

KABINA, P. und HUSKA, D., Vysoká škola poľnohospodárska Nitra, CSSR

EINFLUSS DER BELASTUNG AUF DEN DURCHLÄSSIGKEITSBEIWERT VON GEOTEXTILIEN
INFLUENCE OF LOADING ON THE VALUE OF THE COEFFICIENT OF PERMEABILITY OF GEOTEXTILES
L'INFLUENCE DU CHARGEMENT SUR LA VALEUR DU COEFFICIENT DE PERMEABILITE DES GEOTEXTILES

*Der Durchlässigkeitsbeiwert ist ein wichtiger Parameter von Geotextilien zur Beurteilung der hydraulischen Randbedingungen eines Geotextil-Boden-Systems. Er wird außer von der Struktur des Geotextils von verschiedenen Faktoren beeinflusst, deren wichtigster die Auflast darstellt, die auf das Geotextil wirkt. Im vorliegenden Beitrag wird über den Einfluß der Auflast auf den k_n -Wert berichtet. Die Untersuchungen wurden an 7 Geotextiltypen, die als Filter um Drainageröhre angeordnet waren, durchgeführt.

EINLEITUNG

Bei der Verwendung von Geotextilien als Konstruktionsmaterial in hydrotechnischer Bauausführung, soweit sie Eigenschaften eines porösen Materials aufweisen, ist es neben anderen Charakteristiken notwendig, auch deren Durchlässigkeitsbeiwert k zu bestimmen.

Beim Erdmaterial und bei den anderen porösen klassischen Baumaterialien wird der k -Wert gewöhnlich in situ bestimmt. Wenn es nicht möglich ist, so wird er in Laborbedingungen an den ungestörten oder gestörten Bodenmustern bestimmt, folglich muss der Projektant selbst aus den gewonnenen Ergebnissen einen entsprechenden Schluss ziehen. Dabei kann man den k -Wert entweder als eine charakteristische Grösse für das gegebene Material bestimmen, oder im Falle der Anisotropie als zwei Werte (k_n , k_p), welche Charakteristiken über das zu untersuchende Material in zwei aufeinander senkrechten Ebenen angeben.

Bei der Einreihung von Geotextilien in die Bauproduktion äusserte sich das Bemühen, die Geo-

textilien ähnlich wie das Erdmaterial nur mit einem k -Wert, im besseren Fall mit den zwei Werten (k_n , k_p) zu charakterisieren. Mit den zunehmenden Erkenntnissen über die Verwendung von Geotextilien unter unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der hydrotechnischen Bauausführung zeigte sich jedoch, dass die zwei angeführten k_n , k_p -Werte für deren Charakterisierung in der künftigen Baukonstruktion nicht mehr ausreichen. Es ist deshalb nötig, den Projektanten auch mögliche Wertänderungen, die durch Auswirkung der Belastung hervorgerufen werden, anzubieten. Es geht um die Belastung, der die Geotextilie nach dem Einbau in die Baukonstruktion, sowie auch den weiteren Einflüssen der Bewegung von einzelnen Bodenkörnern in der Kontaktzone unter entsprechendem hydraulischem und Erddruck ausgesetzt ist. Der Projektant muss weiter darin im klaren sein, ob die Baukonstruktion und deren einzelne Funktionsteile in welche die Geotextilie eingebaut ist, die Änderungen der ursprünglichen k -Werte bei Geotextilien sofort hervorrufen, oder ob diese Änderungen nur schrittweise während der Nutzungsdauer der Baukonstruktion erscheinen. Von Bedeutung ist für den Projektanten weiter die Erkenntnis, ob einige Wertänderungen reversibel sind oder nicht.

Ein direktes Messen der k -Werte bei Geotextilien in situ stösst wegen ihrer kleinen Dicke auf eine Reihe von Schwierigkeiten. Deshalb führen wir in dem vorliegenden Beitrag einige Erkenntnisse aus den Labormessungen der k -Werte und deren Änderungen, die durch den Einfluss der Belastung hervorgerufen werden, auf.

* English summary at the end of the paper.

METHODE UND MATERIAL

Zur Bestimmung des k -Wertes wurde die Prüfvorrichtung LAHYV-150 benutzt, die in der Zusammenarbeit zweier Arbeitsstellen, nämlich des Lehrstuhls für Meliorationen der Landwirtschaftlichen Hochschule Nitra und des Forschungsinstitutes für Textilchemie Žilina konstruiert worden ist. Mit Hilfe dieser Vorrichtung ist es möglich, bei Geotextilien die k_n , k_p -Werte zu messen, die beim entwickelten Druck an die Oberfläche der Geotextilien entstehen. Die Prüfvorrichtung LAHYV-150 (Abb. 1) zeichnet sich durch ihre eigene vollautomatisierte Messfähigkeit aus, was diesen Prozess besonders im Bedarfsfalle wiederholter Messungen bis zum stabilen Zustand beschleunigt, was in den Fällen notwendig ist, wenn die Geotextilie sich innerlich infolge der entwickelten Belastung nur schrittweise konsolidiert. Die Vorrichtung ist mit einem Mechanismus zur Druckauswirkung auf das zu untersuchende Muster im Bereich von 10 bis 600 kPa, mit einem Dynamomesser zum Messen der Druckkraftgrösse, einem Messwerk zum Messen der Dicke von Muster bei gegebenen Druck mit Messgenauigkeit von 0,02 mm, mit einem Nonius zum genauen Ablesen der Druckhöhe am Piezometer, einer beweglichen Einrichtung für die Änderung der Lage des Überlaufgefäßes und mit einem automatischen Messwerk zum Messen der Durchflussmenge durch die zu testenden Textilproben mit Hilfe der Aufnahmeelektroden und Digitalstoppuhr, ausgerüstet. Dabei besteht beim Messen des Durchflusses die Möglichkeit konstante Durchflussmengen im Umfang von 100, 500 und 1000 cm^3 zu wählen.

Beim Messen des k_n -Wertes ist die Anordnung von Textilmustern in der Messwalze nach dem in Abbildung 2 dargestellten Schema gestaltet und das Verhältnis für die Berechnung des k_n -Wertes lautet wie folgt

$$k_n = \frac{V \cdot l}{\Delta H \cdot t \cdot \pi \cdot r_0} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (1)$$

wo V = durchflossenes Wasservolumen durch Geotextilie (m^3)

l = Dicke des Prüfmusters bei entwickeltem Druck (m)

r_0 = Halbmesser des Kreismusters (m)

ΔH = Differenz der piezometrischen Wasser-

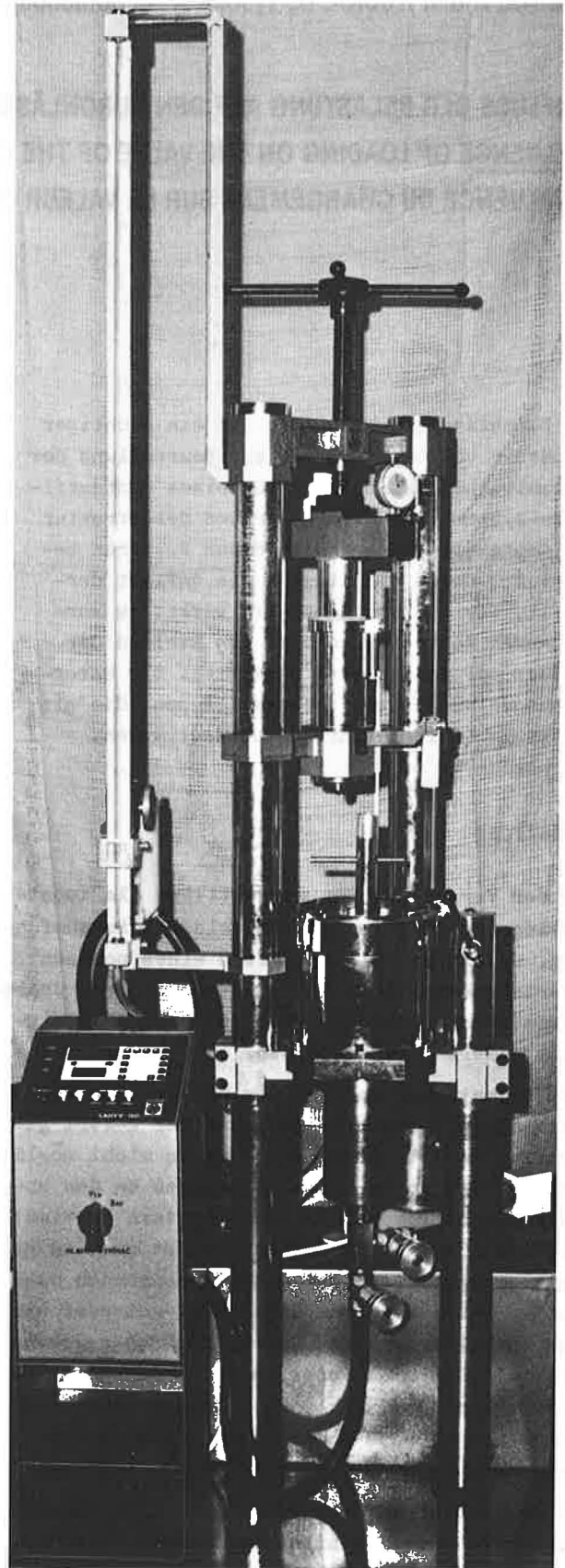


Abb. 1 Laboreinrichtung LAHYV-150

Parameter	Material	A	B	C	D	E	F	G
Masse ($g \cdot m^{-2}$)		1100	1200	1200	250	400	300	250
Dicke (mm)		7,70	7,60	10,80	3,20	2,40	4,10	3,30
Volumendichte ($g \cdot cm^{-3}$)		0,14	0,16	0,11	0,08	0,16	0,07	0,07
Spezifische Masse ($g \cdot cm^{-3}$)		0,80	0,92	0,92	0,92	0,95	0,72	0,72
Porenvolumen (%)		82	82	88	91	83	90	90
Porengrösse 0_{50} (μm)		720	380	540	145	165	170	250

d = drücke (m)
 t = Zeit, in der das Wasservolumen durchfließt (s)

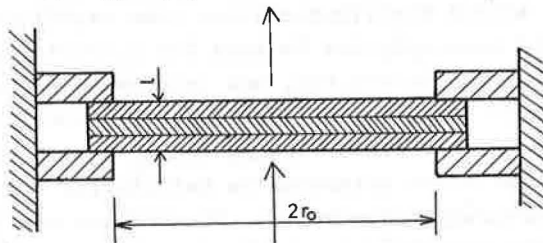


Abb. 2 Durchflussschema bei der k_n -Messung

Beim Messen des k_p -Wertes bedient man sich der Anordnung der Geotextilproben in der Messwalze der Prüfvorrichtung nach dem in Abbildung 3 dargestellten Schema.

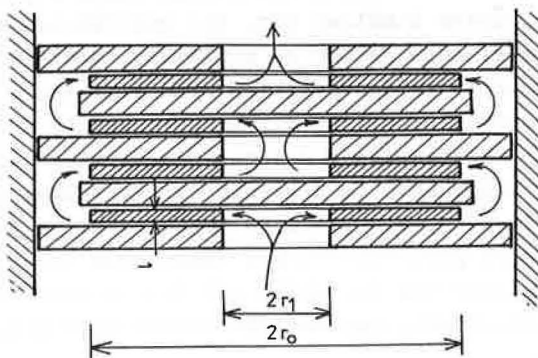


Abb. 3 Durchflussschema bei der k_p -Messung

Die einzelnen Textilproben haben die Gestalt einer Kreisringfläche, und das Verhältnis für die Berechnung des k_p -Wertes ist wie folgt

$$k_p = \frac{V \cdot n}{\Delta H \cdot t \cdot l \cdot 2\pi} \cdot \ln \frac{r_0}{r_1} \quad (m \cdot s^{-1}) \quad (2)$$

wo r_0 = Aussenhalbmesser der Textilprobe (m)
 r_1 = Innenhalbmesser der Textilprobe (m)
 n = Anzahl der gleichzeitig gemessenen Textilproben (-)

Die Prüfvorrichtung ist in Bezug auf die Baukonstruktion derart angeordnet, dass man den Einfluss der inneren Widerstände der Vorrichtung auf die Messgenauigkeit ausser acht lassen kann. Während der Messungsdauer wird die Wassertemperatur gemessen, und die gemessenen Ergebnisse werden auf die einheitliche Wassertemperatur von 10° oder 18° C (gemäss den Anforderungen der entsprechenden Normen) umgerechnet.

Zur Demonstration des Einflusses der Balastung auf die Geotextilien wurde ein derartiges Material ausgewählt, das für das Betriebsverfahren von Dränfiltern üblich verwendet wird. Es sind Ummantelungen mit Kokosfasern (A), mit feineren PP-Fasern (B), mit dickeren PP-Fasern (C), weiterhin sind es Geotextilien von Typ BIDIM (D), PETEX (E), MEPAS (F) und MELITEX (G). Die technischen Parameter der zu untersuchenden Filtermaterialien sind in Tabelle 1 angeführt.

AUSWERTUNG DER GEWONNENEN ERGEBNISSE

Für die Bewertung der Filtermaterialien, welche zur Herstellung von Dränprefiltern (ummantelte flexible Dränrohre) verwendet werden, ist deren k_n -Wert von Bedeutung, d.h. in der Ebene senkrecht auf die Fläche der Geotextilie, denn das Wasser strömt aus dem Boden durch Geotextilie in das Dränrohr. Damit der Eintrittswiderstand der Konstruktion (Dränrohr + Filter) am kleinsten wird, ist erforderlich, dass die k_n -Wert minimal das Zehnfache des k -Wertes des

Tabelle 2 Relative Senkung des k_n -Wertes (in %) bei unterschiedlicher Belastungsgrösse								
Belastungsgrösse	Material	A	B	C	D	E	F	G
40 kPa		87	88	82	63	55	50	49
150 kPa		27	14	24	18	4	18	20

entwässerten Erdmaterials ausmacht. Die Tiefe der verlegten Dräne bei der Entwässerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche liegt bei 1 bis 1,5 m, bei der die Filterumhüllung am Dränrohr dem Bodendruck von 20 bis 40 kPa ausgesetzt wird, in den Extrembedingungen auch einem grösseren Druck, wobei die zufällige und zeitweilige Belastung nicht in Erwägung gezogen wurde. In Abbildung 4 ist der Ablauf von k_n -Wertänderungen durch Einfluss der Belastung im Bereich von 10 bis 150 kPa graphisch dargestellt. Der schraffierte Teil der Abbildung bestimmt die Werte der möglichen Belastung im Drängraben.

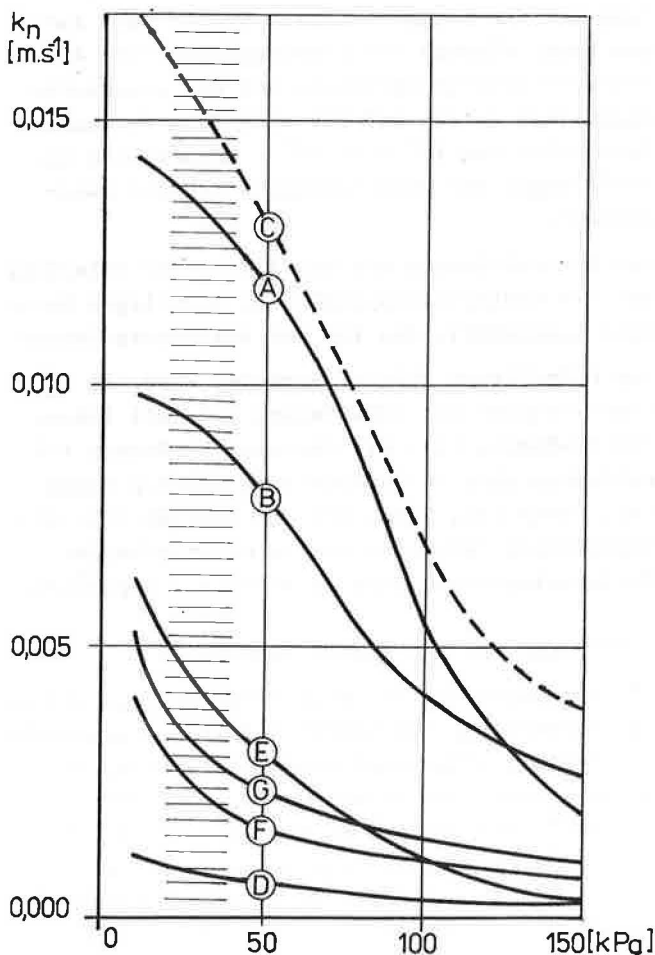


Abb. 4 Die Kurven der k_n -Werte

Der Verlauf der einzelnen Kurven trennt offensichtlich die voneinander unterschiedlichen Arten der Filtermaterialien, nämlich Matten und Textilien. Weiter sehen wir, dass die mögliche Belastung im Wert von 40 kPa bei keinem von zu untersuchenden Materialien eine solche Senkung des k_n -Wertes bewirkt, die dessen Funktionstüchtigkeit bedrohen würde. Bei derartiger Belastung weisen Textilmaterialien eine verhältnismässig ausgeprägtere Senkung des k_n -Wertes gegenüber den Matten aus, und zwar wegen seiner feineren Struktur. Bei der Belastung von 150 kPa erreichte diese Senkung des k_n -Wertes bei nahe bei allen untersuchten Materialien 1/5 des ursprünglichen Wertes. Die Senkung der in Prozent ausgedrückten k_n -Werte ist in Tabelle 2 übersichtlich angegeben.

Es ist weiterhin anzuführen, dass die an der Vorrichtung LAHYV-150 gewonnenen Werte keine Schlusswerte darstellen, weil auf diese Werte noch die Art des in der Kontaktzone mit Geotextilien befindlichen Erdmaterials einen weiteren ausgeprägten Einfluss hat. Die angeführten Werte ermöglichen jedoch zu ermitteln, wie die zu untersuchenden Geotextilien sich eine ihrer Hauptcharakteristiken durch hervorgerufene Belastung beibehalten. Bei der Beurteilung der k -Wertänderungen im Ergebnis der Belastung ist es notwendig, die Tatsache in Betracht zu ziehen, dass parallel mit den Änderungen dieses Wertes auch die Porosität und die Porengrösse des belastenden Geotextilmaterials sich ändern werde.

LITERATUR

- (1) Dierickx, W., "Hydrodynamische eigenschappen van geotextiel", Het Ingenieursblad, No 10, 1981, p. 269-275
- (2) Šturc, L. - Gašparová, M., "Hydraulické parametre geotextílií a ich meranie", Uplatnění drenážních geotextílií ve stavební výrobě, Praha, 1985, p. 49-61

The value of the coefficient of permeability is very important characteristic of the geotextiles, of their hydrofyzical properties, needed for judging the construction soil-geotextiles. Its value is influenced, besides of own construction of the geotextile, by a different factors, main of which is the loading acting on the geotextiles. In the presented contribution the influence of the loading on the value of k_n of geotextile is documented. The measurements were conducted on the 7 sorts of geotextiles aimed as a filter enveloping of drainage pipes.