P. g. Karel H a a s, VÚHU

První zkušenosti s textilním filtrem pro odvodňovací vrty v SHR

Filtry odvodňovacích a hydrogeologických vrtů plní zejména dvě základní funkce. Jednak tvoří výztuž vrtů v úseku zvodněných kolektorů, jednak umožňují dlouhodobé jímání podzemní vody. Od kvalitního filtru se očekává, že zabrání vyplavování jemnozrnného písku ze zvodněného obzoru a zachová si dlouhodobě potřebnou průtočnost.

Filtry jsou tvořeny jednotlivými konstrukčními prvky, jejichž počet a technické provedení závisí na hydrogeologických podmínkách, granulometrickém složení a geomechanických vlastnostech odvodňovaných zvodněných systémů.

Pro jímání vody ze soudržných porézních hornin, na příklad z pískovců nebo skalních hornin s puklinovou propustností, je filtr velmi jednoduchý a skládá se obvykle pouze z perforované odvodňovací pažnice (zárubnice) s kruhovou nebo štěrbinovou perforací.

Filtry hydrogeologických a odvodňovacích vrtů v hustě rozpukaných soudržných horninách (např. v uhelné sloji), nebo v hrubozrnných štěrcích a sutích jsou tvořeny zpravidla perforovanou zárubnicí a filtračním štěrkovým obsypem.

Nejsložitější jsou filtry pro jímání podzemní vody z nesoudržných jemnozrnných a středně zrnitých písčitých sedimentů. Obyčejně se skládají ze třech konstrukčních prvků, z perforované pažnice, nebo jiné nosné konstrukce, filtračního pláště a štěrkového obsypu.

Odvodňovací pažnicové kolony (zárubnice) jsou dosud v podmínkách SHR výhradně ocelové. V sousedních státech se však již od počátku šedesátých let využívají převážně odvodňovací pažnicové kolony z nekovových materiálů jako jsou azbestocement, umělé pryskyřice apod. V ČSR se již delší dobu v některých případech při jímání podzemních vod pro vodovodní zásobování používají zárubnice z tvrzené impregnované překližky, jejichž výrobcem je Závod pro překližky a dýhy Hodonín. Z hle-

diska pevnosti a odolnosti proti agresivním vodám tyto pažnice zcela vyhovují i pro vystrojování odvodňovacích vrtů v podmínkách SHR a bylo by účelné v zájmu ochrany dobývacích strojů a pasových dopravníků využívat v příštím období této výstroje odvodňovacích vrtů v předpolí lomů.

Filtrační plášť je pevně spojen s perforovanou pažnicí a bývá tvořen různým materiálem. V SHR se již přes deset let používá většinou lepený štěrkový plášť. Vzniká nalepením tříděného štěrčíku, nejčastěji typu VP II, epoxydovou pryskyřicí na perforovanou pažnici. Tloušťka filtračního pláště dosahuje nejčastěji 2,5 cm, průměrná velikost středního zrna D_{50} štěrkového pláště dosahuje zhruba hodnoty 1,5 mm. Tento typ filtru se hodí pro odvodňování písků s průměrnou velikostí středního zrna větší než 0,2 mm. Filtrační plášť může být však tvořen též pletivem kovovým nebo silonovým, tkaninami z umělých nebo i skleněných vláken (textilní filtry), keramickými filtračními prvky apod.

Štěrkový obsyp se buduje až v průběhu definitivního vystrojování odvodňovacích vrtů. Není tedy pevně spojen s odvodňovací kolonou jako je tomu u filtračního pláště, ale vyplňuje pouze prostor mezi stěnou vrtu a vlastní výstrojí vrtu. Je tvořen obyčejně štěrčíkem VP II nebo ostrohrannou granulovanou znělcovou nebo čedičovou drtí velikosti 8 až 15 mm.

Lepené štěrkové filtry, které se v SHR obecně využívají k vystrojování odvodňovacích vrtů, však mají některé nevýhody, které komplikují provoz odvodňovacích vrtů. Hlavní nevýhodou je dočasné pískování (sufose) odvodňovacích vrtů. Používané štěrkové filtry označované symbolem VP II propouštějí písčitý materiál, jehož zrno je menší než 0,20 mm. Pískování ustává zpravidla až po několikaměsíčním provozu odvodňovacího vrtu, tj. až po vytvoření přirozeného filtru ve zvodněném kolektoru. Nepříznivý vliv sufose na provoz odvodňovacích vrtů, hlavně ponorných čerpadel, lze podstatně zmírnit důkladným odkalením a odpískováním vrtů po dokončení definitivní výstroje, což ovšem vyžaduje v některých případech doby i několika týdnů. Jelikož tato činnost je z ekonomického hlediska pro dodavatele vrtných prací neatraktivní, snaží se obvykle každá vrtná organizace zkrátit dobu čištění a odpískování

vrtů na minimum. To má za následek nedokonalé odpískování vrtů a obtíže v odvodňovacím provozu.

Další nevýhodou štěrkových lepených filtrů je jejich poměrně malá odolnost proti poškození při transportu a při budování definitivní výstroje odvodňovacích vrtů.

Ve snaze odstranit nevýhody štěrkových lepených filtrů navrhli v roce 1976 pracovníci Báňských staveb, k.p., závod 04 Osek nahradit dosavadní filtry, zejména filtrační plášť, novým řešením a jako hlavní filtrační prvek doporučili syntetickou textilii PETEX, která je známa ve stavebnictví jako izolační materiál. Podle tohoto návrhu má být v podstatě nahrazen filtr štěrkový filtrem textilním.

Informace z odborné literatury (Gavrilko V. M. et al., 1976, Bogomolov G. V., 1955) a zahraniční zkušenosti však ukazují, že i textilní filtry mají kromě předností řadu nevýhod.

Hlavní předností textilních filtrů je skutečnost, že v podstatě odstraňují pískování a výrazně zkracují dobu, potřebnou pro čištění a odpískování odvodňovacích vrtů po jejich dokončení, což v našich podmínkách velice vyhovuje dodavatelským vrtným organizacím.

Výhodou je rovněž vyšší odolnost textilního filtru proti mechanickému poškození ve srovnání se štěrkovými filtry a malá tloušťka filtračního pláště, která snižuje nároky na průměr odvodňovacích vrtů a ve svých důsledcích může urychlit vrtné práce.

Hlavní nevýhodou textilních filtrů je jejich náchylnost ke kolmataci (ucpávání) a větší průtočné odpory, které vyvolávají výraznější hladinový skok na plášti filtru a snižují tak jeho průtočnost.

Aby bylo možno ověřit konkrétní vlastnosti navrženého textilního filtru, vybaveného filtračním pláštěm ze syntetické textilie PETEX, byly v uplynulém období jednak provedeny laboratorní zkoušky na modelu ve VÚHU k.ú.o., jednak v roce 1977 byla zahájena dlouhodobá provozní zkouška nového filtru v předpolí velkolomu Jan Šverma. Laboratorní zkoušky modelu petexového filtru se prováděly v roce 1977, jejich příprava a průběh jsou podrobně publikovány v dílčí zprávě (VÚHU, 1977). Použitý model byl analogií spádového odvodňovacího vrtu. Při zkouškách

průtočnosti filtru byla použita jednak čistá voda, jednak jílovitý výplach.

Laboratorní zkoušky prokázaly, že petexový filtr, stejně jako obecně všechny textilní filtry, odstraňují sufosi. Dále bylo ověřeno, že zkoušený filtr v modelových podmínkách klade zvýšený odpor proudění jímané vody, což se projevuje hladinovým rozdílem mezi úrovní hladiny na plášti a úrovní dynamické hladiny uvnitř filtru. Tento hladinový rozdíl byl značný a dosahoval na modelu až 50 % z celkového snížení hladiny ve filtru. Z výsledků laboratorních zkoušek dále vyplynulo, že průtočnost petexového filtru se snižuje v závislosti na čase vlivem kolmatace. Kolmataci výrazně urychluje přítomnost jílovitého výplachu.

Na obr. 1 je mikroskopický snímek vzorku čistého PETEXU, který ukazuje poměrně složitou strukturu této syntetické textilie. Snímky jsou pořízeny v procházejícím světle, takže bílá místa na fotografii představují volné otvory nepravidelného tvaru o průměru 0,1 až 0,5 mm. Volné otvory jsou ohraničeny průsvitnými vlákny, o průměru asi 0,1 mm, tvořícími složitou síťovinu. Na některých místech se vlákna překrývají, což se projevuje tmavými body a ploškami. Plošná pórovitost čistého PETEXU dosahuje cca 30 %.

Na obr. 2 je mikroskopický snímek vzorku petexové textilie z laboratorní zkoušky, při níž byl do štěrkového obsypu na plášť filtru přidán jílovitý výplach. Tím byla napodobena reálná situace při vystrojování odvodňovacích vrtů, provedených rotačním způsobem s výplachem. Bílá místa na fotografii jsou volné otvory, zbývající tmavou plochu tvoří PETEX ucpaný jílovitými částečkami. Lze odhadnout, že plošná pórovitost petexové textilie se kolmatací snížila na cca 10 až 15 %. Je pravděpodobné, že hlavní příčinou adheze jílových částic na filtrační plášť jsou elektrostatické síly, které působí v syntetické textilii zejména v místech křížení vláken.

Laboratorní zkoušky prokázaly, že využití petexového filtru pro vystrojování odvodňovacích vrtů, provedených rotačním způsobem s výplachem, bude mít za následek zvýšenou kolmataci, kterou je možno odstranit jen do určité míry intenzivním praním filtru neprodleně po do-

končení definitivní výstroje. Praní filtru zahrnuje nálev vody do vrtu s následným čerpáním v několika cyklech. Kritérium ukončení tohoto procesu je stupeň zakalení čerpané vody.

Podle zahraničních zkušeností, publikovaných v odborné literatuře i podle výsledků laboratorních zkoušek lze kolmataci petexového filtru též zmírnit úpravou konstrukce filtru. Bylo zjištěno, že kolmatace petexového pláště probíhá nejrychleji v místech, ležících proti otvorům v zárubnici. Je proto nutno, aby textilie nebyla namontována přímo na povrch zárubnice, ale až na podkladovou bandáž, která vytvoří mezi petexovým pláštěm a zárubnicí určitý relativně volný prostor a umožní, aby pro jímání vody byl využit celý filtrační plášť.

Provozní zkouška petexového filtru byla zahájena v červnu roku 1977 v předpolí velkolomu Jan Šverma. Prototyp petexového filtru byl zabudován na odvodňovacím vrtu A 2a v systému odvodňovacích vrtů západní bariéry, sloužících k odvodňování podložních a mezislojových písků.

Vrt byl proveden nárazovým způsobem bez výplachu soupravou MV. Perforovaná pažnice s kruhovou vrtanou perforací o průměru 305 mm byla obalena třemi vrstvami textilie Petex a takto provedený plášť byl dále obalen ochranným silonovým pletivem. Konce petexového a silonového obalu byly opatřeny chránicími kovovými prstenci, přivařenými na pažnici. Celý filtr byl navíc zajištěn proti mechanickému poškození systémem ocelových pásků (obr. 3, 4).

Vrt byl uveden do provozu 15. 6. 1977, vydatnost byla postupně zvyšována ze 70 $l.min^{-1}$ až na maximum cca 750 $l.min^{-1}$. Dynamická hladina vody ve vrtu se snižovala postupně od hloubky cca 95 m až na maximální hloubku cca 120 m. Časový průběh provozu vrtu podle průměrných měsíčních hodnot vydatnosti a hloubky hladiny je znázorněn na obr. 5.

Z průběhu zkoušky vyplývá, že dynamická hladina ve vrtu má trvalou poklesovou tendenci, vydatnost dosahovala průměrné hodnoty cca 500 $l.min^{-1}$ a po dlouhou dobu (asi do října 1978) kolísá v závislosti na provozu okolních vrtů v rozmezí 400 - 700 $l.min^{-1}$. Teprve v roce 1979 se čerpané množství vody výrazně snižovalo, což může být způsobeno postupnou kolmatací filtru. Není však vyloučeno, že pokles vydatnos-

ti je do značné míry způsoben všeobecně se prohlubujícím stupněm odvodnění zvodněných obzorů v předpolí lomu Šverma.

Zkouška přinesla doposud několik důležitých poznatků. Předně je možno konstatovat, že nový filtr zcela odstranil pískování. Avšak zvýšené vstupní odpory textilního filtru limitovaly maximální vydatnost vrtu. Zatímco okolní odvodňovací vrty vystrojené lepenými štěrkovými filtry dosahují běžně při stejném nebo ještě menším snížení hladiny vydatností 700 až 1 100 $l.min^{-1}$, vydatnost vrtu A 2a se nepodařilo delší dobu udržet ani na hodnotě 700 $l.min^{-1}$. Je zřejmé, že přítok podzemní vody do vrtů připadající na 1 m snížení dynamické hladiny (specifická vydatnost) je u vrtu A 2a nejmenší. Průměrná specifická vydatnost vrtů, vystrojených lepenými filtry VP II se pohybuje okolo 10 až 12 $l.min^{-1}$, u vrtu s petexovým filtrem dosahuje jen nižší průměrné hodnoty 6 $l.min^{-1}.m^{-1}$.

V grafu na obr.6 jsou znázorněny závislosti přítoku podzemní vody do vrtu A 2a a do okolních vrtů, vystrojených lepenými filtry. Z grafu jednoznačně vyplývá, že při určitém zvoleném snížení hladiny, je přítok vody do vrtu A 2a nejmenší, i když hydrogeologické poměry, propustnost a mocnost zvodněného obzoru jsou pro všechny okolní vrty v podstatě stejné.

Je tedy zřejmé, že petexový filtr má nižší průtočnost než filtry lepené, že jeho vyšší odpor proti proudění jímané vody ze zvodněného obzoru se projevuje hladinovým skokem na plášti filtru.

Podle metodiky, publikované v odborné literatuře (Ondra M., 1976) byl proveden přibližný výpočet hladinového skoku. Vypočtená hodnota činí v závislosti na snížení dynamické hladiny ve vrtu A 2a 8 až 12 m. V případě lepených filtrů se pohybuje hodnota hladinového skoku dle teoretického výpočtu podle lokálních podmínek jen v mezích 0,5 až 3,0 m.

Provozní zkouška petexového filtru dále ukázala, že při vystrojení vrtu, hloubeného bez výplachu, postupuje kolmatace filtru poměrně pomalu. Lze konstatovat, že výraznější pokles vydatnosti, který by mohl být zaviněn kolmatací, se projevil až zhruba po dvou letech pro-

vozu vrtu. Přitom je nutno poznamenat, že během provozu nebyla prováděna důsledná regenerace filtru zpětným nálevem vody.

Skutečnost, že petexový filtr odstranil sufosi, se zákonitě projevila prodloužením životnosti ponorných čerpadel. Během dvouletého provozu vrtu byla použita celkem čtyři ponorná čerpadla a bylo odčerpáno 547 518 m^3 vody. Průměrné životnost jednoho čerpadla tedy činí 4 380 hodin. Uvážíme-li, že průměrná životnost ponorných čerpadel v odvodňovacím provozu u nás i v zahraničí se odhaduje na 3 000 hodin, znamenalo ve sledovaném případě použití petexového filtru zvýšení průměrné životnosti čerpadel o 1 380 hodin, tj. o 46 %, což je hodnota velmi pozitivní. Komplikace je však v tom, že zvýšení životnosti čerpadel v posuzovaném případě nebylo všeobecné. První čerpadlo mělo životnost 3 271 hodin, druhé 2 260 hodin, třetí pouze 830 hodin a poslední dosáhlo rekordní životnosti 10 524 hodin. Je zřejmé, že životnost čerpadel není ovlivňována jen sufosí, ale závisí na chemickém složení čerpané vody, na kvalitě výroby jak mechanické části, tak elektrické části čerpadla apod.

Závěr

Z výsledků všech zkoušek vyplývá, že petexový filtr rozšiřuje dosavadní poměrně chudý sortiment filtrů pro odvodňovací vrty. Může být s úspěchem využíván zvláště pro vystrojování odvodňovacích vrtů prováděných bez výplachu v těch případech, kde se nepožaduje velká průtočnost nebo tam, kde v odvodňovacím provozu nevadí větší hladinový skok na plášti filtru. Nový textilní filtr je vhodný zvláště pro vystrojování hydrogeologických průzkumných vrtů, kde čerpání vody má krátkodobý charakter a je omezené jen na čerpací zkoušky. Průzkumné vrty je však potřebné vybavovat zapažnicovou pozorovací kolonou pro sledování hladinového skoku.

Textilní filtr odstraňuje sufosi a v odvodňovacím provozu prodlužuje životnost ponorných čerpadel. Jeho nižší průtočnost však v případě velmi vydatných zvodněných kolektorů omezuje vydatnost vrtů, a tím

prodlužuje dobu potřebnou pro odvodňování. Bylo by účelné v provozních podmínkách provádět periodickou regeneraci textilních filtrů nálevem vody s následným intenzivním čerpáním v několika cyklech.

V konkrétních podmínkách dobývacích prostorů SHR je využití petexového filtru vázáno na komplexní zhodnocení hydrogeologických poměrů, báňských záměrů a požadavků na odvodňování.

Literatura

Bogomolov G. V. et al., 1955:
Specialnaja gidrogeologija, GOSGEOLTECHIZDAT, Moskva

Gavrilko V. M. et al., 1976:
Filtry burovych skvažin, nakl. Nědra, Moskva

Ondra M., 1976:
Problematika hladinového skoku u odvodňovacích vrtů VJLD Hodonín
Zpravodaj BVÚ, XVI, č. 4

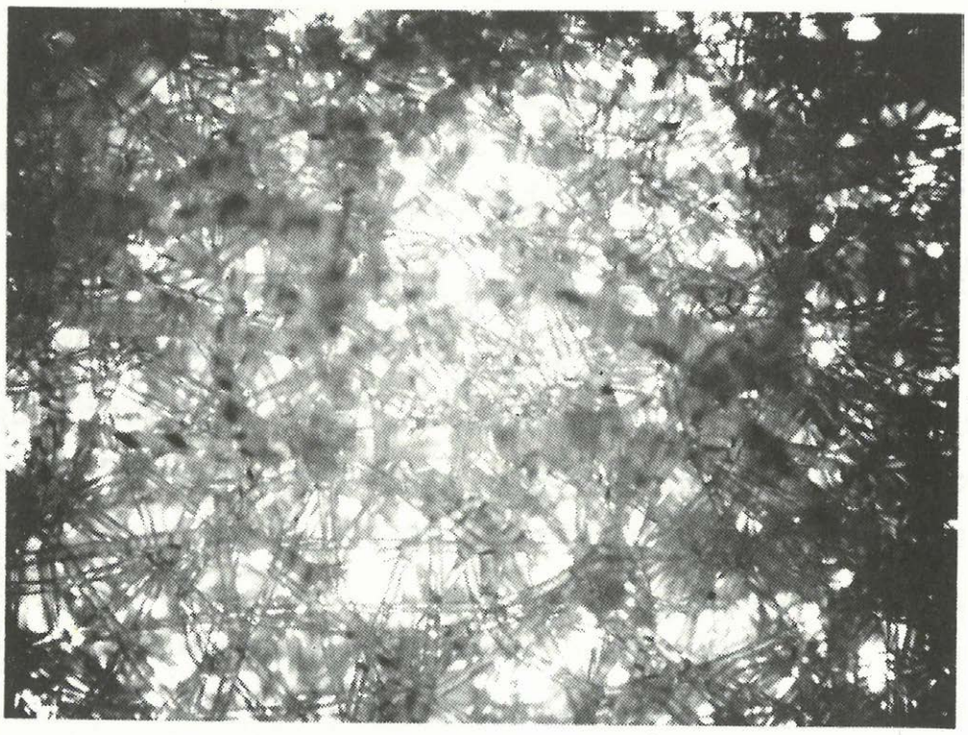
VÚHU Most, k.ú.o., 1977:
Zhodnocení dosavadních zkoušek petexového filtru, dílčí zpráva úkolu 10/3

Recenzoval: Dr. František Čech, OHMG ČR SHD

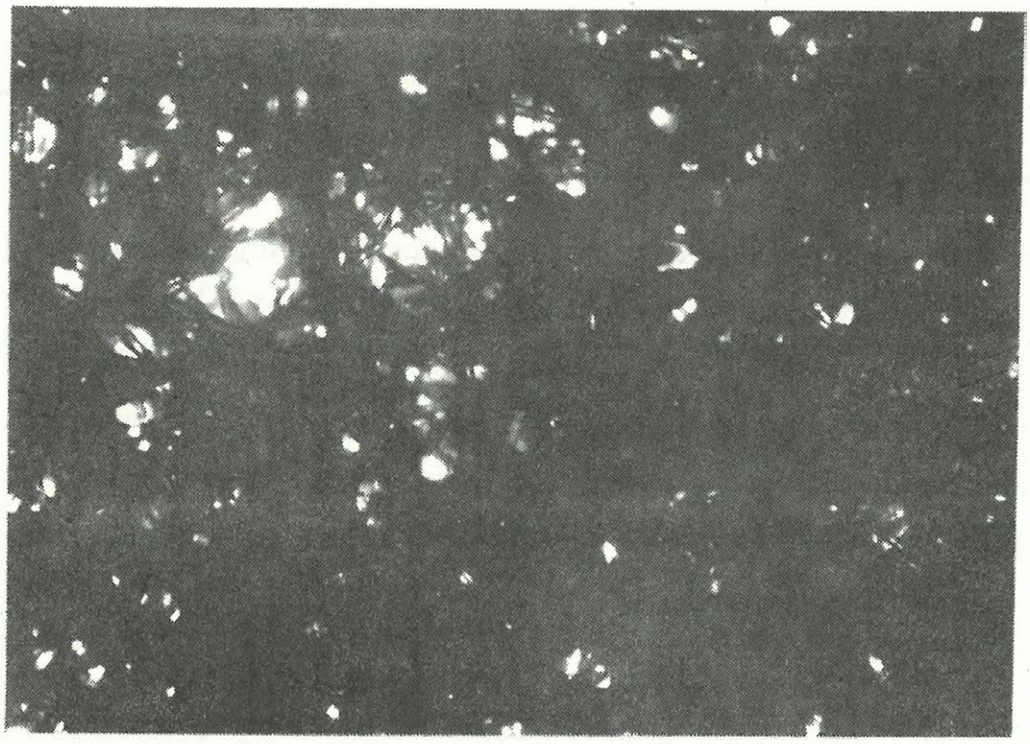
S h r n u t í

První zkušenosti s textilním filtrem pro odvodňovací vrty v SHR

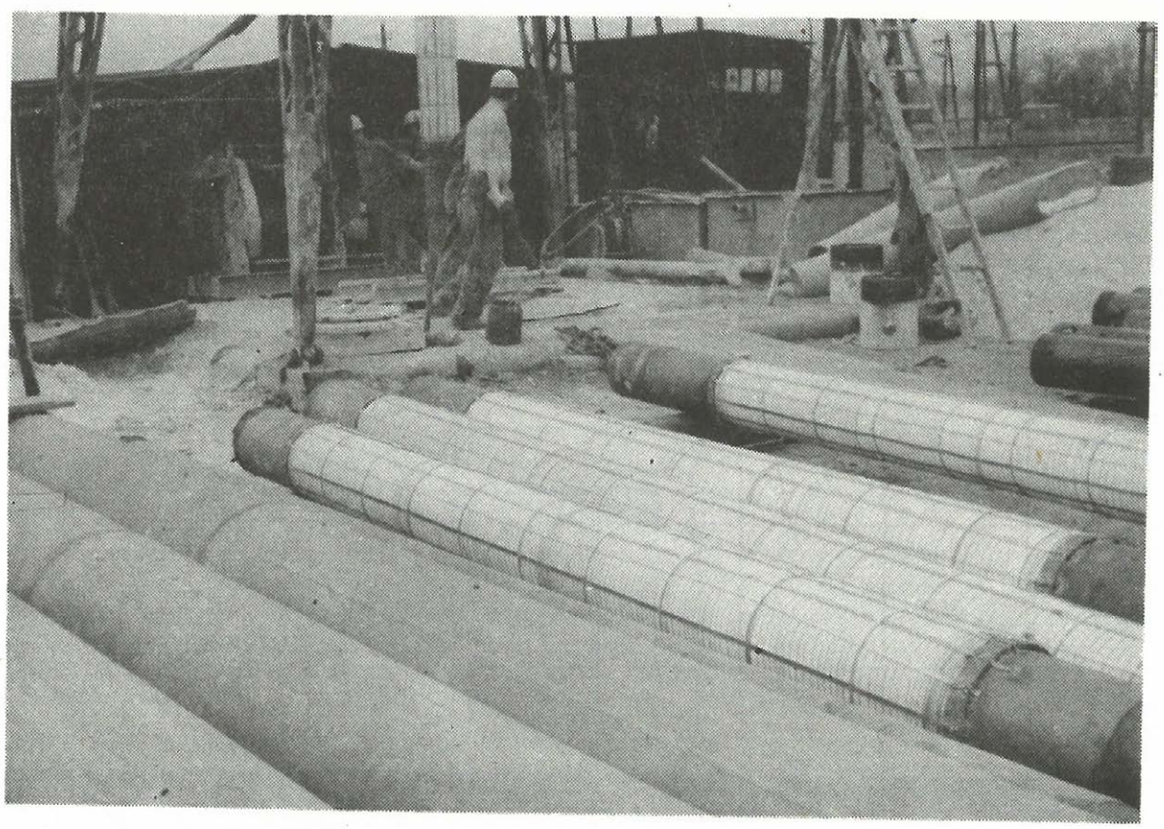
Zkoušený textilní filtr pro odvodňovací vrty v SHR, jehož filtrační plášť je tvořen syntetickou textilií s obchodním názvem PETEX, odstraňuje pískování vrtů a prodlužuje životnost ponorných čerpadel. Ve srovnání s dosud používanými štěrkovými lepenými filtry má však nižší průtočnost a jeho uplatnění v praxi musí být odborně posuzováno případ od případu, s ohledem na hydrogeologické podmínky a potřeby odvodňování.



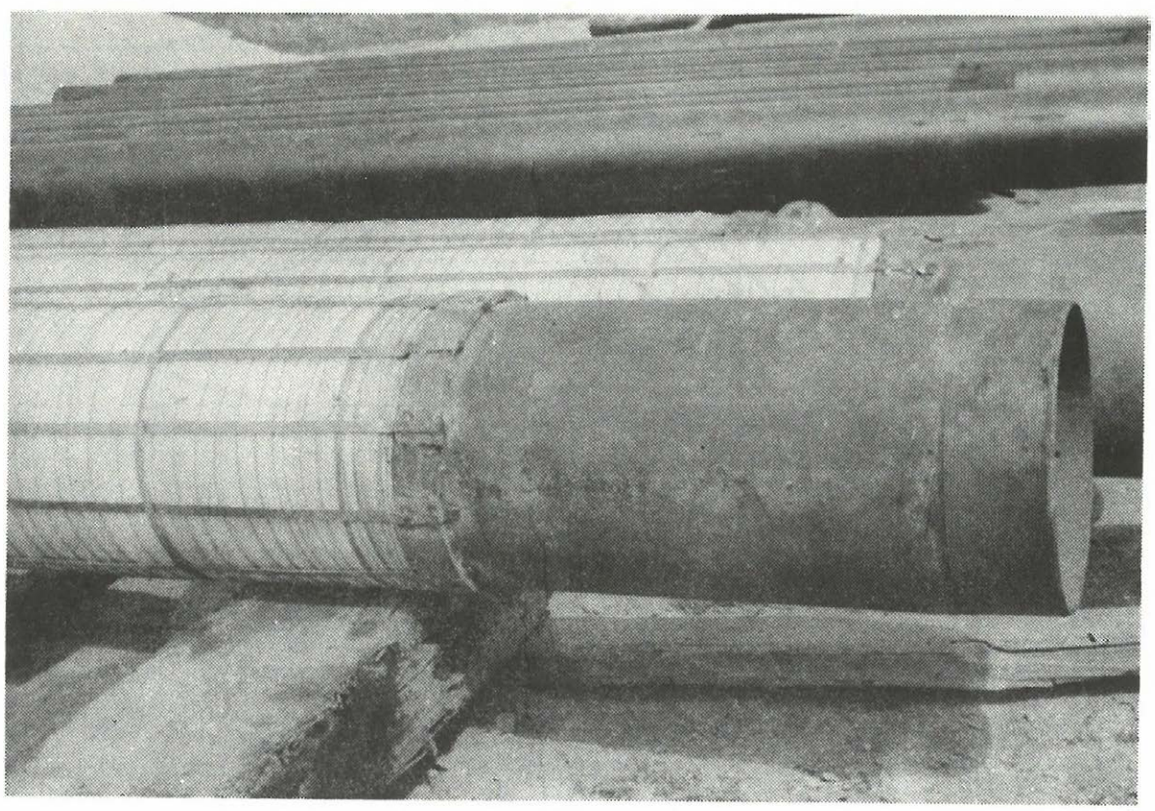
Obr. 1: Mikroskopický snímek vzorku čistého PETEXU (zvětšeno 25x), foto Dr. Hurník



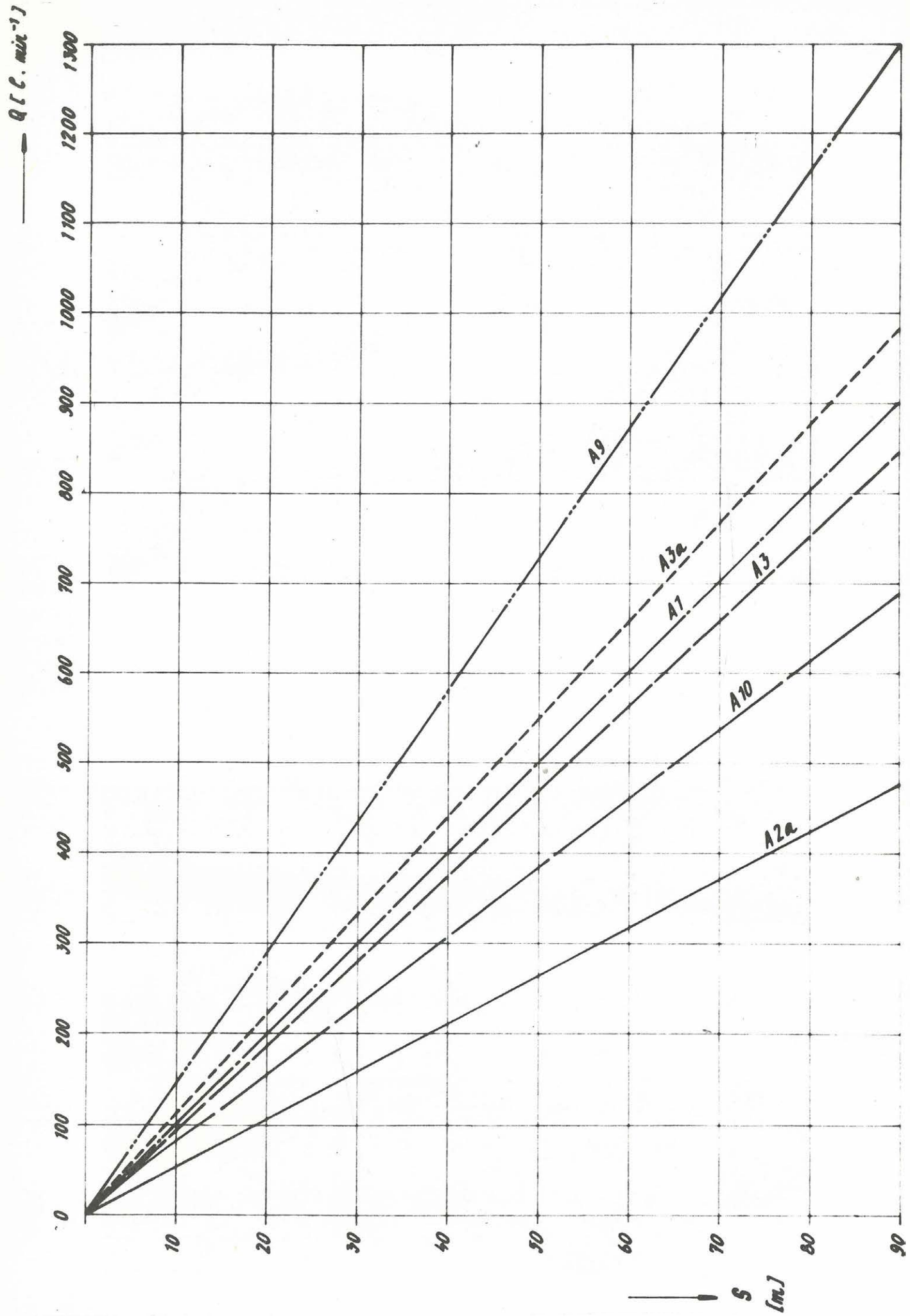
Obr. 2: Mikroskopický snímek vzorku PETEXU z laboratorní zkoušky průtočnosti filtru v prostředí jílovitého výplachu (zvětšeno 25x) foto Dr. Hurník



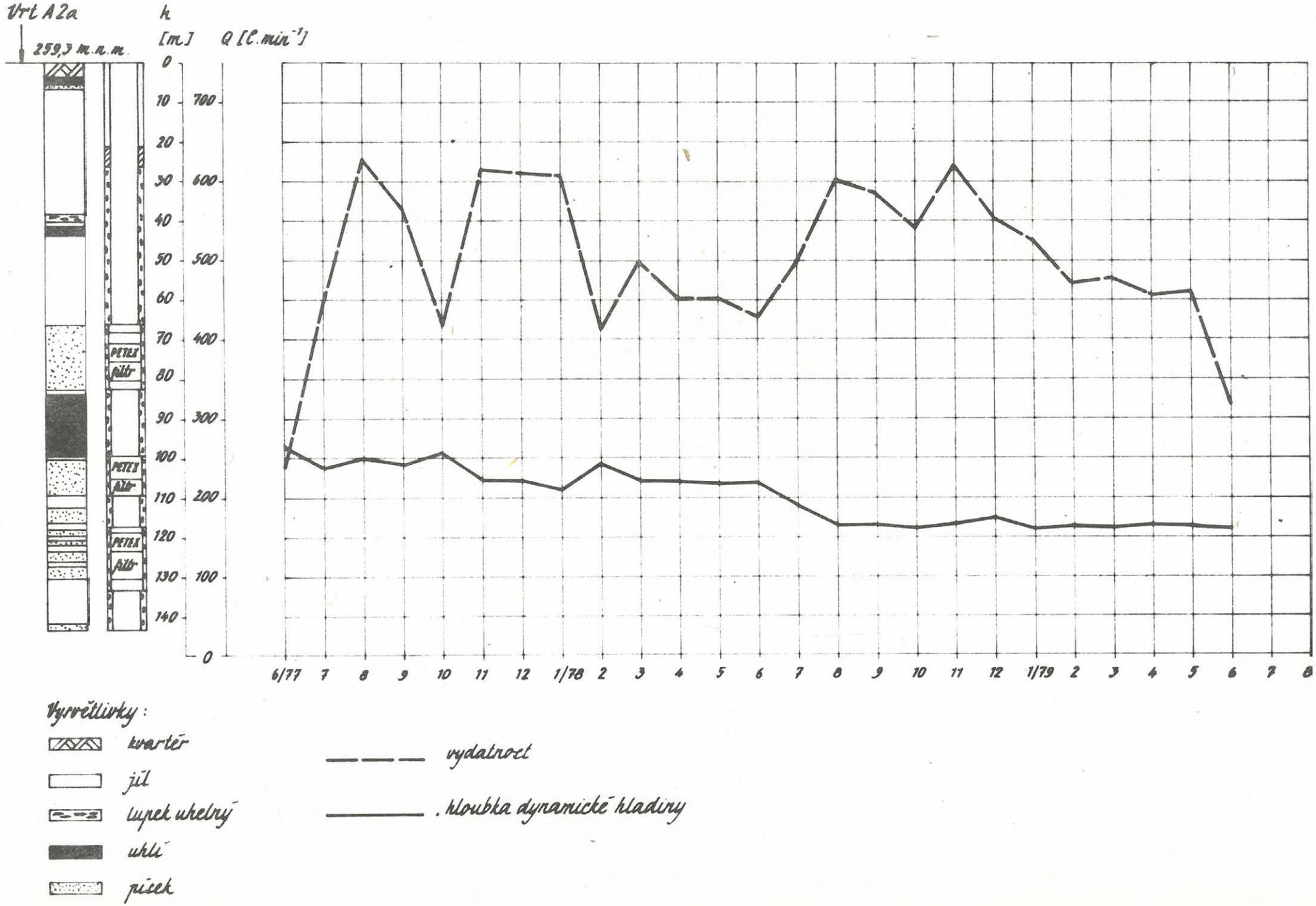
Obr. 3: Prototyp petexových filtrů pro vystrojení odvodnovacího vrtu A 2a v západní bariéře na dole Jan Šverma



Obr. 4: Detail upevnění petexového filtračního pláště na perforované pažnici o průměru 305 mm



Obr. 5: Závislost přítoku vody do odvodňovacích vrtů A 1, A 3a A 2a, A 9, A 10 v západní bariéře v předpolí velkolomu Jan Šverma na snížení dynamické hladiny



Obr. 6: Průběh čerpání a snižování hladiny vody v odvodňovacím vrtu A 2a podle měsíčních průměrných hodnot