

Ing. Pavel K n o r r , Ing. Jaroslav D y k a s t ,
Pg. Marcela R á k o s o v á , VÚHU:

Geotechnický průzkum jámy Vítězný únor

Část fyzikálně mechanická

Podrobné posouzení geotechnických vlastností nadložních zemín o mocnosti větší než 200 m vyžaduje dostatečnou hustotu odběru vzorků zemín, aby se z těchto profilů daly učinit statistické závěry. Zjištění vlastností zemín platí samozřejmě jen v nejbližším okolí ražené jámy. Přesto však i tyto závěry a zkušenosti bude jistě možno použít v budoucnu při otvírkách hlubokých povrchových dolů.

Vzhledem k tomu, že budování nové jámy není častou záležitostí, byl na stavbě větrné jámy dolu Vítězný únor proveden souvislý odběr vzorků.

Studium geotechnických podmínek z různých již vybudovaných jam (Pluto VI, jáma Kohinoor II apod.) nám dává určitý obraz o měnícím se geologickém profilu včetně mechanických a fyzikálních vlastností zemín. Cílem řešení, podobně jako v předchozích průzkumech, bylo vyšetření mechanických vlastností ve všech hloubkách, ať již s ohledem na perspektivy hlubokých lomů či s ohledem na posouzení mechaniky nadloží a stropu. Dalším úkolem bylo vyšetřit zákonitosti změny vlastností zemín v závislosti na hloubce uložení jakož i na vlivu petrografické skladby.

Na základě předešlých způsobů vyhodnocování jam byly výsledky rozborů zpracovány podobnou metodikou, tj. graficky v podélném profilu jámy (obr. 1). Změny vyplývající z průběhu analýz jsou takto dobře patrné a přehledné. Grafické vyhodnocení umožňuje rovněž statistické vyrovnaní řad a nalezení příslušných odpovídajících regresních čar a rovnic, které umožňují statistické nalezení příslušných hodnot k dané hloubce.

K metodice pevnostních zkoušek zemín je však nutno poznamenat, že hodnoty smykové soudržnosti a úhlu vnitřního tření byly stanoveny na neporušených vzorcích s přirozenou vlhkostí pomalou smykovou zkouškou na krabícovém smykači.

Nová jáma dolu Vítězný únor je umístěna v bezprostřední blízkosti šachetního areálu. Nová jáma má prakticky vcelku monotonní nadloží. Je tvořena pelitickými sedimenty - terciárními jíly. V rozmezí 220 m bylo v průměru odebráno v každých 2 m po jednom vzorku.

Všechny vzorky z jámy byly odebírány stejným způsobem, tj. jako monolity po odstřelu. Po vyvezení, zabalení a dopravě vzorků do laboratoře byl dodaný jíl označen příslušným evidenčním popisným číslem. U takto označeného vzorku byly dále provedeny příslušné geomechanické a petrografické analýzy.

V grafických záznamech byly všechny uvažované mechanicko-fyzikální veličiny vztaheny k jedné proměnné - (k hloubce).

Pro vyrovnávací výpočet byly zvoleny tyto druhy funkcí:

- a/ lineární
- b/ lineárně lomená funkce.

Cílem řešení bylo nalézt regresní funkce, které umožňují odhadnout hodnoty závislé proměnné z hodnot nezávisle proměnných i v hodnotách naměřených. Z tohoto důvodu můžeme dále hovořit o regresním odhadu závisle proměnných (viz graf. přílohy).

Při hodnocení profilů bylo však nutno přihlédnout ke změnám konsistence zeminy. V procesu změny vlhkosti zeminy nabývá tato otázka z technického hlediska velkého významu. V tomto případě se nejvíce mění hodnoty meze tekutosti, vlácnosti spolu s indexem plasticity.

V závislosti se změnou konsistence soudržné zeminy dochází ke změně mechanických vlastností (např. smykové pevnosti). K uvedeným změnám dochází plynule v určité, ale částečně omezené oblasti vlhkosti (viz grafické přílohy změny smykové pevnosti na indexu plasticity apod.).

Dále bylo přihlédnuto k charakteristické závislosti vlhkosti, objemové tíhy a smykové pevnosti na hloubce. Chceme-li však podrobněji klasifikovat průběh některých čar (mineralogického složení, Atterbergových mezí apod.), pak je nutno poznamenat, že nelze nalézt a tím ani posoudit nějaký zákonitý vztah, který by charakterizoval jejich společnou závislost na hloubce. Z tohoto důvodu jsou v následující části uvedeny pouze jejich hodnoty rozptýlené kolem střední hodnoty. Reálná korelační závislost zde nebyla nalezena.

Z definování pevnosti vícero parametry vyplývá, že tato nemá být zpracována odděleně podle jednotlivých parametrů, ale přímo v číselné hodnotě příslušné vlastnosti v tom rozsahu, v němž se statisticky uplatňuje. Tak

např. u pevnosti ve smyku, která je určena parametry c a φ , se statisticky nemá zpracovat odděleně, ale přímo ve výsledné hodnotě v rozsahu normálního napětí σ (Menzl). Z takto určených τ_n pro různá σ byla pak zpětně určena výsledná hodnota c a φ (viz přílohy).

Popisné a fyzikální vlastnosti zemín byly dále statisticky vyhodnoceny. Je známo, že zemina je tím pevnější, čím méně vody obsahuje. Také její stlačitelnost bude tím menší. Z toho vyplývá, že stejné množství vody v zemině nemusí mít vždy stejný vliv na poměrnou ztrátu pevnosti, neboť zeminy s větší sorpční schopností vážou větší množství vody. Proto současně s vlhkostí charakterizuje danou zeminu i sorpční schopnost a její vliv na pevnost zeminy. Z tohoto důvodu byl podrobně proveden statistický průzkum vlhkosti v závislosti na hloubce.

Charakteristické střední hodnoty:

Vlhkost v % váhy sušiny

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1. Aritmetický průměr | $x = 23,4206 \%$ |
| 2. Medián | $x = 22,55 \%$ |
| 3. Modus | $x = 25,5 \%$ |
| 4. Rozptyl | $s^2 = 19,0923 \%$ |
| 5. Směrodatná odchylka | $s = 4,3694 \%$ |

U ostatních statistických souborů jsme obdrželi tyto střední hodnoty:

	Aritm. průměr x	Disperse s^2	Směrodatná odchylka s
Objemová tíha v g/cm^3	2,0050	0,0055	0,00234
Mez tekutosti v %	72,4897	92,3044	9,6078
Mez vláčnosti v %	32,8021	21,0372	4,5866

Z rozboru celkového profilu jednotlivých analýz vyplývá příslušný generální průběh regresních čar. Rozptyl hodnot kolem regresních čar je ovlivněn subjektivní a objektivní chybou. K objektivním vlivům přísluší petrografické složení, poloha vzorku a za subjektivní vlivy jsou počítány charakter a způsob provádění zkoušky.

Získané funkční vztahy lze i přes zjištěné rozptyly použít k dalším studijním a průzkumným účelům.

Část petrografická

Jáma zapadá do oblasti, kde síť odběru vzorků je pro podrobný petrografický výzkum poměrně řídká. Nejbližší petrograficky zhodnocený vrt je jáma Oldřich v Růžodole, umístěný jihovýchodním směrem zhruba 2 km od jámy Vítězný únor a opačným směrem ZSZ vrt DJ 18 ve vzdálenosti 4,5 km. Výsledky vrtu bylo proto nutno hodnotit zcela samostatně, odpadly jakékoliv korelace na základě rozborů okolních vrtů, což samozřejmě není ku prospěchu věci. Také směrem vertikálním není četnost odběru ideální. Z celé mocnosti nadloží (230 m) bylo systematicky odebráno na 100 vzorků jílu. Tato hustota odběru zcela vyhovuje charakteru jílu z hlediska jejich geotechnického ohodnocení, avšak pro získání úplného mineralogicko-petrografického přehledu je takový odběr nedostatečný. Proměnlivost v mineralogickém složení je zvláště u jemně laminovaných sedimentů vysoká. Složení se liší často po milimetrových (!) mocnostech jednotlivých vrstev. Jednotlivé laminy, často pouze milimetr silné, se od sebe mnohdy kvalitativně i kvantitativně liší.

Petrografické analýzy byly prováděny u vzorků již odebraných pro fyzikální a mechanické rozborů. Toto působení, které ve volbě analyzovaného materiálu částečně ovlivňuje výsledky detailního mineralogického rozboru, však pro geotechnické posouzení vyhovuje.

Zpracovaný geotechnický profil jámy Vítězný únor umožňuje posoudit nadloží souvrství jak po stránce geologické, tak i po stránce petrografické a mineralogické. Samostatné aplikace každého ze jmenovaných vědních oborů byly prováděny již dříve a případné anomální projevy určitých jílových nebo jílovcových poloh se vždy zdůvodňovaly v rámci určitého oboru nebo se obvykle bez exaktní analýzy vysvětlovaly důvody litologickými, tektonickými apod.

Profil jámy Vítězný únor byl na základě naměřených geotechnických parametrů, které v této části práce jsou doplněny údaji o mineralogickém složení každého z odebraných vzorků, vyhodnocen jako pokus o nalezení vzájemných vztahů ve vlastnostech nadložního souvrství. Pro značnou složitost mineralogické skladby muselo být přistoupeno k určitým zjednodušujícím úpravám, aby se získala větší přehlednost zpracovaného profilu. Jako výsledek komplexní petrografické analýzy sedimentů bylo použito rozmezí procentního složení jílových i nejílových frakcí každého vzorku. Tato rozmezí byla graficky vynesena namísto aproximací nepřesných hodnot procentních obsahů minerálů skupin kaolinitu, illitu (společně se slídami) a montmorillonitu. Jílový nerost se

strukturou, jejíž bazální linie kolísá kolem hodnoty $12 - 13 \text{ \AA}$, není blíže identifikovatelný, resp. podle dostupné literatury není jeho základní výzkum dosud ukončen, a proto nebyl do grafického vyhodnocení zařazen. Z nejílových nerostů byly vynášeny pouze obsahy křemene a sideritu. Ostatní nejílové nerosty, přítomné ve vzorcích, byly vynechány, a to buď z důvodu jejich nízkého obsahu (kalцит, živec, pyrit, markazit), nebo pro obtížnost kvantitativního stanovování stopových obsahů těchto minerálů. Dále nebyly do vyhodnocení zahrnuty minerály jako je limonit, lepidokrokrit, göthit, amorfni hydroxidy hliníku a titanu a organické látky, poněvadž podle dnešních znalostí nemají podstatný vliv na mechanicko-fyzikální parametry.

Jako základní komponenty, charakterizující typ jílu v závislosti na hloubce pod povrchem, byly tedy sledovány tyto jílové minerály: kaolinit, illit společně se slídkami a montmorillonit. Z nejílových minerálů byly vyhodnocovány křemen a siderit.

Kaolinit vykazuje poměrně malou proměnnost v kvantitě a kolísá kolem hodnoty 30 % váhy obsahu, počítáno na přirozený vzorek (vysušený na přibližný obsah 4 % vody), přičemž jeho obsah se pohybuje spíše směrem k nižším hodnotám. Tedy v 10 m, 24 m, 53 - 58 m, 109 - 112 m, 124 m, 138,5 - 160 m klesají hodnoty obsahu kaolinitu v jílu asi na 20 %. Výkyvy směrem k vyšším hodnotám (40 %) jsou pouze u tří vzorků s touto metráží: 42 m, 51 m, 74 m. Zajímavá je střední část profilu od 60 - 98 m a spodní část profilu od 161 - 226 m (až na uhlí), kde ve větších úsecích se ustaluje obsah kaolinitu na 30 %.

Illit a slídky byly hodnoceny jako jeden minerál, poněvadž granulometricky tvoří plynulou řadu izomorfne se zastupujících minerálů a prakticky se liší pouze velikostí svých částecí; v rentgenometrickém vyhodnocení vykazují stejné bazální linie. Illit a slídky vykazují v průběhu profilu nejmenší odchylky od své průměrné hodnoty, která je přibližně 15 % váhových. Pouze u jediného vzorku z hloubky 57 m se objevuje markantní zvýšení obsahu jmenovaných materiálů. Ostatní odchylky od průměrného obsahu jsou spíše transcendentní a pohybují se kolem hodnoty 10 %.

Montmorillonit - tento minerál, který je typickým zástupcem silně reaktivních minerálů pro svůj vysoký aktivní povrch a sorpční kapacitu, bude v geotechnické praxi vykazovat největší efekty. Jeho relativní obsahy jsou v průběhu profilu variabilní ve značně širokých rozmezích. Maximální obsahy,

(přibližně 30 %) jsou identifikovány v první třetině délky profilu a bodově dosahují hodnoty až 40 % váhových. Střední část vrtu od 91 - 161 m nejeví tak velkou variabilitu v kvantitě. Nejnižší hodnoty se pohybují od 2 - 5 %, a to počínaje hloubkou 168 - 169 m. Pak nastává přechodné mírné zvýšení množství zmíněného minerálu, aby opět ve 176,5 m pokleslo. Mezi 204 - 213 m nastává malý výkyv směrem k vyšším hodnotám obsahu montmorillonitu, zatímco konec vrtu k podložním vrstvám dává jílu s krajně malým obsahem tohoto minerálu. Celkově obsah tohoto minerálu pozvolna a celkem plynule klesá s hloubkou.

Křemen se podílí zhruba 20 % na složení jílu. Místy jeho množství stoupá až na 35 % a v těchto případech se jedná o přechod mezi písčitými vložkami a jílem.

Siderit byl do geotechnického profilu zvolen jako jediný nejílový nerost vedle křemene pro svůj trvalý výskyt v nadložním souvrství a pro zřetelné anomální výkyvy. Průměrný obsah kolem 5 % váhových je v několika polohách náhle zvýšen na 3 - 4 násobek. Jedná se o výskyt proplástek sideritových jílu nebo pelosideritu. Zdá se, že některé polohy sideritu (někdy jako pelosiderit) označují hranice, na kterých dochází ke změnám ve vertikálních závislostech petrografického složení.

Vedle víceméně klasických závislostí mezi mineralogickým složením a fyzikálními projevy zemin lze i na tomto profilu sledovat některé výraznější souvislosti. Např. mez tekutosti koreluje s obsahem minerálů skupiny montmorillonitu. Tento vzájemný vliv je stírán současným působením illitu, případně jiných sorpčních nerostů. Současně je patrný reciproký sled meze tekutosti s obsahem kaolinitu i křemene. Anomálně zvýšené podíly sideritu pak tuto závislost ještě zdůrazňují. To se projevuje zřetelně na několika místech profilu v hloubce 93 m, 124 m, 189 m a 223 m. Obsahy sideritu zde dosahují 15 % celkové váhy vzorku, poslední výskyt má hodnotu 20 %. Vložky sideritu však nejsou nijak mocné, zasahují zpravidla vždy jen jediný vzorek. To dokazuje, že pelosiderit, který je nejčastější sideritickou horninou v nadloží, tvoří vrstvy nebo čočky asi decimetrových mocností.

Obsah sideritu, který často nahrazuje účinek tmele v jílu, ovlivňuje výsledky smykové pevnosti, i když tento jev je méně zřetelný následkem souměřitelné pevnosti jílovců a sideritu. Porovnáme-li relativní hodnoty smykové pevnosti s relativními obsahy montmorillonitu, nalezneme shodu v maximech a minimech prů-

měrných obsahů asi ve 3/4 případů. Rozhodně lze říci, že výrazně anomální geotechnický parametr by se zřetelně odrazil ve výsledku mineralogické analýzy, že však tento jev ve studovaném profilu nebyl nalezen.

Z á v ě r

Zpracované výsledky petrografické analýzy dovolují z naměřených hodnot (po rozboru vzájemných souvislostí) soudit na geotechnický charakter zemín v profilu vrtu. Podle podobnosti jílových petrografických typů může být použitelnost výsledků rozšířena i na další oblasti pánve s podobným litologickým vývojem – v našem případě tedy střední část SHR (komožanská oblast).

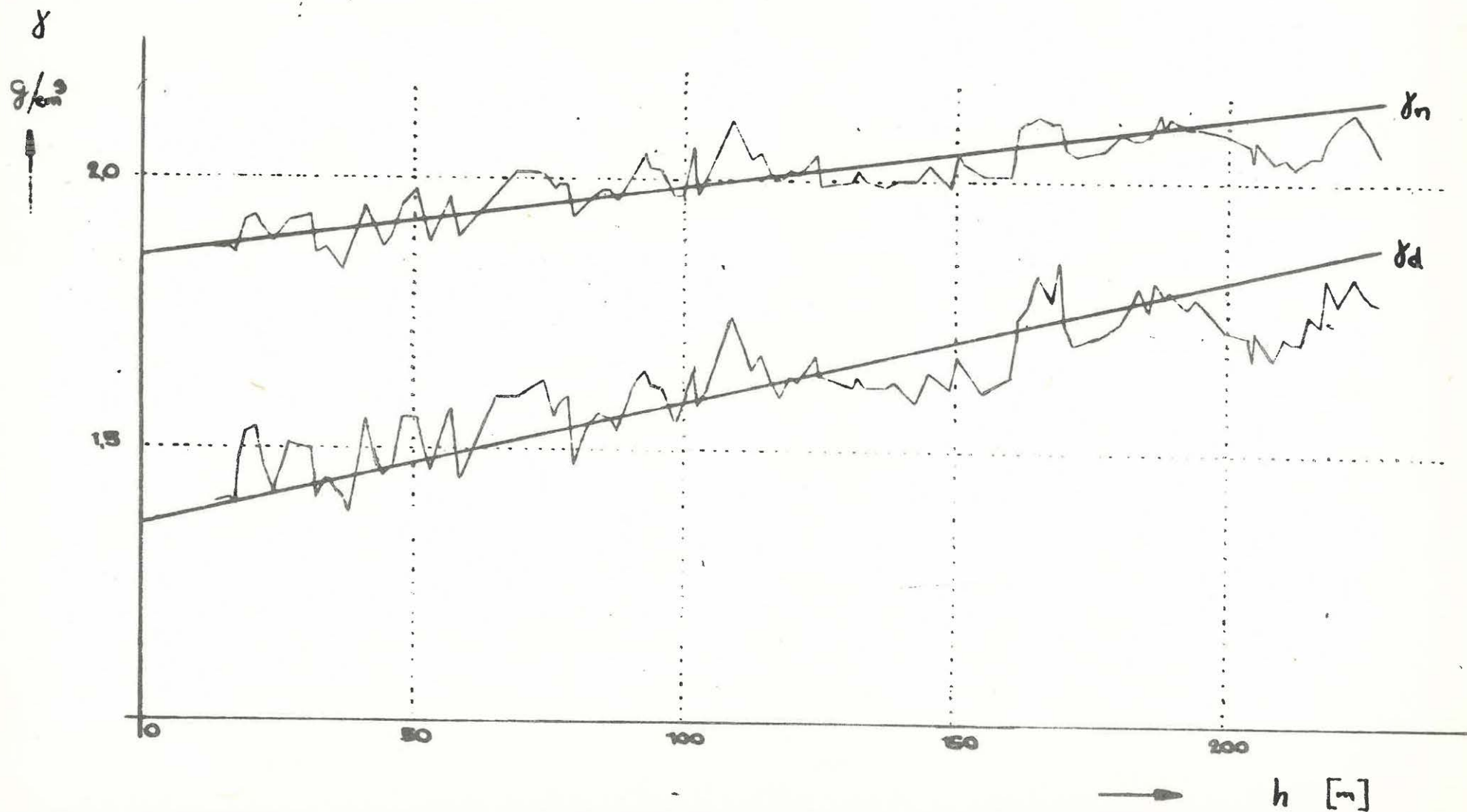
Byly sledovány závislosti některých fyzikálních vlastností zemín na mineralogickém složení a nalezeny vztahy mezi tekutostí (Atterberg) a obsahy sorpčních a nesorpčních nerostů (montmorillonit, kaolinit, křemen). Vyhodnocený profil dovoluje objevit a zdůvodnit případné anomální vlastnosti zemín a nalézt vedle závislosti změn mechanicko-fyzikálních vlastností na hloubce také některé závislosti čistě petrografické. Zjištěné skutečnosti, zejména trend procentních obsahů jílových nerostů, nejsou v rozporu se zákonitostmi faciálního vývoje nadložního souvrství.

Podobně jako v předcházejících studiích, prováděných z geotechnického hlediska v oblasti SHR, vyplývá ze zpracovaného souboru znovu vysoká proměnlivost mineralogického zastoupení podle horizontálních vrstev. Tato skutečnost dovoluje usuzovat na genesis těchto sedimentů a současně udává směr možného dalšího výzkumu terciérního nadloží. Pro porovnání technologických vlastností nadloží bude účelné provádět při průzkumu i nadále komplexní vyhodnocování profilů po stránce inženýrsko-geologické, mechanicko-fyzikální a petrografické.

S h r n u t í

Článek se podrobně zabývá výsledky rozboru vzorků, získaných při hloubení jámy Vítězný únor. Cílem laboratorních prací bylo nalézt vztahy mezi vlastnostmi mechanicko-fyzikálními a petrografickými a ze závěrů vytvořit precedent, který by umožňoval snadnější orientaci při báňsko-technologickém provozu. Vyhodnocení celého profilu potvrzuje některé předpokládané vazby mezi složením a fyzikálně-mechanickými vlastnostmi nadloží.

ZÁVISLOST OBJEMOVÉ TÍHY NA HLOUBCE $\gamma_n = 1,8842 + 0,0010109 h$



ZÁVISLOST VLHKOSTI NA HLOUBCE

$$W_n = 0,30792 - 0,0006152 h$$

W_n
↑

- 42 -

0,30

0,20

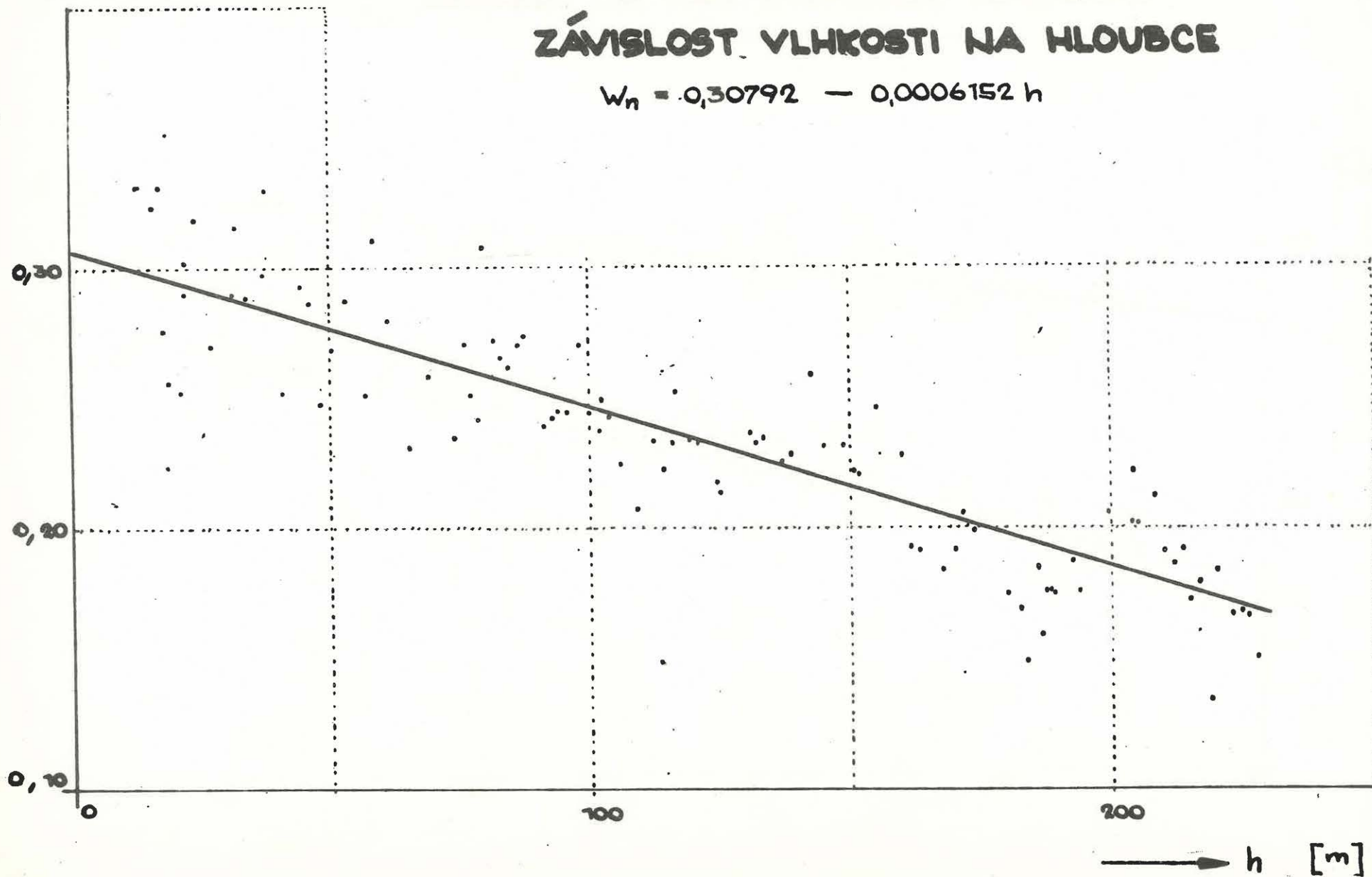
0,10

0

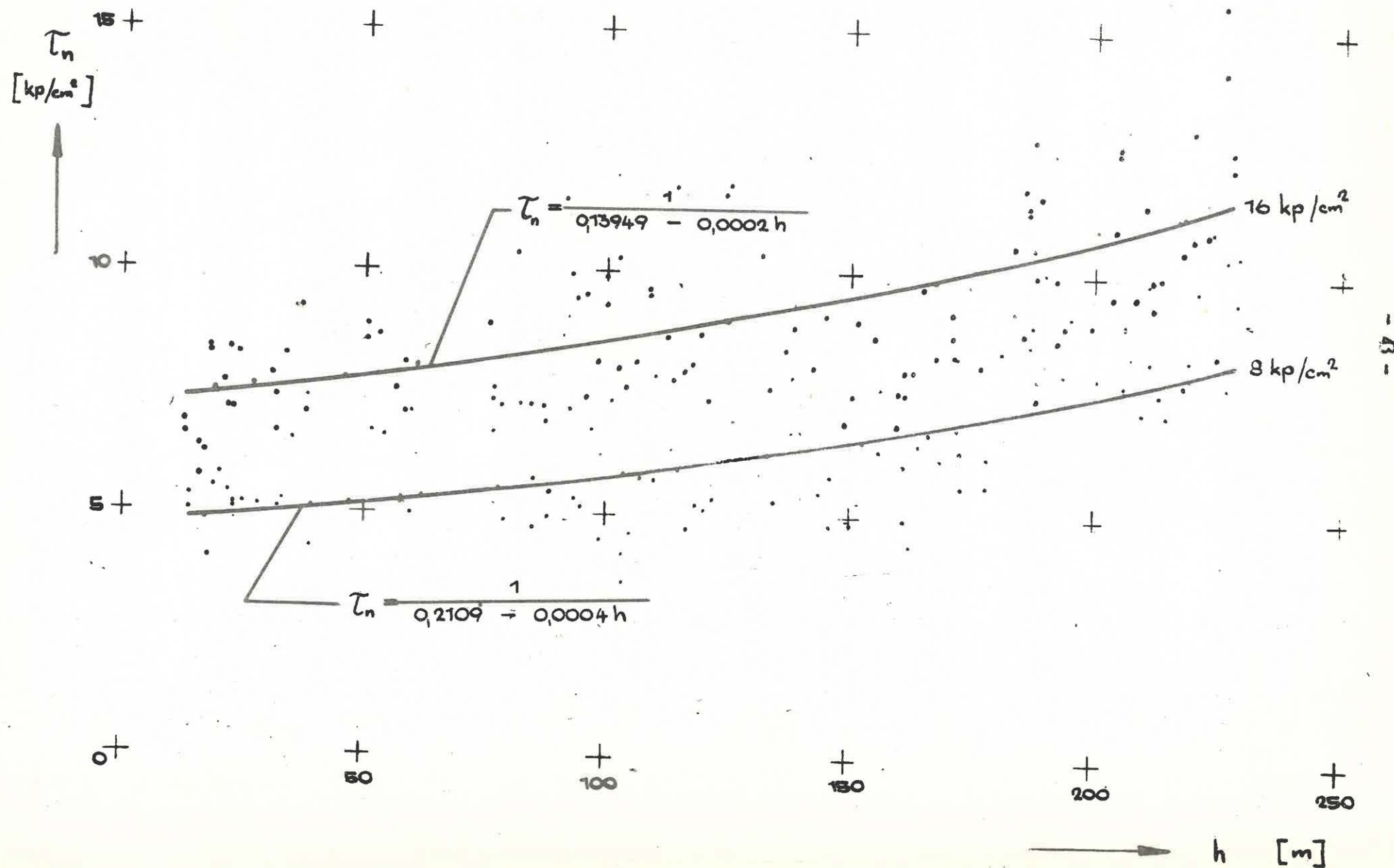
100

200

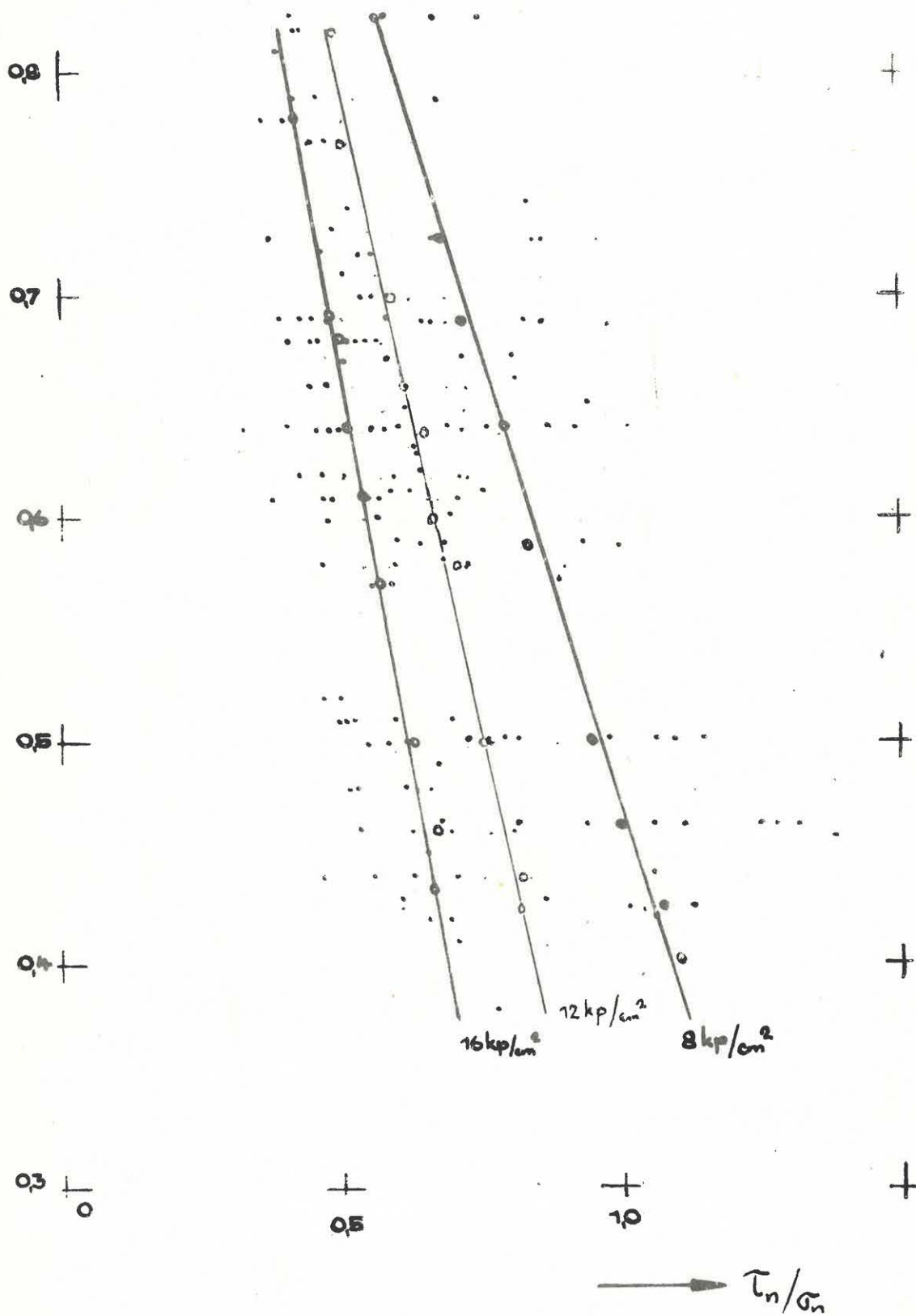
→ h [m]



ZÁVISLOST SHYKOVÉ PEVNOSTI NA HLOUBCE



0.9 + + +
 τ_n ZÁVISLOST SHYKOVÉ PEVNOTI NA ČÍS. PÓROVITOSTI ϵ_n



ZÁVISLOST SHYKOVÉ PEVNOSTI NA INDEXU PLASTICITY

