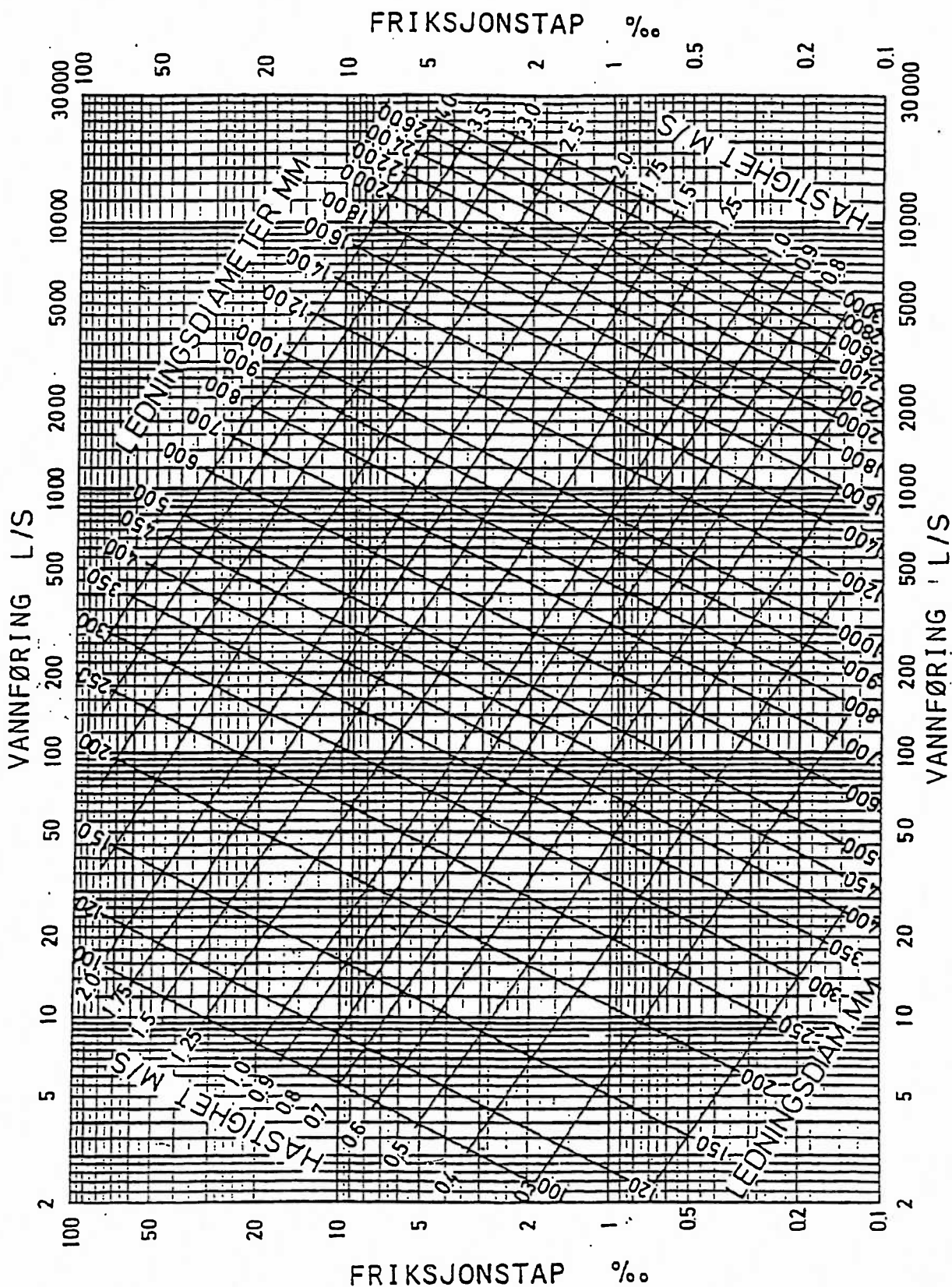
i_{kr} er den kritiske regnintensiteten målt i l/s*ha. Når $i > i_{kr}$, trer overløpet i funksjon

Overløpsinnstilling

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

IVF kurve for Blindern Periode: 1968-2008





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