

DIAGNOSTIKA DEFORMAČNÝCH VLASTNOSTÍ ZRNITÝCH MATERIÁLOV

DIAGNOSTICS OF THE DEFORMATION PROPERTIES OF GRAINED MATERIALS

V oblasti spodnej stavby líniových a pozemných stavebných diel majú v rámci materiálovej základne výrazné zastúpenie prírodné zrnité materiály. Pri nadštandardnej ponuke dodávateľov týchto materiálov je potrebné stanoviť hlavne ich možnosti aplikácií do konštrukcie dopravnej cesty. Posúdenie vhodnosti použitia prírodných zrnitých materiálov je možné v laboratórnych podmienkach na základe zistenia ich deformačných vlastností a ich diagnostiky. V príspevku je charakterizovaný metodický postup aplikovateľný pre komplexné posúdenie vhodnosti rôznych materiálov použiteľných do konštrukčných vrstiev dopravnej cesty alebo ako diagnostika stavebného diela pred jeho uvedením do prevádzky. Aplikáciou tohto postupu sa môže posúdiť nielen kvalita dodávaných materiálov pre realizáciu stavebného diela ako základného predpokladu kvality celej konštrukcie dopravnej cesty, ale pre dodávateľov týchto materiálov je možnosť dokladovať ich kvalitu pri svojej trhovej ponuke v rámci konkurzného konania.

1. Úvod

Kvalita stavebného diela pri uvedení do prevádzky je podmienená komplexným prieskumom lokality diela, bezpečným návrhom a dimenzovaním konštrukcie diela, dodržaním všetkých technologických zásad pri realizácii diela ako aj nekompromisnou diagnostikou diela pred uvedením do prevádzky.

Veľmi dôležitým predpokladom, ovplyvňujúcim dimenzovanie a súčasne aj realizáciu stavebného diela je kvalita dodávaných materiálov k realizácii stavebného diela. Tento predpoklad a úspech dodávateľa na trhu s materiálmi ako výrobkami vedie ku skutočnosti, že pružní dodávateľia materiálov dokladujú v rámci svojej trhovej ponuky okrem protokolov o kvalite výrobku tiež možnosti, a tým vhodnosti aplikácie týchto výrobkov pri dodržaní kvality konštrukcie, ktorej súčasťou bude dodávaný materiál.

V oblasti spodnej stavby líniových a pozemných stavebných diel majú v rámci materiálovej základne výrazné zastúpenie prírodné zrnité materiály. Nadštandardná ponuka dodávateľov týchto materiálov obsahuje hlavne možnosti aplikácií podľa deformačných vlastností materiálov na základe diagnostiky v laboratórnych podmienkach.

In the field of substructure of line and ground building works, natural grained materials have considerable representation in the material basis. During the exclusive offer of these materials suppliers, it is necessary to determine the possibilities of material use into traffic-way structure. The suitability of using natural-grained materials can be judged in laboratory conditions. In the paper a method is characterised to be applicable for the complex judgement of various material use in construction layers of the traffic way or for diagnostics of the building works before their opening. Material suppliers can document the quality of the supplied material as a basic presumption of the whole traffic works, which can be judged not only with this method application but also in its marked offer documentation.

1. Introduction

The performance quality of building works is conditional on a complex locality investigation, an unfailing opinion and structure dimensioning, a keeping in all the technology principles and on uncompromising diagnostics of the works before its opening.

The quality of supplied materials is a very important presumption to influence the dimensioning as well as the building works realisation. The supplier success in the material market assumes to offer not only the protocols concerning to the product quality but also application possibilities and suitability of these products (materials) and so a structure quality, which components are supplied.

Concerning to the material basis, natural-grained material has considerable representation in the substructure of line and ground-building works. An exclusive offer of the material suppliers contains mainly application possibilities based on deformation properties of the material found out in the laboratory conditions.

2. Complex methodical procedure

Complex diagnostics of deformation properties of the grained material is in finding the following properties out:

* Assoc. Prof. Eng. Libor Ižvolt, PhD., Assoc. Prof. Eng. Milan Mikšík, PhD.

University of Žilina, Faculty of Civil Engineering, Department of the Railway Engineering and Track Management, Komenského 52, SK-01026 Žilina, Slovak Republic, Tel.: ++421-89-7634818, +421-89-7243374, Fax: ++421-89-7233502, E-mail: kzs@fstav.utc.sk

2. Komplexný metodický postup

Komplexná diagnostika deformačných vlastností zrnitých materiálov pozostáva zo zisťovania nasledovných vlastností:

- minimálna objemová hmotnosť $\rho_{d,min}$,
- maximálna objemová hmotnosť $\rho_{d,max}$,
- objemová hmotnosť po zhutnení v prirodzenom stave ρ ,
- objemová hmotnosť po zhutnení vo vysušenom stave ρ_d ,
- relatívna uľahlosť I_D ,
- vlhkosť w ,
- metrické poklesy Δ_h ,
- únosnosť, prezentovaná statickým modulom deformácie E_0 (v úrovni zemnej pláne) a E_e (v úrovni konštrukčnej vrstvy),
- nárast únosnosti n_E vo vzťahu k zemnej pláni.

Pre zabezpečenie zistenia všetkých vyššie uvedených deformačných vlastností bol spracovaný celkový postup riešenia:

1. zostavenie skúšobného stendu,
2. stanovenie minimálnej a maximálnej objemovej hmotnosti materiálu jednotlivých skúšobných vzoriek – laboratórna skúška,
3. stanovenie únosnosti zemnej pláne pred každou skúšobnou vzorkou materiálu – statická zaťažovacia skúška,
4. stanovenie metrických poklesov podkladovej vrstvy ako trvalej deformácie materiálu jednotlivých skúšobných vzoriek po zhutnení – technická nivelácia,
5. stanovenie únosnosti celej konštrukcie (zemná pláň + podkladová vrstva) pre jednotlivé skúšobné vzorky – statická zaťažovacia skúška,
6. stanovenie objemových hmotností materiálu podkladovej vrstvy (v prirodzenom a vo vysušenom stave) a vlhkostí pre jednotlivé skúšobné vzorky – laboratórna skúška,
7. stanovenie miery zhutnenia a nárastu únosnosti materiálu podkladovej vrstvy pre jednotlivé skúšobné vzorky – výpočet na základe výsledkov predchádzajúcich deformačných vlastností.

3. Skúšobný stand

Na realizáciu komplexnej diagnostiky deformačných vlastností zrnitých materiálov sa vybudoval skúšobný stand, ktorý pozostáva z dvoch hlavných častí:

- zo skúšobného zariadenia a
- konštrukčných vrstiev železničného spodku v M 1:1.

Skúšobné zariadenie Katedra železničného staviteľstva a traťového hospodárstva tvoria skruže \varnothing 0,80 m, ktorých výška je konštantná – 0,300 m (okrem dna – 0,240 m). Jednotlivé skruže sa nasunú na seba do stanovenej výšky. Celé skúšobné zariadenie je osadené vo vrstve piesku z dôvodu celkovej stabilizácie zariadenia a tlmenia vibrácií pri hutnení materiálov.

Do skúšobného zariadenia sa postupne hutní materiál, ktorý svojimi vlastnosťami a konštrukčným usporiadaním modeluje konštrukcia železničného spodku.

Najskôr je hutnená zemina, ktorá v skúšobnom zariadení simuluje zemnú pláň. Celková konštrukčná hrúbka nahutnenej zeminy je 0,840 m. V dôsledku erozívnej činnosti hutnenia podkladových vrstiev skúšobných materiálov je nutné povrch zemnej pláne pravidelne kontrolovať.

- minimal volume mass $\rho_{d,min}$,
- maximal volume mass $\rho_{d,max}$,
- volume mass after compaction in the natural condition ρ ,
- volume mass after compaction in the drain condition ρ_d ,
- relative depression I_D ,
- moisture w ,
- metric depressions Δ_h ,
- bearing capacity, presented with static deformation modulus E_0 (in the subgrade surface) and E_e (in the structure layer),
- bearing capacity grow n_E in the relation to the subgrade surface.

To find out all above deformation properties, the whole procedure has been prepared:

1. building up the experimental stand,
2. determination of the minimal and maximal volume mass of the material of a particular sample – laboratory test,
3. determination of the surface subgrade bearing capacity before the each sample – static loading test,
4. determination of the metric depressions of the subbase layer after compaction, as the permanent material deformation for the particular samples – technical levelling,
5. determination of the bearing capacity of the whole structure (subgrade surface + subbase layer) for the particular samples – static loading test,
6. determination of volume mass of the subbase layer material (in the natural and drain condition) and moisture for the particular samples – laboratory test,
7. determination of the compaction degree and bearing capacity grow of the subbase layer for the particular samples – calculation according to the above deformation properties.

3. Experimental stand

For the complex diagnostics of grained materials deformation properties it needs to build the experimental stand that contains two main parts:

- an experimental facility,
- model of substructure layers in scale 1:1.

The experimental facility of the Department of Railway Engineering and Track Management are cylindrical segments \varnothing 0.80 m with equal height 0.300 m (besides the bottom – 0.240 m). Particular segments are put upon themselves to the defined height. The whole facility is placed into stand to stabilise and dampen the vibration during material compaction.

Material models the substructure with its properties and construction and is gradually compacted into the experimental facility.

Firstly, soil that simulates the subgrade surface is compacted. The whole construction thickness of compacted soil is 0.840m. In consequence of erosive activity of the subbase layers compaction, it is necessary to regularly control the subgrade surface.

Na konštrukčnú vrstvu zemnej pláne sú postupne hutnené jednotlivé skúšobné materiály konštrukčnej hrúbky 0,300 m. Dávkovanie a hutnenie týchto materiálov do nadstavbovej časti skúšobného zariadenia (tretia skruž) je realizované na dvakrát po vrstvách hrúbky 0,150 m pomocou vibračného hutniaceho zariadenia celkovej hmotnosti 128 kg, ktoré sa skladá z kruhovej dosky priemeru 0,760 m a samotného vibrátora (obr. 1).

Celkový pohľad na skúšobný stend a jeho lokalizáciu na diagnostickom pracovisku je na obr. 2.

4. Metodické postupy zisťovania deformačných vlastností

Minimálna a maximálna objemová hmotnosť

Skúšky minimálnej a maximálnej objemovej hmotnosti sú realizované podľa STN 72 1018 „Laboratórne stanovenie relatívnej uľahlosti nesúdržných zemín“.

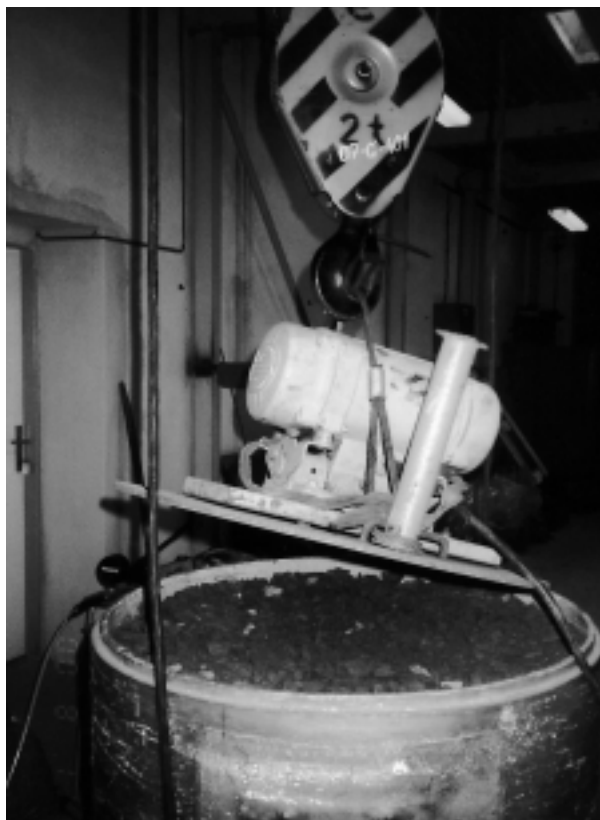
The particular samples of thickness 0.300m are gradually compacted upon the subgrade surface. The material dosing and compaction is inserted in two layers of thickness 0.150 m into the stand superstructure (the third segment), with vibration compaction machine of the whole mass 128 kg. It consists in the circle board (0.760m and a separate vibrator (Figure 1).

The whole view on the experimental stand and its localisation in the diagnostic laboratory is in the Figure 2.

4. Methodical procedures of finding the deformation properties out

Minimal and maximal volume mass

The tests of minimal and maximal volume mass are realised according to the standard STN 721018 “Determination of a relative depression of incoherent soils in laboratory”



Obr. 1. Manipulácia s hutniacim zariadením pred hutnením hornej vrstvy skúšobnej vzorky podkladnej vrstvy

Fig. 1. Compaction machine before the upper layer compaction of subbase layer sample



Obr. 2. Celkový pohľad na skúšobný stend

Fig. 2. The whole view to the experimental stand

Trvalá deformácia po zhutnení - technická nivelácia

Trvalá deformácia po zhutnení je zisťovaná formou metrických poklesov, a to aplikáciou technickej nivelácie (niveláčny prístroj s kompenzátorom a niveláčna lata s presnosťou čítania 1 mm).

Permanent deformation after compaction - technical levelling

Metric depressions represent the permanent deformation after compaction and are found with technical levelling out (compensatory level and dot with the reading accuracy 1 mm).

Vzhľadom na to, že je nutné rešpektovať praktické podmienky realizácie hutnenia (hutnenie každej skúšobnej vzorky po vrstvách 0,150 m), je trvalá deformácia zisťovaná v dvoch krokoch vždy po prvom a druhom hutnení. Pre potrebu merania je na skúšobnom zariadení vytvorené geometrické bodové pole so 4 vzťažnými bodmi.

Do stendru je postupne budovaná a urovnávaná prvá vrstva materiálu hrúbky 0,150 m a následne realizované počiatkové meranie výšky $h_{P,1}$ vo všetkých vzťažných bodoch. Hutnenie materiálu je aplikované v 30 sek. intervaloch, pričom hutniaci cyklus je ukončený, keď pokles čítania v každom vzťažnom bode nedosahuje hodnotu väčšiu ako 1 mm. Celkový čas hutnenia prvej vrstvy, ako aj konečné výšky $h_{K,1}$, sú zaevidované do skúšobného protokolu. Rozdielom výšok $h_{P,1}$ a $h_{K,1}$ sú určené metrické poklesy vo všetkých vzťažných bodoch ako aj priemerný metrický pokles prvej vrstvy materiálu vzorky $\Delta_{h,1}$.

Rovnakým spôsobom je následne realizovaný aj druhý krok merania trvalých deformácií, pričom sú evidované hodnoty výšok $h_{P,2}$ a $h_{K,2}$ a sú určené metrické poklesy $\Delta_{h,2}$. Výsledné metrické poklesy Δ_h každej skúšobnej vzorky sú stanovené súčtom metrických poklesov prvého a druhého kroku merania.

Únosnosť - statická zaťažovacia skúška

Pre zistenie únosnosti zemnej pláne pred aplikáciou materiálu každej skúšobnej vzorky, ako aj výslednej konštrukcie po aplikácii a zhutnení materiálu každej skúšobnej vzorky, sú realizované statické zaťažovacie skúšky, ktorých cieľom je zistenie „relatívneho“ modulu deformácie zemnej pláne E_0 a „relatívneho“ ekvivalentného modulu jednotlivých konštrukcií spodnej stavby E_e .

Statické zaťažovacie skúšky sú realizované v súlade s predpisom S4 „Železničný spodok“, príloha 20, pomocou tuhej kruhovej zaťažovacej dosky \varnothing 0,30 m. K vyvodu požadovaného tlaku (0,20 MPa) na tuhú zaťažovaciu dosku sa používa ručné hydraulické čerpadlo fy ENERPAQ P 142 USA a ako protizáťaž je využitý I-profil osadený v strope. Snímanie sily je zabezpečené hydraulickou zostavou ENERPAQ, kde inštalovaný manometer BGF-168 SR indikuje tlak pod zaťažovacou doskou.

Vertikálny pohyb zaťažovacej dosky pri postupnom zaťažovaní, resp. odľahčovaní je snímaný v 3 miestach pomocou digitálnych snímačov dráhy IDU25 fy MITUTOYO Japan s rozsahom do ± 25 mm, ktoré sú lokalizované na nezávislom ráme.

Statická zaťažovacia skúška je realizovaná v strede skúšobného stendru v dvoch zaťažovacích cykloch a vyhodnotená pomocou všeobecného vzťahu

$$E_0(E_e) = \frac{1,5 \cdot p \cdot r}{y} \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

kde: p - merný tlak na dosku v MPa,
 r - polomer zaťažovacej dosky v m,
 y - celkové priemerné zatlačenie zaťažovacej dosky v m zistené pri druhom zaťažovacom cykle.

Nakoľko statická zaťažovacia skúška je realizovaná v dvoch zaťažovacích cykloch, súčasne je určovaná miera zhutnenia, resp. zhutniteľnosť materiálov jednotlivých skúšobných vzoriek pri danej vlhkosti. Pri výpočte miery zhutnenia (M_o) sa postupuje v súlade

With respect to the compaction process (compacting each sample in layers 0.150 m), permanent deformation is taken in two steps after first and second compaction. Four reference points (geometric reference system) are made at experimental stand.

The first material layer of thickness 0.150 m, is gradually put into the stand and the first measurement of height $h_{P,1}$ of all points follows up all points. The compaction runs in 30-second intervals, and it finishes when the difference of a reading value in each reference point does not reach 1mm. The whole compaction time of the first layer and the final heights $h_{K,1}$ are written to the test protocol. The height differences between $h_{P,1}$ and $h_{K,1}$ define the metric depressions in all reference points and the average metric depression of the first layer of the sample $\Delta_{h,1}$.

The second step of deformation measurement runs the same way. Heights $h_{P,2}$ and $h_{K,2}$ are measured and metric depressions $\Delta_{h,2}$ are calculated. The final metric depressions Δ_h of each sample are defined as a sum of metric depressions of both measurement steps.

Bearing capacity - static loading test

Static loading tests are realised before application of the material of each sample and after compaction of the final structure of each sample to determine the bearing capacity of subbase surface. The aim of these tests is to determine relative modulus of subgrade surface deformation E_0 and relative equivalent modulus of particular layers of the substructure E_e .

The static loading tests are in keeping with regulation S4 "Railway substructure", Appendix 20. Manual hydraulic pump ENERPAQ P142 USA is used to make the requisite pressure (0.20 MPa) upon the stiff circle board \varnothing 0.30m. Anti-loading is done via ceiling I-profile. Hydraulic machine ENERPAQ with built in manometer BGF-168 indicates the pressure under loading board.

Digital feelers IDU25 (firm MITUTOYO) with the range ± 25 mm are placed at independent frame and scan the vertical movement of the loading board in three points during loading or during relief.

Static loading test is running in the middle of the stand in two loading cycles, and it is calculated according to the equation:

$$E_0(E_e) = \frac{1,5 \cdot p \cdot r}{y} \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

where: p - specific pressure upon the board in MPa,
 r - radius of the loading board in m,
 y - the whole average depression of the loading board in m that was found out in the second loading cycle.

Because the static loading test runs in two cycles, the compaction degree, (respectively, the materials of particular samples possibility to compact in real moisture) is determined at the same time. The compaction degree is calculated in conformity with the

s STN 72 1006 „Kontrola zhutnenia zemín a sypanín“, pričom sú použité nasledovné všeobecné vzťahy:

$$M_o = \frac{E_{def2}}{E_{def1}} \quad [\text{MPa}] \quad (2)$$

pričom

$$E_{def} = \frac{\pi}{2} (1 - \nu^2) \cdot r \cdot m \cdot \frac{\Delta p}{\Delta h} \quad [\text{MPa}] \quad (3)$$

kde: E_{def} - modul deformácie v MPa,

ν - Poissonove číslo (hodnota stanovená podľa zloženia sypaniny - 0,20),

m - súčiniteľ tvaru dosky (pre kruhovú dosku 0,785),

r - polomer zaťažovacej dosky v m,

Δp - zmena kontaktného napätia v MPa,

Δh - zmena sadnutia dosky pri zmene napätia v m.

Objemová hmotnosť a vlhkosť po zhutnení

Po vykonaní statickej zaťažovacej skúšky je následne u materiálu každej skúšobnej vzorky zisťovaná jeho objemová hmotnosť a vlhkosť pri jeho zabudovaní do skúšobného zariadenia. Objemová hmotnosť je zisťovaná v súlade s STN 721010 „Stanovenie objemovej hmotnosti zemín. Laboratórne a poľné metódy“ a vlhkosť materiálu podľa STN 72 1012 „Laboratórne stanovenie vlhkosti zemín“.

Vzorka testovaného materiálu na zisťovanie obidvoch vlastností je odoberaná minimálne z dvoch miest v skúšobnej skruži pomocou tzv. jamkovej metódy.

Miera zhutnenia a nárast únosnosti

Na základe stanovených hodnôt maximálnej a minimálnej objemovej hmotnosti jednotlivých skúšaných materiálov ako aj ich objemových hmotností je potom možné pre skúšobné vzorky výpočtom určiť hodnotu miery zhutnenia prostredníctvom relatívnej uľahlosti I_D (podľa STN 72 1018) na základe všeobecného vzťahu

$$I_D = \frac{\rho_{d,max} (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d (\rho_{d,max} - \rho_{d,min})} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

kde: ρ_d - objemová hmotnosť suchej zeminy v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$,

$\rho_{d,max}$ - maximálna objemová hmotnosť zeminy v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$,

$\rho_{d,min}$ - minimálna objemová hmotnosť zeminy v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Na základe stanovených hodnôt „relatívneho“ modulu deformácie zemnej pláne E_0 a „relatívneho“ ekvivalentného modulu jednotlivých konštrukcií spodnej stavby E_e je možné pre všetky materiály skúšobných vzoriek výpočtom stanoviť hodnoty nárastu únosnosti n_E podľa vzťahu

$$n_E = \frac{E_e}{E_0} \cdot 100 - 100 \quad [\%]. \quad (5)$$

5. Hodnotenie deformačnej kvality

Pre každý skúšaný materiál je vystavený hodnotiaci protokol, ktorý deklaruje dosiahnutú kvalitu materiálu v oblasti deformačných vlastností. Príklad protokolu je na obr. 3.

regulation STN 721006 “Control of soils and sprinkled material compaction” according to the following equations:

$$M_o = \frac{E_{def2}}{E_{def1}} \quad [\text{MPa}] \quad (2)$$

where

$$E_{def} = \frac{\pi}{2} (1 - \nu^2) \cdot r \cdot m \cdot \frac{\Delta p}{\Delta h} \quad [\text{MPa}] \quad (3)$$

where: E_{def} - modulus of deformation in MPa,

ν - Poisson number (value determined according to the sprinkled material contain - 0.20),

m - coefficient of the board shape (for the circle board is 0.785),

r - radius of the loading board in m,

Δp - the contact tension exchange in MPa,

Δh - exchange of the board depression during tension exchange in m.

Volume mass and moisture after compaction

After the static loading test volume mass and moisture of the material of each sample is found out. Volume mass is determined in conformity with regulation STN 721010 “Determination of soils volume mass. Laboratory and in situ methods” and material moisture according to the STN 721012 “Soils moisture determination in laboratory”.

The tested material is taken off from two places of the tested cylindrical segment with “hole method”.

Compaction degree and bearing capacity grow

On the determined values of maximal and minimal volume mass like volume mass of the particular tested material, the compaction degree is calculated through the relative depression I_D (STN 721018) according to the following:

$$I_D = \frac{\rho_{d,max} (\rho_d - \rho_{d,min})}{\rho_d (\rho_{d,max} - \rho_{d,min})} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

where: ρ_d - volume mass of dry soil in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$,

$\rho_{d,max}$ - maximal volume mass of soil in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$,


$\rho_{d,min}$ - minimal volume mass of soil in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

On the determined values of relative deformation modulus of the subgrade surface E_0 and the relative equivalent modulus of the particular layers of substructure E_e , the values of bearing capacity grow n_E are possible to determine for all materials of the samples:

$$n_E = \frac{E_e}{E_0} \cdot 100 - 100 \quad [\%]. \quad (5)$$

5. Deformation quality evaluation

For each tested material, an evaluating protocol is written to declare the reached quality of the material from the point of deformation properties. The protocol example is in figure 3.

	<p>University of Žilina, Faculty of Civil Engineering Department of the Railway Engineering and Track Management Komenského 52 SK-010 26 ŽILINA tel.: 089/7243374 fax: 089/7233502 E-mail: kzs@fstav.utc.sk</p>		
<p>Evaluating protocol č. 5400-1 Diagnostics of deformation properties of the grained materials</p>			
<p>Sample name: Material of a sample: Construction thickness of a sample:</p>	<p>sample A - Pusté Úľany gravel-sand of fraction 0 - 32 mm 300 mm</p>		
<p>DEFORMATION PROPERTIES</p>			
<p>Deformation property</p>	<p>Symbol</p>	<p>Unit</p>	<p>Value</p>
Minimal volume mass	$\rho_{d,min}$	kg.m ⁻³	1758
Maximal volume mass	$\rho_{d,max}$	kg.m ⁻³	2122
Volume mass after compaction in natural condition	ρ	kg.m ⁻³	2175
Volume mass after compaction in drain condition	ρ_d	kg.m ⁻³	2124
Compaction degree	I_D	%	100,5
Moisture	w	%	2,47
Absolute metric depressions	Δ_h	mm	49,75
Relative metric depressions	$\Delta_{h,rel}$	%	16,58
Static deformation modulus of the subgrade surface before the sample application	E_0	MPa	43,7
Static deformation modulus of substructure	E_e	MPa	56,3
Bearing capacity grow	n_E	%	28,83
<p>Date and place: Žilina, 19.09.2000 Laboratory of Department of the Railway Engineering and Track Management</p>	<p>Name: Assoc. Prof. Eng. Libor Ižvolt, PhD. Assoc. Prof. Eng. Milan Mikšík, PhD.</p>		<p>Stamp:</p>

Obr. 3. Příklad hodnotiaceho protokolu
 Fig. 3. The evaluating protocol example

Dosiahnutie reprezentatívnych výsledkov deformačných vlastností materiálov predpokladá dodržiavanie predpísanej metodiky komplexného skúšania ako aj rešpektovanie nasledovných obmedzujúcich špecifických faktorov:

- významnú úlohu pri diagnostike deformačných vlastností zrnitých materiálov zohráva časový faktor; vybudovaná zemná pláň plynúcim časom stráca optimálnu vlhkosť, čo spôsobuje nežiaduce a zavádzajúce zvýšenie jej únosnosti,
- pre dôkladnejší a reprezentatívnejší rozbor deformačných vlastností je potrebné venovať sa v ucelenom časovom celku len jednému typu materiálu s rôznymi obmenami zrnitosti na základe presne stanovenej receptúry.

Representative results of the materials deformation properties require keeping not only the prescribed procedure of complex test but to respect the following limited specific facts:

- During the deformation properties diagnostics, time plays the great role; Surface losses the optimal moisture in time, it makes undesirable and misleading growth of bearing capacity.
- Thorough and representative analysis of deformation properties requires surveying only one type of material with the various grain on the precise defined prescription.

Literatúra – References

- [1] MIKŠÍK, M. a kol.: *Diagnostika deformačných vlastností zrnitých materiálov*, Hodnotiaca správa, EDIS ŽU, Žilina, 2000,
- [2] MIKŠÍK, M. a kol.: *Nové konštrukcie a materiály pri modernizácii železničných tratí a staníc a ich vplyv na kvalitu jazdnej dráhy*, Grantový projekt 1/7409/20 – Úloha č. 5: Vplyv železničnej prevádzky na kvalitu a životnosť klasickej konštrukcie koľajového lôžka, Žilina, 2000.