

BESTEMMELSE AV TORVENS FILTRASJONS- KOEFFISIENT

Av forsøksleder Boris Meshechok

INNLEDNING

For bestemmelse av grøfteavstand ved planlegging av myrgrøfting brukes som kjent både teoretiske formler og empiriske data samlet i det respektive distrikt tidligere.

En av de viktigste parametere i teoretiske formler er filtrasjonskoeffisient k (permeability coefficient, Durchlässigkeitsbeiwert), som karakteriserer torvens gjennomtrengelighet for vann. k uttrykkes vanligvis i cm/min eller meter/døgn.

Ved bruk av empiriske data er bestemmelsen av k ikke obligatorisk. Man har f. eks. materialet for valg av grøfteavstand og grøftedybde for grøfting og skogreising på myr på Østlandet, hvor hensynet til ulike k ble tatt ved inndeling av myrer i 2 grupper. (Meshechok, 1969). En må imidlertid være klar over at bestemmelse av filtrasjonskoeffisienten vil her også tillate å arbeide mer presist med nødvendige korreksjoner ved eventuelle ekstremiteter i jordforholdene.

Derfor tillater jeg meg her å drøfte litt den tekniske siden av en enkel metode for slike k -bestemmelser.

BORHULLMETODE

Som kjent eksisterer mange både laboratorie- og markmetoder for bestemmelse av torvens filtrasjonskoeffisient. I praksis brukes oftest en av markmetodene da de gir mer pålitelige resultater. Den mest enkle er borhullmetoden, basert på observasjoner over vannstigningen i et hull (brønn) boret i torvlaget. Metoden ble foreslått av *Diserens* i 1934, som har gitt også en formel for utregningen av k ved bruk av observasjonsbrønner med diameter på 18—20 cm. Senere har ulike forfattere foreslått mange ulike formler for bestemmelse av k etter borhullmetoden. Spørsmålet er behandlet utførlig i litteraturen (*Pisar'kov*, 1937, *Erkin*, 1940, *Luthin*, 1957, *Verigin*, 1962 m. flere).

En del av disse formlene er kontrollert i senere tid av Institutt for Statens patentekspertise i Sovjet-Samveldet (*Levin*, 1967). Undersøkelsene har vist at de mest nøyaktige resultater ble oppnådd ved bruk av *Erkin's* formel. Avvik fra en komplisert etalonmetode var ikke over 8 %.

Erkin's formel er følgende:

$$k = \frac{3.5 \cdot r^2}{(H + D)t} \cdot \log \frac{y_0}{y},$$

hvor: k — filtrasjonskoeffisient (cm/min)
 H — opprinnelige vanndybde (cm) i boret hull
 r — hullets radius (cm)
 D — hullets diameter (cm)
 t — tiden (min) fra begynnelsen av observasjoner over vannstigning i hullet.
 y_0 og y — vannsenkning i hullet (cm) ved begynnelse av målingene og i moment t .

Borhullmetoden ble mange år brukt på myr av Det norske Skogforsøksvesen (i alt over 400 bestemmelser), men for k -utregningene ble det brukt en annen, mer komplisert formel (*Meshechok* l.c.). Det viste seg senere at k utregnet etter Erkin's formel gav omtrent samme resultater men selve utregningene var enklere.

MARKARBEIDETS TEKNIKK

Hull (brønn) i torven bores med et myr-bor. Den beste bordiameter er 20 cm. Vi har konstruert et spesielt bor (se fig. 1) som er bekvemt å

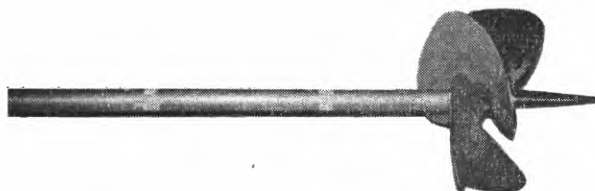
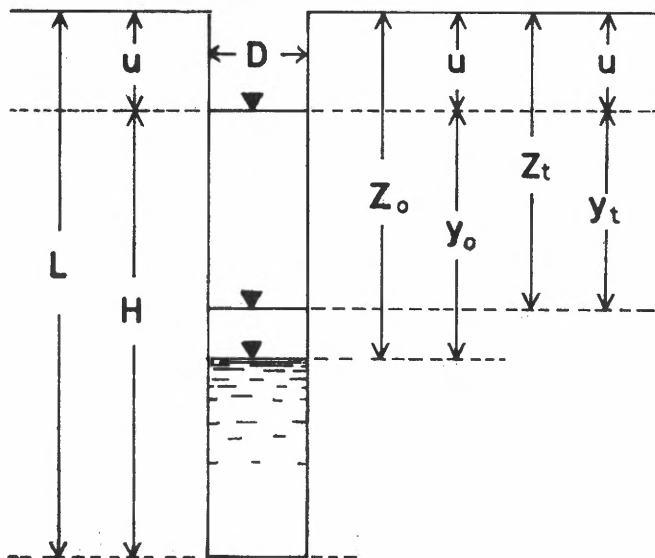


Fig. 1. Myr-bor, diameter 20 cm.

bruke. Det har 1.5 m langt skaft av stålrør med hull nede ved vingene og oppe ved håndtaket. Dette hindrer dannelse av vakuum i brønnen når torven tas opp. To skarpe kniver på vingene hjelper boringen. Dybden av hullet må være omtrent lik antatt grøftedybde eller litt større (vanligvis 1—1.2 m). Det tas med boret 20—30 cm torv ad gangen, men det øverste ca. 20 cm med røtter av bunnvegetasjon er det best å skjære ut og ta opp ved hjelp av en vanlig stikkspade. Hull bores vanligvis et døgn på forhånd, slik at vannstanden i hullet er kommet til grunnvannsnivået og får stabilisert seg før målingene begynnes.

Før senkning av vannstanden i hullet måles og noteres hullets dybde (L) og dybde fra myroverflaten til vannspeilet (u). Vannspeilet senkes raskt mellom 40 og 50 cm. Det er bekvemt å bruke en spesiell sylindrisk bøtte med bred ventil i bunnen. Høyden av bøtten må være 50—60 cm og diameter ca. 15 cm. Straks etter at vannivået i hullet er senket, måles ny dybden til det (Z_0), og klokkeslett noteres (eller stoppeklokke settes i gang). Målingene av Z gjentas først med 5—6 minutters mellom-

rom, senere etter 20—30 minutter (avhengig av hastighet av vannoppstigningen). Det er bekvemt å gjøre alle noteringer på et skjema (eksempel vises på fig. 2).



Nr.	Klokke-slett	Z cm	t min	y cm	$\frac{y_0}{y_t}$	$\log \frac{y_0}{y_t}$	
1	8 ³⁰	70	0	48	1,00	0,000	D = 20 cm
2	8 ³⁶	66	6	44	1,09	0,037	L = 110 cm
3	8 ⁴⁸	61	18	39	1,23	0,090	u = 22 cm
4	9 ⁰⁵	56	35	34	1,41	0,149	H = L ÷ u = 88 cm
5	9 ¹⁷	53	47	31	1,55	0,190	Z = 70 cm
6	9 ⁵⁵	46	85	24	2,00	0,301	$y_0 = Z ÷ u = 48$ cm
							$y_t = Z_t ÷ u =$ cm

Fig. 2.

For praktisk bruk kan Erkin's formel omkrives slik:

$$k = \frac{3.5 \cdot r^2}{H + D} \cdot \frac{\log \frac{y_0}{y}}{t}$$

Komponent $\frac{\log \frac{y_0}{y}}{t}$ kalles «tangens α » og bestemmes grafisk: På y-

aksen avsettes $\log \frac{y_0}{y}$, og på x-aksen — t i minutter. Den rette linje

som går gjennom de avmerkede observasjoner danner med x-aksen vinkelen α . Tar man hvilken som helst punkt på denne linjen og tilsvarende tiden t får man « $tg \alpha$ ». Det forekommer ofte at vannoppstigning i hullet går så raskt i begynnelsen at de første observasjoner danner et buet forløp. I så fall tegnes den rette linje gjennom prikken for de senere observasjoner. For bestemmelse av « $tg \alpha$ » tegnes så en parallell linje gjennom aksenes skjæringspunkt.

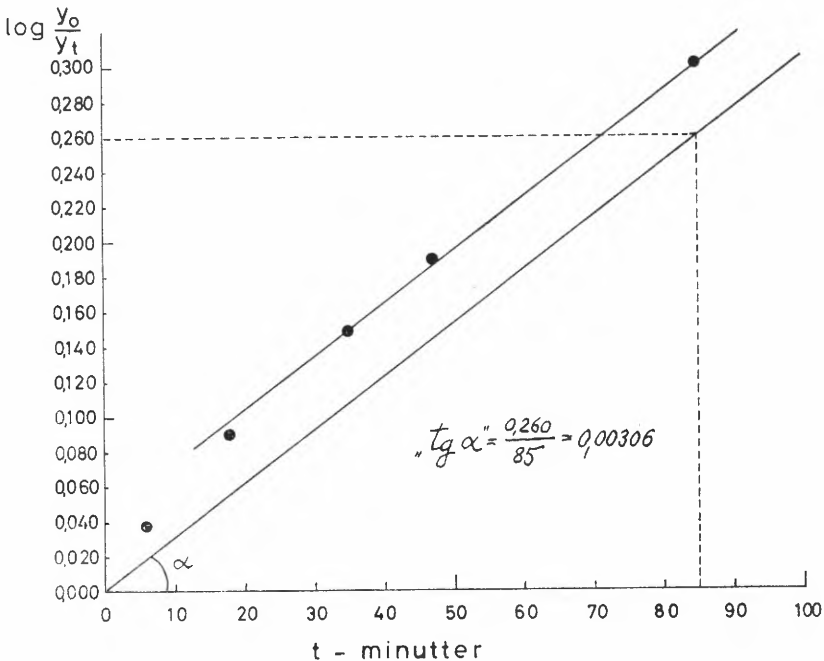


Fig. 3.

For vårt eksempel (fig. 2) blir «tg α » = 0,00306 (se fig. 3) og:

$$k = \frac{3.5 \cdot 10^2}{88 + 20} \cdot \text{tg } \alpha = \frac{350}{108} \cdot 0,00306 = 0,0099 \text{ cm/min}$$

eller 0,143 m/døgn.

De mest pålitelige observasjoner for bestemmelse av «tg α » er de som gjøres mens vannet i hullet stiger fra ca. $\frac{2}{3} y_0$ til $\frac{1}{3} y_0$. Dette tillater å slutte målingene før vannspeilet kommer helt til det opprinnelige nivå, og sparer mye tid.

Men det anbefales å gjøre observasjoner over vannoppstigningen i hvert hull to ganger og bruke det aritmetiske middelet for to k . Den annen senkning av vannspeilet i hullet gjøres selvsagt først etter at vannstanden der ble stabilisert igjen.

FILTRASJONSKOEFFISIENT VED ULIK GRUNNVANNSTAND

Torvens gjennomtrengelighet for vann er avhengig av omdannelsesgraden og tettheten, og varierer innen vide grenser med k fra over 10 meter til under 1 cm pr. døgn. Jo større filtrasjonskoeffisient desto fortere dreneres vann fra torvjorden til grøftene og desto større grøfteavstand kan brukes for å gi den ønskede tørrleggingsgrad.

En vanskelighet er det at ikke bare ulike myrer kan ha forskjellige filtrasjonsevner, men også samme myr har som regel ulike k i ulike dybder fra overflaten. Det øverste svak-omdannede torvsjikt har vanligvis største filtrasjonsevne, men den avtar, som regel, sterkt nedover på grunn av økningen av torvens omdannelse (huminitet, destruksjonsgrad).

Ved bruk av borhullmetoden får man filtrasjonskoeffisienter som en integrert størrelse for hele det torvsjikt hullet er boret i, dog *ikke over grunnvannspeilet*. Derfor gir bestemmelse av k i det samme hull, men ved ulike grunnvannstand ulike resultater. Den bestemte k blir mye større ved høy enn ved lav grunnvannstand. *Erkin* (l.c.) har etter mange bestemmelser fått f.eks. slike middeltall (se tabell 1).

Tabell 1. Filtrasjonskoeffisient ved ulike grunnvannstand (etter *Erkin*, 1940).

Avstand fra myroverflaten til grunnvannspeilet i cm	Filtrasjonskoeffisient i meter/døgn	
	Dal- og overgangsmyrer, tørrlagt 4—12 år siden. Dyrkning av landbruksvekster	Skogkledde myrer, grøftet for 55 år siden
21—30	0.553	0.141
31—40	0.389	0.098
41—50	0.225	0.071
51—60	0.069	0.059

Lundin, (Erkin l.c.) har ved bruk av laboratoriske metoder funnet at filtrasjonskoeffisienten henger sammen med torvens omdannelsesgrad (destruksjonsgrad etter Varlygin) på følgende måte (se tabell 2).

Tabell 2. Torvens destruksjonsgrad og filtrasjonskoeffisient. (Etter Lundin, 1938).

Torvens destruksjonsgrad i %	k cm/sek.	=	k meter/døgn
0	0.01		8.640
5	0.0004		0.346
10	0.00014		0.147
20	0.00006		0.052
30	0.00004		0.035
40	0.000028		0.024
50	0.000019		0.016
70	0.000011		0.010

Omfattende undersøkelser av filtrasjonskoeffisienten på ulike, skogkledde myrer ved ulike dybder til grunnvannspeilet ble utført av Szabo, (1966). Resultatene viste at ved stigende grunnvannsnivå opp til 10—20 cm fra overflaten økes k sterkt (se fig. 4). Liknende bilde har vi fått ved undersøkelser her i landet (Meshechok l.c.).

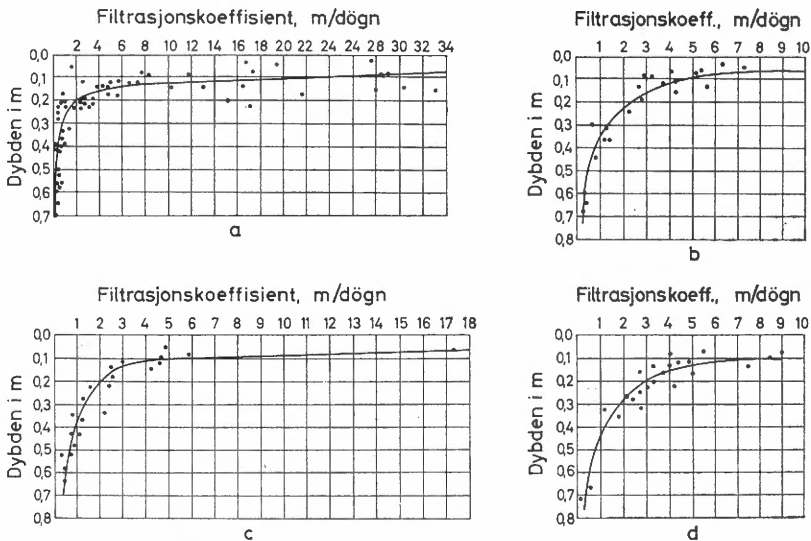


Fig. 4. Filtrasjonskoeffisienter i ulike skogtyper på tørrlagte myrer. (e. Szabo 1966.)

- a. Granskog på grasmyr (Moskvaområdet).
- b. Furuskog på starr-hvitmosemyr (Vologdaområdet).
- c. Furuskog på starr-Phragmitesmyr (Vologdaområdet).
- d. Furuskog på hvitmosemyr av overgangskarakter (Vologdaområdet).

Da bestemmelse av filtrasjonskoeffisienten bør gjøres før grøftingen, er vanligvis den bestemte k mye større enn den ville bli etter tørleggningen, og forskjellen blir selvsagt desto større jo større tørleggingsgraden er.

Antagelig er dette en av årsakene til de skuffelser man av og til får etter planlegging av grøfting bare ved bruk av teoretiske formler, med k bestemt ved høy grunnvannstand. Myrsetting etter tørlegging, med reduksjon av torvens porøsitet som følge, spiller selvsagt her også en viss rolle, men neppe den avgjørende da settingsprosessen hovedsakelig foregår i torvsjikt over grunnvannspeilet (*Svadkovskij*, 1939, *Løddesøl*, 1955) dvs. der hvor gravitasjonsvann beveger seg loddrett nedover uten påvirkning av gradient fremkalt av grøftene.

Det er derfor ofte viktig på en enkel måte å komme frem til en filtrasjonskoeffisient som er representativ for forholdene etter grøfting, eller simpelthen til k for en avtalt dybde for sammenlikning av ulike myrer.

En av de første skritt i denne retning ble gjort av *Maslov*, (1970), som har foreslått en likning for utregning av k i ønsket dybde hvis k for 0.5 meter dybde er kjent. Denne likningen er:

$$k = k_{0,5} e^{-1.3(h - 0.5)}$$

hvor: k = filtrasjonskoeffisient i ønsket dybde h meter,

$k_{0,5}$ — filtrasjonskoeffisient i dybde 0.5 meter

e — grunntall for naturlige logaritmer.

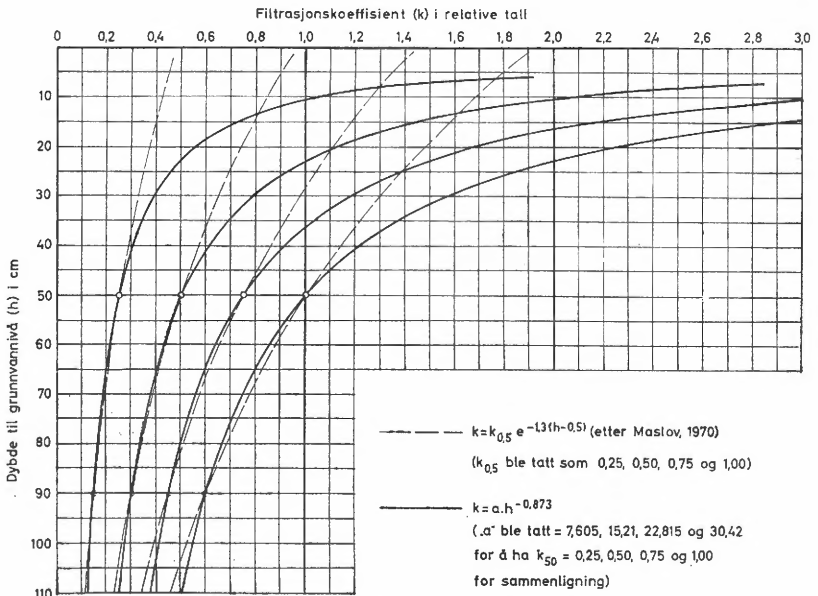


Fig. 5.

Det er av interesse å se nærmere på resultater av denne utregningsmåten. I fig. 5 er 4 kurver for k fremstilt for ulike dybder ved $k_{0.5} = 0.25, 0.50, 0.75$ og 1.00 m/døgn. Disse utgangstall kan også betraktes som relative, og da kan hvilken som helst av disse kurvene tjene til utregning uten at det er nødvendig å kjenne $k_{0.5}$ på forhånd.

Kurvene stemmer stort sett med materialer fra markbestemmelser av k ved ulik grunnvannstand (*Szabo l.c.*, *Meshechok l.c. m.fl.*), dog ikke for k bestemt ved grunnvannspeilet liggende i de øverste 40 cm. I så fall vil overgang til k nedover øyensynlig gi for liten reduksjon. Maslov var antakelig selv klar over dette, da han har satt $k_{0.5}$ som utgangsstørrelse for utregningen.

Det er derfor ønskelig å finne en annen måte for beregning som kan gi mer rimelige resultater også ved k bestemt i marka ved høy (10—30 cm fra myroverflaten) grunnvannstand. Jeg har i det følgende prøvet å komme frem til en slik beregning ut i fra følgende antagelser og for-
enklinger:

1) Reduksjonen av torvens filtrasjonsevne med dybden går gradvis (uten brå endringer betinget av skarpe grenser mellom ulike torvsjikter), og undergitt samme lov, uansett absolutt størrelse av k . Med andre ord: forhold $\frac{k_a}{k_b}$ (hvor a og b er bestemte dybder til grunnvannspeilet) er alltid det samme, mens k_a og k_b kan være ulike for ulike myrer. Denne antagelsen er betingelse også for bruk av Maslov's likningen.

2) Tørrelggnormen (h), dvs. middelavstand fra myroverflaten til grunnvannspeilet midt på teigen i sommertiden utgjør en bestemt del av grøftedybden (D). Denne delen kan være større eller mindre avhengig av grøfteavstand, myrtype osv., men den forandres ikke nevneverdig ved forandring av grøftedybden (hvis ikke grøftebunnen kommer i et vann-tett medium, f.eks. sterk omdannet torv, tung leire osv.). I samsvar med dette blir selvsagt også høyden av grunnvannsbuen (H), i teigen en bestemt del av grøftedybden. Antagelsen er gyldig innen visse grenser og er drøftet tidligere (*Meshechok l.c.*). Den illustreres her med et eksempel (se fig. 6) for to teiger: en 10 m bred med tørrelggnorm = 75 % av D og en annen 22 m bred, med $h = 50$ % av D . For begge teiger gis skjematisk bilde av grunnvannsbuene ved D fra 0.2 til 1.2 m.

3) Vi kan betrakte en tørrelggnorm, og grunnvannsbuen som er knyttet til den, som stabiliserte størrelser (ved jevn nedbør, evapotranspirasjon osv.). Da kan vannavløpet (v) f.eks. fra 1 m^2 midt på teigen bestemmes etter *Darcy's* lov:

$$v = ki$$

og herifra:

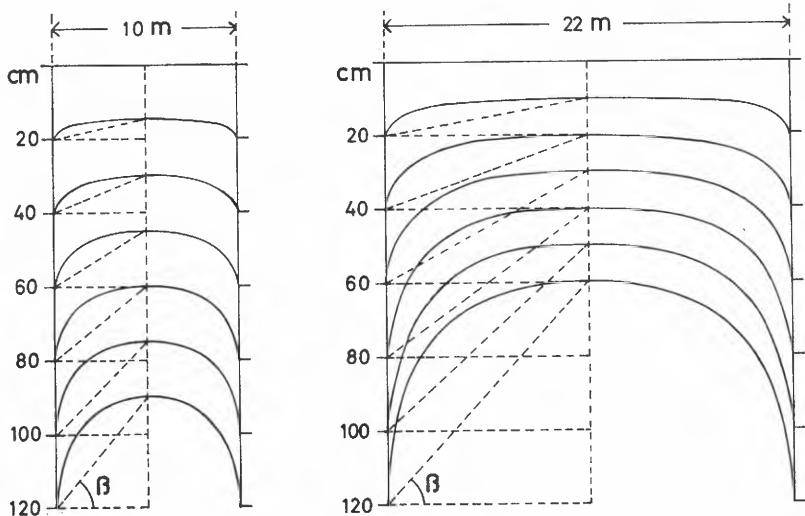


Fig. 6.

$$k = \frac{v}{i},$$

hvor hydraulisk gradient $i = \frac{H}{0,5 A} = \operatorname{tg} \beta$,

(H — høyden av grunnvannsbuen og A — grøfteavstand).

Med disse tre antagelser kan man gå videre. Vannavløpet er lik nedbør minus evapotranspirasjon. Den siste reduseres ved senkning av grunnvannsnivået. Romanov, (1957) har funnet at denne reduksjon øker det indre avløpet på tørrelagte mosemyrer 1.3—1.5 ganger og økningen har rettlinjær karakter. Da disse myrene ble grøftet for dyrkning av landbruksvekster (tørrelagingsnorm nær 1 meter) kan man få sannsynlige korreksjoner for v ved ulike grunnvannstand. Antar man v_0 (ved grunnvannstand liggende ved myroverflaten) = 1.00 kan man bestemme v_h og tilsvarende k_h i relative tall. Relasjonen mellom k ved ulike h blir uforandret uansett hvilke $\operatorname{tg} \beta$, dvs. hvilke H og A tas for utregningen. Dette gjør mulig uttrykke k_h med en almen likning gyldig for ulike myrtyper. Den er følgende:

$$k_h = ah^{-0.873}$$

hvor k_h — filtrasjonskoeffisient i relative tall ved dybden til grunnvannspeilet = h cm.

Antar vi $k_{50 \text{ cm}} = 1.00$ (for sammenlikning med Maslov's kurven ved $k_{0,5 \text{ m}} = 1.00$), blir $a = 30.42$, og likningen blir da:

$$k_h = 30.42 \cdot h^{-0.873}$$

I fig. 5 er fremstilt k utregnet etter denne likningen ved k_{50} cm satt også som 0.25, 0.50 og 0.75 (ved tilsvarende reduksjon av a), for sammenlikning med kurvene tegnet etter Maslov's likning.

Man kan konstatere at begge likningene gir nærmest like resultater for dybder til grunnvannspeilet fra ca. 0.4 meter og nedover. Men for k bestemt ved grunnvannstand i de øverste 30—35 cm gir den siste likningen mer rimelige tall ved utregning av k nedover. Hvilken som helst av fire fremstilte kurver i fig. 5 kan tjene til dette.

Det må bare nevnes at på en urørt myr med ujevn mikrorelieff er det best å unngå bestemmelsen av k i marka ved grunnvannstand helt ved overflaten (i de øverste 5—8 cm). Vann kan da finne tilfeldige veier til hullet med feilaktige resultater som følge.

Ås, desember 1972

Litteratur.

- Diserens, E.* 1934. Beitrag zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Bodens in natürlicher Bodenlagerung. Schweiz. Landw. Monath. 12, 1934: 188—198, 204—212.
- Erkin, G. D.* 1940. Vodopronicaemost'bolot v svjazi s ich osušeniem. (Vanngjennomtrengelighet av myrene i forbindelse med deres tørrlegging). Trudy Vses. n-issl. Inst. Bolotn. choz. 1, 2 : 7—122.
- Levin, M. G.* 1967. Polevoe opredelenie koefficienta filtracii pri meliorativnyh izyskanijach. (Markbestemmelse av filtrasjonskoeffisient ved meliorative undersøkelser.) Vestn. s-choz. nauki. 6, 1967 : 98—105.
- Luthin, J. N.* 1957. Drainage of agricultural lands. Russ. oversettelse. Moskva 1964. 719 s.
- Løddesøl, Aa.* 1955. Orientering om synkningsproblemet på myr. Medd. fra D. n. Myrseiskap, 1, 1955 : 7—36.
- Maslov, B. S.* 1970. Režim gruntovyh vod pereuvlažnennyh zemel' i ego regulirovanie. (Grunnvannsregimet i vannsyk jord og dets regulering.) Moskva. 232 s.
- Meshechok, B.* 1969. Tørrlegging av myr ved ulike grøfteavstand og grøftedybde. Meddr norske SkogforsVes. 27: 227—294.
- Pisar'kov, Ch. A.* 1937. Sravnitel'naja ocenka nekotorych sposobov opredelenija koefficienta filtracii. (Sammenlikning og vurdering av noen metoder for bestemmelse av filtrasjonskoeffisient.) Materialy på podn.pr. s-ch.zem. posr.melioracii V.II. Leningrad 1937: 37—52.
- Romanov, V. V.* 1957. Isparenie s neosušennyh i osušennyh bolot. (Fordunstning fra ugrøftede og grøftede myrer.) Trudy Gos. Gidrologič. Innst. 60, 1957: 20—42.
- Svadkovskij, E.* 1939. Osadka torfa i umen'shenie glubiny osušitel'nyh kanalov na bolotach. (Torvsynkning og reduksjon av grøftedybden på myrene.) Dokl. Akad. S. Ch. Nauk. 23—24, 1939: 56—59.
- Szabo, E. D.* 1966. Novoe v lesoosušenii. (Nytt i skogstørrlegging.) Moskva 1966. 199 s.
- Verigin, N. N.* 1962. Metody opredelenija filtracionnyh svojstv gornych porod. (Bestemmelsesmetoder for filtrasjonsevner av bergarter.) Moskva, 1962: 1—180.