

Segmental Retaining Wall Systems

Experience, Practical Adjustments and Case Studies
Prague 2012

BRIEF OF CONFERENCE PROCEEDING

VÝTAH PŘÍSPĚVKŮ KONFERENCE

Systemy vyztužených opěrných stěn

Praktické zkušenosti a případové studie
Praha 2012



KB BLOK

DOKONALÝ STAVEBNÍ SYSTÉM



KB-BLOK SYSTEM & NAUE
DESIGNING THE FUTURE

Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc. dnes oslavuje své “oficiální 17 narozeniny“

Vysokoškolské vzdělání a profesionální praxe Prof. I. Vaníčka je spojena s katedrou geotechniky FSv ČVUT Praha, v úzké vazbě nejen na Prof. Myslivce, ale i Prof. Zárubu, Prof. Bažanta a Prof. Straku. Zde byl také jmenován profesorem pro obor mechanika zemin a zakládání staveb. Jeho vývoj byl také ovlivněn zahraničními stážemi, např. v UK na Imperial College u Prof. Bishopa (1975-76), kde získal vědeckou hodnost DIC.

Výzkumná činnost byla silně spojena se zemními konstrukcemi především dopravních a vodních staveb, s environmentální geotechnikou (výsypky, odkaliště, skládky, podzemní úložiště) a také s problematikou vyztužování zemin s pomocí geosyntetik. V posledním období byl zodpovědný za dlouhodobé projekty Ministerstva školství „Udržitelná výstavba“ a za projekt ESF (GA ČR), během kterého byly monitorovány a ověřovány nové metody měření a stárnutí konstrukcí v metrech v Praze, Londýně a Barceloně.

V pedagogické činnosti Prof. Vaníček kompletně rozpracoval předměty jako Mechanika zemin, Environmentální geotechnika a Zemní konstrukce. Z téměř 20 skript, učebnic, monografií je možno uvést – Mechanika zemin v roce 1982, Vznik a chování tahových trhlin v sypaných hrázích 1987, Geotechnika a životní prostředí 1991, Sanace skládek, starých ekologických zátěží 2002 a především novou monografii „Earth Structures“ která byla publikována v nakladatelství Springer 2008. Všechny tyto publikace mají silnou vazbu nejen na vlastní výzkum ale významně i na konzultační a expertní činnost, ať již prostřednictvím FSv ČVUT tak přes vlastní konzultační kancelář.

S ohledem na dnešní zaměření semináře lze více rozvést aktivity Prof. Vaníčka v oblasti vyztužování zemin, kdy první výzkum započal v roce 1976 s bezprostředními prvními praktickými aplikacemi. Byl spoluorganizátorem společných polsko-německo-českých seminářů na přelomu osmdesátých a devadesátých let, výsledky výzkumu a praktických aplikací publikoval na významných zahraničních konferencích, EC SMFE Helsinky 1983, IC SMFE Rio de Janeiro 1989 resp. Istanbul 2001. Pro České dráhy zpracoval podklady pro aplikace geotextilií a především pro vyztužování zemin (1997), zpracoval první verzi TP 97 Geotextilie a jiné geosyntetické materiály v zemních konstrukcích silničních staveb (1997). Problematiku mezních stavů vyztužených zemin pokrývá monografie z roku 2000 „Vyztužené zeminy – mezní stavy svahů, opěrných konstrukcí a mostních opěr“ a v neposlední řadě také poslední zmíněná monografie „Earth Structures“.

Zapojení do profesních a vědeckých společností Prof. Vaníčka je spojeno především s Českou geotechnickou společností ČSSI, kterou založil a řídí od roku 1991 a s Mezinárodní společností pro mechaniku zemin a geotechnické inženýrství (ISSMGE), kde národní komitét řídil v období 1997-2009, odkdy je „Vice-president ISSMGE for Europe“. V roce 2003 uspořádal v Praze Evropskou konferenci SMGE a nyní zodpovídá za veškerou činnost ISSMGE v Evropě (33 národních komitétů, ca 8 500 členů).

Organizátoři se připojují ke všem gratulantům a přejí Prof. Ivanu Vaníčkově kromě dobrého zdraví i mnoho dalších profesních i osobních úspěchů.

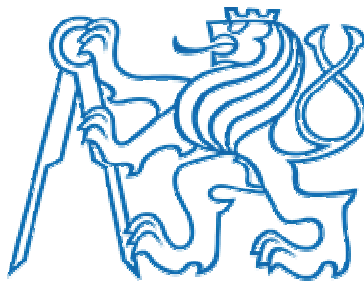


KB BLOK
DOKONALÝ STAVEBNÍ SYSTÉM

KEYNOTE LECTURE

Vytužené zemní konstrukce a EC 7

**IVAN VANÍČEK,
CTU in Prague**



Vyztužené zemní konstrukce a EC 7

Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc.

ČVUT Praha
Fakulta stavební
Katedra geotechniky



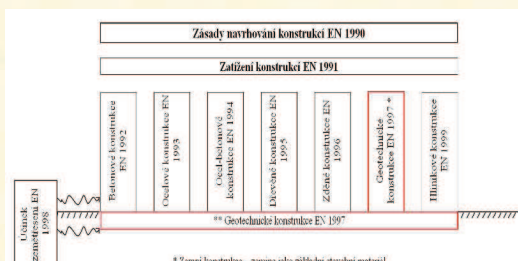
Eurokód EC - 7

- EC – Navrhování stavebních konstrukcí
- EC 7 – Navrhování geotechnických konstrukcí
- ČSN EN 1997-1 – 2006 - + Národní příloha – nyní proces úpravy

- **Mezní stav porušení – ULS – ultimate limit state - 1. Mezní stav**
- **Mezní stav použitelnosti – SLS – serviceability limit state – 2. Mezní stav**
- **Pro každou geotechnickou návrhovou situaci musí být prošetřeno, že nebude překročen žádný relevantní mezní stav**



Schéma Eurokódů

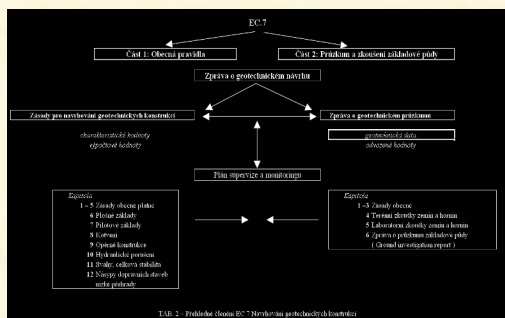


* Zemní konstrukce – rozumí jako základní stavební materiál
** Geotechnické konstrukce – jako podčásti – interakce se stavební konstrukcí

TAB.1. Schéma Eurokódů pro navrhování stavebních konstrukcí

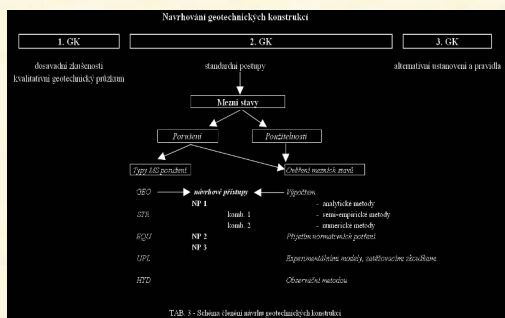


Členění EC 7-1+ EC 7-2



TAB. 2. Praktické členění EC 7. Některými geotechnickými konstrukcemi

3 Geotechnické kategorie




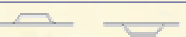


TAB. 3 - Schéma členění návrhu geotechnických konstrukcí

Mezní stavy porušení

- **EC 7 rozlišuje 5 základních případů**
- - EQU - rovnováha
- - STR - konstrukce
- - **GEO - porušení či nadměrné deformace zemínového a horninového prostředí**
- - UPL - vztlak
- - HYD - porušení hydraulickým gradientem prosakující vody – povrchová a vnitřní eroze

Nejistoty – riziko spojené s návrhem konstrukce

Ocelové konstrukce		3-5%	E, σ_{dt}, σ_t
Betonové konstrukce		5-10%	
Dřevěné konstrukce		10-20%	
Zemní konstrukce	 Násyp (zemník) 1/1 000 000 z celého objemu Nepřímé metody	cca 50%	E_{def}, φ, c, k



Řešení mezních stavů

- **4 způsoby ověření mezních stavů**
 - - Výpočtem
 - - Splněním dosud běžných uznávaných opatření
 - - Experimentálními modely; zatěžovacími zkouškami
 - - Observační metodou
- **Pro výpočetní metody**
 - - Odděleně – analytické metody; extra ULS, SLS
 - - Společně – numerické metody (MKP)
 - - Semí - empirické



Vyztužené zeminy

- **Kapitoly EC 7-1:**
 - **4** Násypy, odvodňování, zlepšování a vyztužování základové půdy
 - **9** Opěrné konstrukce
 - **10** Konstrukce, kde k porušení může dojít vztlakem nebo gradientem prosakující vody
 - **11** Svahy, celková stabilita
 - **12** Násypy dopravních staveb, nízké přehrady



EC7 – Návrhový přístup 1, resp. 3

□ Pro zeminy

$$\bullet \operatorname{tg}(\varphi_d) = \operatorname{tg}(\varphi_k) / \gamma_{m\varphi}$$

$$\bullet c_d = c_k / \gamma_{mc}$$

□ Pro výztuhy

$$\bullet T_d = \frac{T_f}{F_{tc} \cdot F_{comp} \cdot F_{env} \cdot F_{mat} \cdot F_{ost}}$$



Stupeň bezpečnosti x mezní stav

□ Klasický přístup – jeden stupeň bezpečnosti, stability

$$F \div 1,5$$

□ Přístup dle mezních stavů – rozdílné dílčí součinitele spolehlivosti vztahované k:

- Material γ_m
- Action (zatížení, síla) γ_f
- Resistance (odpor) γ_r



Návrhové přístupy

DA 1		DA 2		DA 3	
Comb. 1	Comb. 2				
A1+M1+R1	A2+M2+R1	A1+M1+R2	(A1*or A2*)+M2+R3		
$\gamma_R=1$	$\gamma_R=1$	$\gamma_R=1,1-1,4$	$\gamma_R=1$		
$\gamma_M=1$	$\gamma_M > 1 (1,1-1,4)$	$\gamma_M=1$	$\gamma_M > 1(1,1-1,4)$		
$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1$	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,35^*$ or 1^*		
$\gamma_Q=1,5$	$\gamma_Q=1,3$	$\gamma_Q=1,5$	$\gamma_Q=1,5^*$ or $1,3^*$		

• Kde dílčí součinitel γ_G je aplikován na stálé nepříznivé či příznivé zatížení a γ_Q na proměnné nepříznivé zatížení

• U přístupu DA3 se aplikuje *na vnější zatížení a *na zatížení od zeminy



Typy vyztužování

- - **geosyntetika** – násypy – zdola nahoru
 - Plošný prvek – výztuž
 - Rozptýlený prvek – výztuž
- - **hřebikování** – zářezy – z vrchu dolů
- - **ostatní** – (např. vrstva z cihlo-vláknobetonu)



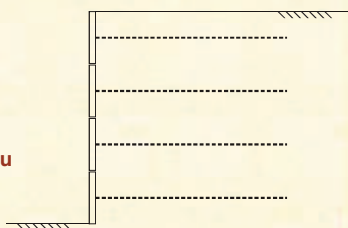
Čelní líc

□ Interakce

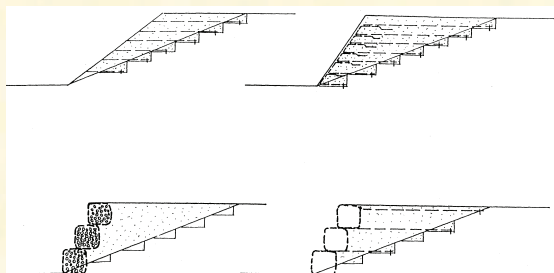
- Zemina
- Výztuha
- Čelní líc

□ Čelní líc

- Spojení s výztuhou



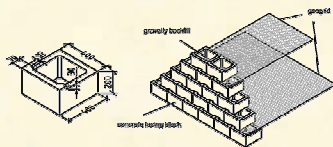
Poddajný čelní líc



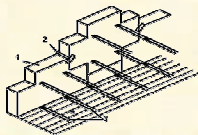
Čelní líc z betonových prefabrikátů

□ Prefabrikáty

▪ Malé



▪ Velké



Velké prefabrikáty

□ Technologie



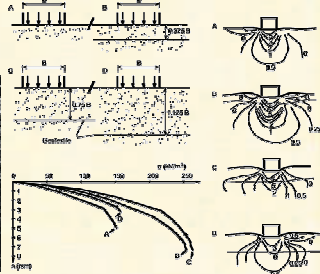
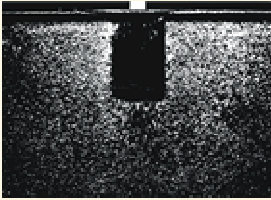
Návrh založený na experimentálních modelech

□ Modely v měřítku 1:1 – reálné modely



Návrh založený na laboratorních modelech

- Laboratorní model – sledování pomocí stereofotogrammetrie či odstředivky



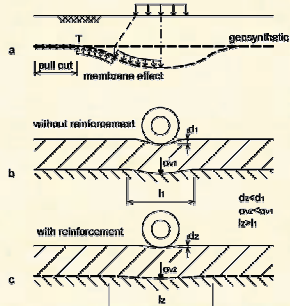
Návrh založený na observační metodě

- Monitoring na vyztužené konstrukci in situ – zpětná vazba



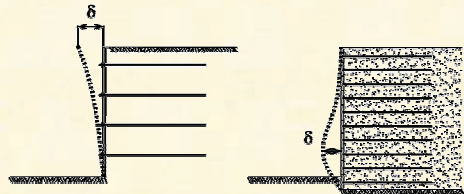
Mezní stav použitelnosti - deformace

- Deformace svislá



Mezní stav použitelnosti - deformace

- Deformace vodorovná – rozdíly pro hřebíkovanou stěnou a stěnou vyztuženou geosyntetikou



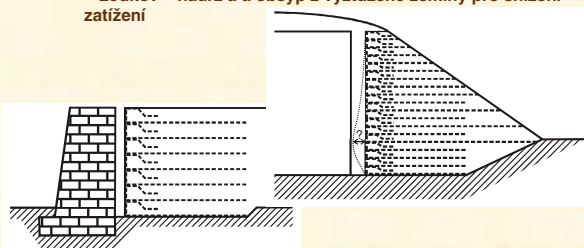
Soil nailed wall

Geosynthetic reinforced soil retaining wall



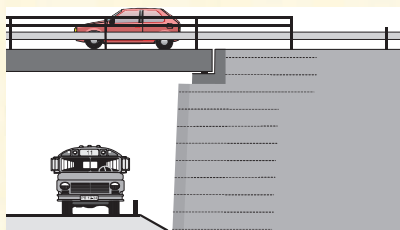
Význam vodorovné deformace

- Praktické příklady
 - stará kamenná zeď a za ní vyztužená zemina
 - Loukov – nádrž a a obsyp z vyztužené zeminy pro snížení zatížení



Význam vodorovné i svislé deformace

- Mostní opěra $\epsilon \leq 0,5 \%$



Systémy vyztužených opěrných stěn, Praha 29.2.2012

Výpočet celkové deformace vyztužené zemní konstrukce

PLAXIS
Lookov A2 252 16.04.08 Lookov A
Lookov 1 269 16.04.08 GEOSYNTETIKA

vanicek@fsv.cvut.cz 25

Systémy vyztužených opěrných stěn, Praha 29.2.2012

Mezní stav porušení – únosnosti, stability

- Únosnost vyztuženého podloží

- Stabilita vnitřní – přetržení, resp. vytrhnutí výtuh

vanicek@fsv.cvut.cz 26

Systémy vyztužených opěrných stěn, Praha 29.2.2012

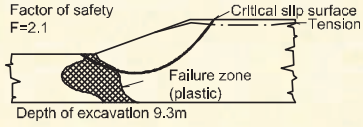
Vyztužení – eliminace vzniku tahových trhlin

Cracks
transverse - outer
longitudinal - outer
longitudinal - inner
transverse - inner

Sypané přehrady, hráze – vyztužení tahové oblasti

vanicek@fsv.cvut.cz 27

Vyztužení – eliminace tahových trhlin

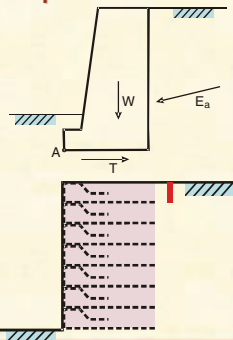


Zemní svah – násyp – geosyntetika, zářez hřebíky



Mezní stav porušení – opěrná zed'

- **Klasická tížná opěrná zed'**
 - posun
 - překlopení
 - únosnost v základové spáře
- **Kvazi - homogenní tížná zed' z vyztužené zeminy**
 - nutno prošetřit stejné možnosti



Vyztužení – eliminace tahových trhlin

Vyztužená opěrná stěna



Rozevřená trhlina na konci zóny vyztužení

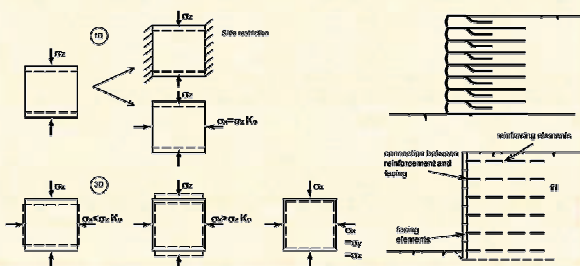


Překlopení měřitelné – ca 14 cm



Trhlina za vyztuženou opěrnou stěnou

Rozdílná deformace pod patou svahu a pod koncem vyztužení

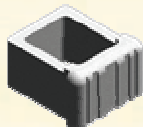


Malé prefabrikáty

Pisa² Blok

KB Blok

Blok Ladenna



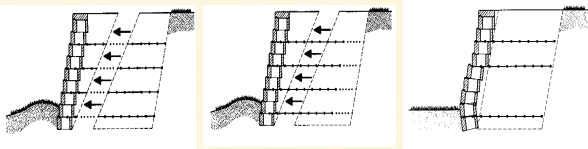
Mezní stavy porušení

vnitřní stabilita

přetržení

vytržení

vyboulení



Mezní stavy porušení

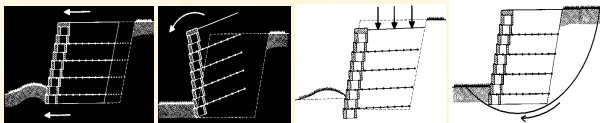
Vnější stabilita

posun

překlopení

únosnost podloží

celková stabilita



KB Blok

Nové spojení



KB Blok – Nové spojení



KB Blok – Nové spojení

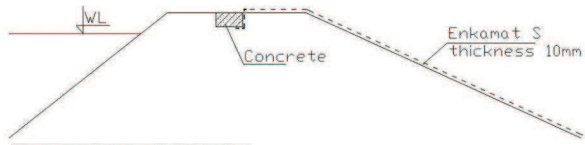


Zemní konstrukce vodních staveb mezní stav povrchové eroze

- Přelití koruny hráze za extrémních průtoků
- Citlivost daná významem 3 D efektu

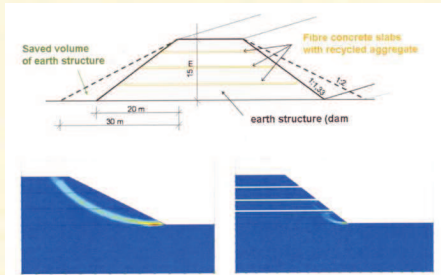


Aplikace protierozní matrice s ozeleněním



Povrchová eroze

Vyztužení pomocí vrstev cihlo-vlákno-betonu



Modelování povrchové eroze v laboratoři



Velkorozměrový model povrchové eroze



Protipovodňová hráz vyztužená vrstvami z cihlo-vlákno-betonu



DĚKUJI ZA VAŠI POZORNOST

Poděkování: Příspěvek vychází z některých závěrů
VZ MSM 6840770005 Udržitelná výstavba





KEYNOTE LECTURE

**Successful and Unsuccessful Design
and Construction Practice of MSE
Walls**

**DOV LESCHINSKY,
University of Delaware
ADAMA Engineering, Inc.**

Prof. Dov Leshchinsky

Dr. Dov Leshchinsky has served as a professor of civil engineering at the University of Delaware for nearly 30 years. Prior to joining the faculty in Delaware he worked as a geotechnical engineer with the Association of American Railroads in Chicago. At the University of Delaware he has conducted research on slope stability, soil reinforcing, geosynthetics and dredged materials. The National Science Foundation, US Army Corps of Engineers, Federal Highway Administration, Delaware Department of Transportation, and private industry have sponsored various research projects he has conducted. His main research thrust interfaces between theories and their applications to practice. Much of his work has focused on comprehensive design methods for reinforced steep slopes and walls as well as geotextile tubes. He has well over 100 technical publications and has advised about 30 graduate students. Several of his design methods have culminated with the development of user-friendly computer programs (FoSSA, ReSSA, MSEW, ReSlope, GeoCoPS). These design tools are used worldwide.

Dr. Leshchinsky has been involved with advanced geotechnical consulting for the past 20 years. Governmental/State agencies (e.g., FHWA, DSWA), geotechnical outfits (e.g., URS, WRA, MACTEC) and geosynthetic manufacturers had retained him as a consultant. Recently he has participated in two complex and large projects involving soft soil (i.e., Woodrow Wilson Bridge in the Maryland side of the Potomac River and Cherry Island Landfill in Delaware). As a consultant, he coauthored the design manual "Guidelines for Geofoam Applications in Embankment Projects," published and sponsored by NCHRP. He co-developed an NHI short course on Slopes and Embankments. He has been co-teaching short courses on MSE Walls Reinforced Soil Slopes (through the University of Delaware, Akron University, as well as via other sponsors around the world), Shallow Foundations, Slope and Embankment Design (through NHI; these courses are offered to State DOT's), and Geosynthetic Reinforcement (GSI).

Dr. Leshchinsky served on various editorial boards (e.g., ASCE Journal of Geotechnical Engineering; Geotextiles and Geomembranes; Soils and Foundations). He has also served as expert witness involving failures of geotechnical structures. He delivered the 2008 Martin S. Kapp Lecture and is the recipient of the ASCE's 2010 Martin S. Kapp Achievement Award.

29 February 2012
Prague, Czech Republic

**Successful and Unsuccessful
Design and Construction
Practice of MSE Walls**
(i.e., Geosynthetic Reinforced Walls)

Dov Leshchinsky
University of Delaware

ROADMAP OF PRESENTATIONS

PART I: Successful/Unsuccessful Design

- Introduction
- Basic Design Parameters
- Overview of Design
- Common Omissions in Design

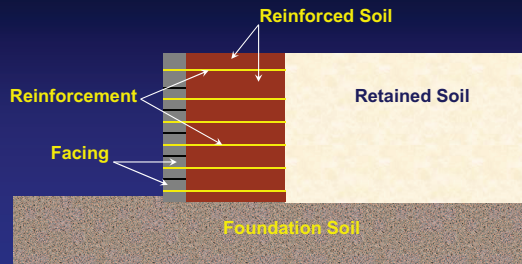
PART II: Successful/Unsuccessful Construction

- Overview of Construction
- Common Errors in Construction

Reinforced Soil in a Nutshell

- Soil: **Strong** in compression, **weak** in tension
- Reinforcement can carry tensile stresses
- Soil + Reinforcement \Rightarrow Structure strong under both compression and tension
- Analogous to reinforced concrete

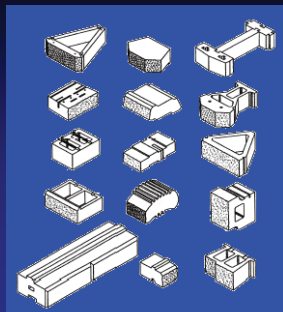
Basic Components: Reinforcement, Facing and Soil



Common Facing Systems

- Precast concrete panels (wet cast)
- Modular blocks (dry cast)
- Gabions
- Welded wire mesh
- Cast-in-place
- Timber
- Shotcrete
- Vegetation
- Geosynthetic: wrap around, geocells

Small Blocks (drycast)



Placement of Small Block



FHWA Requires Unreinforced Concrete for Leveling Pad Construction



Minimum 12 hr cure

Curves are Easy to Construct



Integration with Landscaping...



Multitired Block Walls



Block Walls > 10 m



I-25, Colorado: True Bridge Abutment



Wetcast Blocks Can be Produced In-Situ



Wetcast Segmental Facing Can be Textured (expensive)



Full Height Wetcast Thin Facings are Installed



Full Height Wetcast Thin Facings are Installed



Gabion Facing: Sikkim, India



Gabion Facing: Albania (highway to Kosovo)



Wrapped Around



Wrapped Around



Wrapped Around – before shotcrete



Shotcrete Application



Final Appearance



Vegetated Face (US)



Facia: Wire Baskets



Facia: Wire Baskets



Facia: Wire Baskets



Facia: Wire Baskets



Reinforcing Elements

- **Stress-Strain Behavior:**
 - Extensible (soft and ductile; 'compatible' with soil; mainly polymeric)
 - Inextensible (stiff; 'incompatible' with soil; mainly metallic)
- **Geometry:**
 - Grids
 - Sheets
 - Strips

Galvanized Ribbed Metallic Strips



Galvanized Wire Grid



Geotextile Reinforcement



Geogrid Reinforcement



ROADMAP OF PRESENTATIONS

PART I: Successful/Unsuccessful Design

- Introduction
- Basic Design Parameters
- Overview of Design
- Common Omissions in Design

PART II: Successful/Unsuccessful Construction

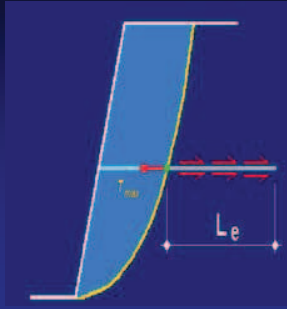
- Overview of Construction
- Common Errors in Construction

Does reinforcement work like magic (i.e., does not satisfy statics)?



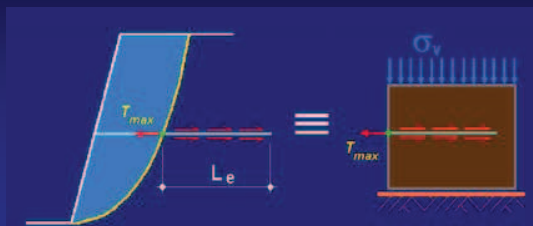
How does it work? Use limit state basic concepts

- Active wedge is formed
- Tensioned reinforcement is anchored in stable soil
- If reinforcement is **too weak**, it will rupture
- If anchorage length is **too short**, it will be pulled out



Soil-Reinforcement Interaction: Pullout Capacity

Pullout Capacity = Ability to resist design tensile load with a prescribed margin of safety



Idealization

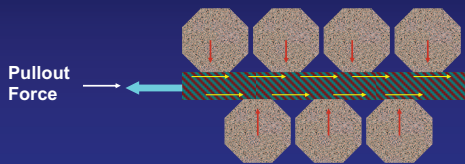
- Reinforcement elements are placed in a regular pattern to produce "2-D" structure
- Stress transfer is continuous along the soil-reinforcement common interfaces

Stress Transfer Mechanisms

- **Friction:**
 - Along reinforcement surface:
Steel strips, longitudinal bars in grids and geotextile sheets
- **Passive Resistance:**
 - On transverse reinforcement surface:
Geogrids, bar mats and wire meshes, and "ribbed" steel strips

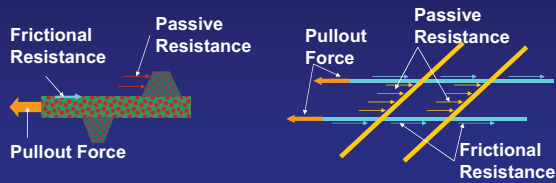
Frictional Stress Transfer Along Soil and Reinforcement Interfaces

'Skin' frictional resistance is a function of roughness of surface, soil characteristics, and normal stress:



Passive (bearing) Resistance

Passive resistance is a function of the thickness of transverse members, grid opening dimensions, soil grain size and particle shape:



Pullout Equation

$$Pr = F^* \times \alpha \times \sigma_v \times Le \times 2$$

α = correction factor for stiffness effects

F^* = pullout resistance factor

σ_v = effective confining pressure

Le = embedment (anchorage) length

Conservative approximation for α using geosynthetics:

$$\alpha = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_{peak}}$$

For geosynthetics use $\alpha = 0.6$

For metallic use $\alpha = 1.0$

Value of α with continuous reinforcement has small effects on final layout of reinforcement

Pullout Resistance Factor F^*

$$Pr = F^* \times \alpha \times \sigma_v \times Le \times 2$$

- F^* is nondimensional factor related to frictional and passive (bearing) interaction of soil and reinforcement

- The term ($F^* \alpha$) is commonly known as $C_i \tan \phi$ (C_i = Interaction Coefficient) in geosynthetics

Factor F^* and Pullout Test

- F^* is determined from pullout tests
- Pullout devices are large to reduce end effects
- Test is labor intensive and results are relevant only to materials tested
- Empirical correlations are acceptable in practice



Pullout Device



Field Test Might Be Beneficial for Metal Strips



Empirical Relationships for F^* (AASHTO) – Default Values:

Reinforcement	F^* at Top	F^* at 6 m Depth
Ribbed steel strips	$1.2 + \log C_u < 2$	$\tan \phi$
Steel grids	$20(t/S_d)$	$10(t/S_d)$
Geotextiles	$0.66 \tan \phi$	$0.66 \tan \phi$
Geogrids	$0.8 \tan \phi$	$0.8 \tan \phi$

Front-End Pullout of Block Walls

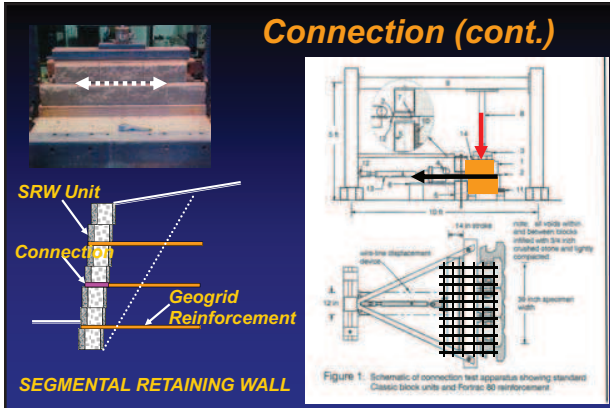
- AASHTO and NCMA provide procedure for 'pullout' at the front-end of the reinforcement
- CR_u and CR_s parameters quantify the connection strength
- Both parameters are function of confining pressure between stacked blocks



Connection Strength Test (SRW)



Connection (cont.)



Connection Strength Data (SRW)

Break:

$$CR_u = T_{c-ult} / T_{ult}$$

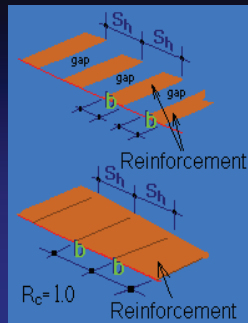
Pullout:

$$CR_s = T_{c-pullout} / T_{ult}$$



Coverage Ratio R_c

- $R_c = b / S_n$
- $R_c \Rightarrow$ reinforcement coverage
- For geotextiles, $R_c \Rightarrow$ typically 1.0
- For metal strips, $R_c \Rightarrow$ small, typically 0.067
- $R_c \Rightarrow$ convenient in calculations



Select Fill for MSEW (AASHTO)

Sieve Size	Percent Passing
4 in (102 mm)	100
No. 40 (0.425 mm)	0-60
No. 200 (0.075 mm)	0-15

- Plasticity Index (PI) should not exceed 6
- To insure survivability, maximum grain size should be limited to 19 mm (experience)
- Free of organic and other deleterious materials

Consequences of Using "Poorer" Reinforced Soil

- Decrease in ϕ → Increase in horizontal stress and poorer load transfer → Stronger and longer reinforcement
- Increase in PI → Increase in construction and creep deformations, poorer workability
- Increase in fines → Poor drainage and increase in porewater pressure (major cause of walls failure)
- Increase in fines/PI → Increase in corrosion

Reinforced Backfill: Electrochemical Properties (AASHTO)

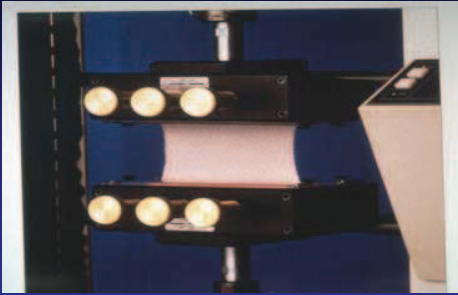
For Geosynthetics (pH only):

PET	> 3 and <9
PP and HDPE	>3

Geosynthetic Polymers

- Polypropylene
- Polyethylene
- Polyester
- PVA
- Each polymer has different properties (e.g., creep, degradation, strength per unit weight)

Ultimate Tensile Strength Tult Wide-Width — Nonwoven

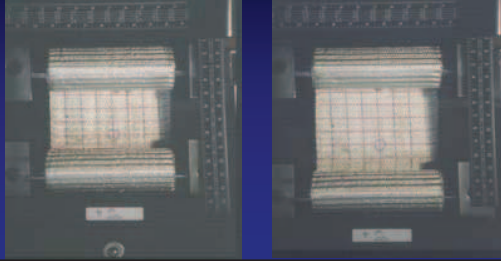


Ultimate Tensile Strength Tult Wide-Width — Strong Geogrid



Ultimate Tensile Strength Tult Wide-Width – Strong Geotextile

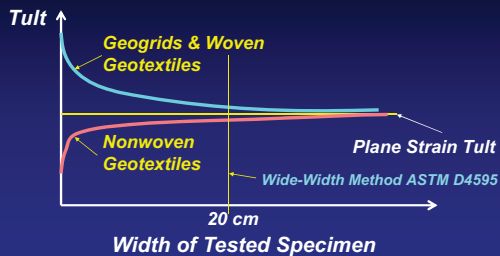
At the beginning of the test and 2 minutes later



Is Tult Test an Index Test?

- Test is conducted at 10 - 20% strain per minute
- Such rate does not reflect realistic loading
- Polymers behavior is time dependent
- Hence test can be considered only as index
- To apply its results, corrections are needed
- Besides, is a width on 8 inches (20 cm) reflective of plane strain field conditions?

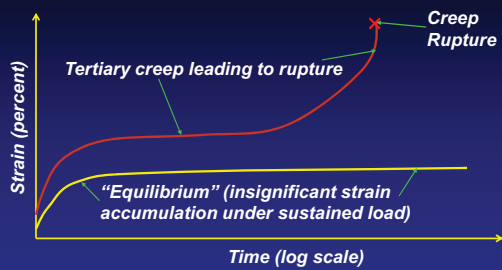
Effect of Specimen Width on Measured Tult



Creep Test Setup



Schematics of Creep Behavior



Creep Reduction Factor - RF_{cr}

- $T(\text{creep rupture}) = T_{ult} / RF_{cr}$
- T_{ult} = Short-term strength as determined from wide-width tensile strength test
- $T(\text{creep rupture})$ = Sustained load rupturing the geosynthetic at the end of designed life of structure
- Duration of creep tests is at least 10,000 hours (400 days)

Range of RF_{cr}

Polymer Type	RF_{cr}
Polyester	1.5 – 2.5
Polypropylene	3.0 – 5.0
Polyethylene	2.5 – 5.0
PVA	1.4 – 2.0

Geosynthetic Possible Degradation Mechanisms

- Ultraviolet light (UV not a problem for short exposures)
- Oxidation (HDPE, PP)
- Hydrolysis (PET) (need wet and warm environment)
- Environmental stress cracking (HDPE)
- Temperature
- Biological

Durability Reduction Factor — RF_D

- $T(\text{ultimate after loss to environ. effects}) = T_{ult} / RF_D$
- Loss dependent on susceptibility to attack by microorganisms, chemicals, oxidation, hydrolysis, stress cracking
- RF_D typically varies between 1.1 to 2.0

Installation Damage: Aggregates Size + Contact with Truck Wheels



Installation Damage: Proper Installation



Installation Damage: Proper Installation



Installation Damage Reduction Factor — RF_{ID}

- $T(\text{ultimate of damaged geosynthetic}) = T_{ult} / RF_{ID}$
- Damage is related to particle size (gradation)
- Tests for specific products can easily be made
- Typical values of RF_{ID} range from 1.05 to 3.0

Long-Term Available Strength for Geosynthetic

$$T_a = T_{ult} / (RF_{CR} \times RF_D \times RF_{ID})$$

$$T_{max} \leq T_{design} = T_a / F_s$$

ROADMAP OF PRESENTATIONS

PART I: Successful/Unsuccessful Design

- Introduction
- Basic Design Parameters
- Overview of Design
- Common Omissions in Design

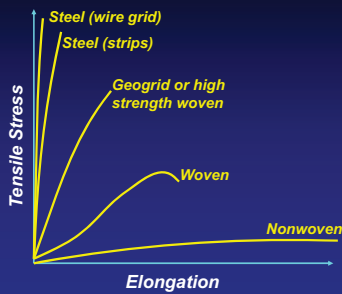
PART II: Successful/Unsuccessful Construction

- Overview of Construction
- Common Errors in Construction

Stability Analyses: Dimensioning and Strength

- **Internal Stability**
 - Strength, Connection, Pullout
 - Analyses Determine Strength and Length
- **External Stability**
 - Bearing Capacity, Direct Sliding, Eccentricity (Overturning)
 - Analyses Determine Length
- **Global/Compound**
 - Slope Stability Analysis
 - Analysis Determines Strength and Length

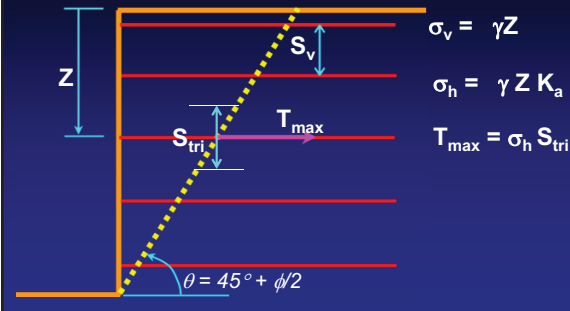
Reinforcement Stress-Strain: From Steel to Nonwoven...



Effects of Stiffer Reinforcement

- Stiffer reinforcement retains larger lateral pressure due to lower mobilization of soil strength
- Design accounts for this phenomenon
- Geosynthetics ('extensible'): $K = K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$
- Metallic ('inextensible'):
 - near surface $K = (1.5 \text{ to } 2.5) K_a$
 - at 6 meters depth $K = (1.0 \text{ to } 1.2) K_a$

Calculation of T_{max} (extensible)



Internal Stability: Strength

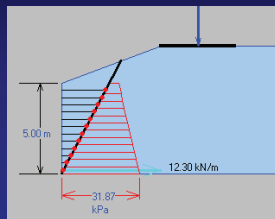
■ Geosynthetics: $K = K_a$

■ Compute σ_h at the slip plane

■ $\sigma_h = K_a \sigma_v$

■ $T_{max} = \sigma_h S_{tri}$

■ $T_{ltds} = T_{allowable} \geq F_s T_{max}$



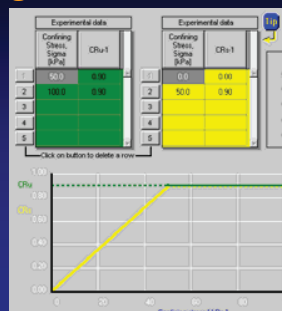
Internal Stability: Available Connection Strength Data

Break:

$$CR_u = T_{c-ult} / T_{ult}$$

Pullout:

$$CR_s = T_{c-pullout} / T_{ult}$$



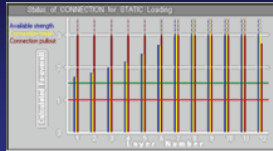
Internal Stability: Connection

■ T_{max} equals to $T_{connection}$

■ Calculate pressure between stacked block

■ Check connection for pullout and break

■ Prevailing value is lowest



Pullout Length

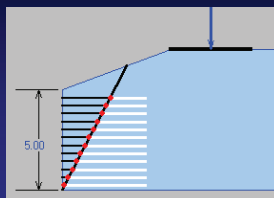
$$L_e = \frac{T_{max} F_s}{2 \sigma_v F^* \alpha R_c}$$

Internal Stability: Pullout

■ Pullout resistive length is right of the slip plane

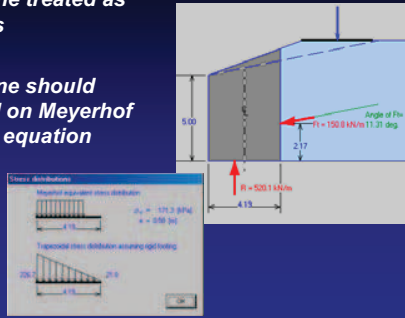
■ For each layer check:
 $P_r / T_{max} \geq F_s$

■ Minimum length provides sufficient pullout resistance + be connected to facing units to ensure front-end stability



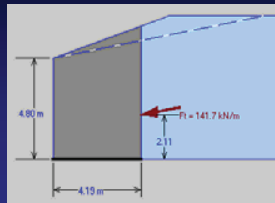
External Stability: Bearing Capacity

- Reinforced zone treated as coherent mass
- Reinforced zone should yield F_s based on Meyerhof eccentric load equation



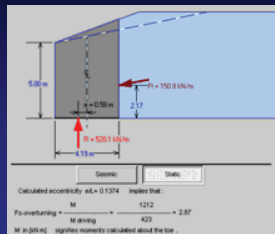
External Stability: Direct Sliding

- Sliding resistance: calculated based on weight of mass and friction angle along the sliding plane
- Sliding resistance / Horizontal thrust of lateral earth pressure \geq prescribed minimum F_s



External Stability: Eccentricity

- Length of reinforcement must produce $e \leq L/6$
- Eccentricity and overturning are equivalent



Global/Compound Stability

Use slope stability analysis for reinforced slopes to ensure the reinforcement is long and strong enough to prevent rotational and translational failures extending behind the reinforced soil and/or below

Final Layout

Length of reinforcement is a synergy of all analyses. The longest required length at each elevation dictates the required length.

ROADMAP OF PRESENTATIONS

PART I: Successful/Unsuccessful Design

- Introduction
- Basic Design Parameters
- Overview of Design
- Common Omissions in Design

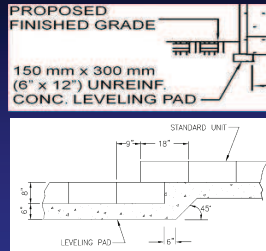
PART II: Successful/Unsuccessful Construction

- Overview of Construction
- Common Errors in Construction

Bottom of Wall Elements (design stage)

■ Leveling pad:

- Critical element for preventing misalignment of joints
- Gravel pads are not recommended
- Need tight vertical tolerance (1/8-in over any 10-ft run)



Bottom of Wall Elements



After numerous wall failures due to poor drainage, Terzaghi should recognize that "the customary methods of design for retaining walls disregard the effect of rainstorms on earth pressures ... a rainstorm may increase the earth pressure by as much as 33%. Hence, it is not surprising that the failure of retaining walls usually occurs during heavy rainstorms."

Karl Terzaghi in 1943

NOTE: Water can fully mobilize connection strength



NOTE: Water can fully mobilize connection strength



NOTE: Water can fully mobilize connection strength

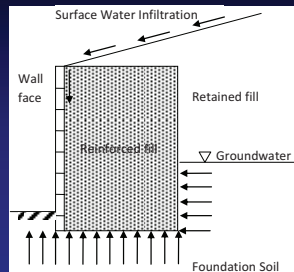


Drainage and Sources of Water

■ Good drainage is essential to the proper performance of a MSE wall

■ Two types of drainage

- Internal
- External



Drainage (cont.)

■ Basic rule: Allow unimpeded flow of water through the wall and/or collect and remove water before it enters the zone of influence of the wall

■ Effects of poor drainage:

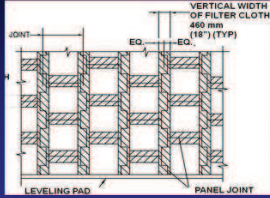
- Increase in lateral pressure due to build-up of hydrostatic pressure or decrease in effective stress
- Internal piping (migration of particles)
- External erosion at wall toe, edges

Drainage (cont.)

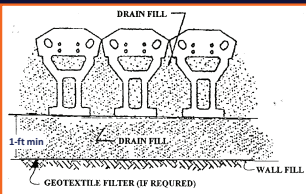
■ Effect of fines:

- For free drainage, the fines should be less than 3 to 5% and non-plastic
- Higher fines content may lead to seepage pressures and potential destabilizing effects
- Common reinforced soil backfill criterion is to limit fines to 15%. This is not a free-draining backfill and therefore additional drainage measures are necessary.

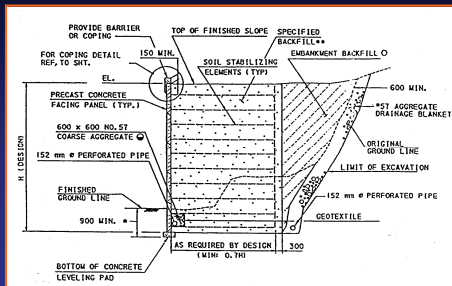
Drainage behind wall face: Precast panels



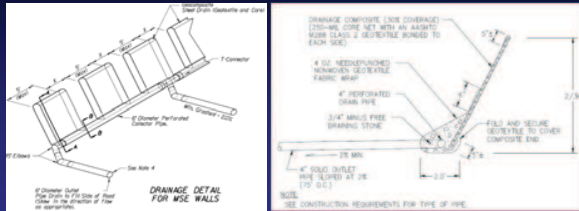
Drainage behind wall face: Modular block units



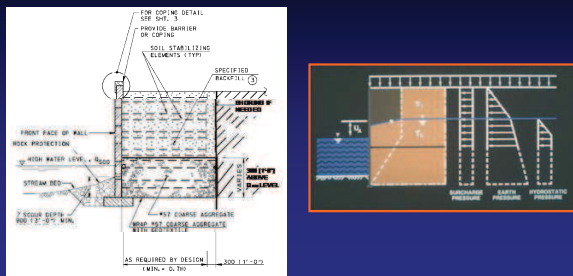
Drainage: Internal drainage in cut situations



Drainage: Internal drainage using geocomposite drains



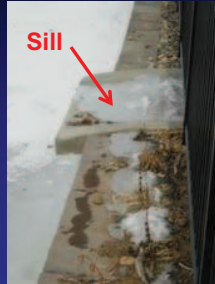
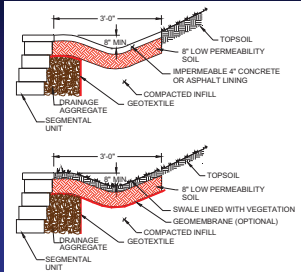
Drainage: Internal drainage for walls subject to inundation



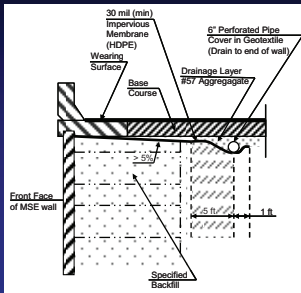
Drainage: External drainage

- Swells and overflow sills
- Geomembrane barriers
- Pavement permeability
- Grades at toe and ends of walls

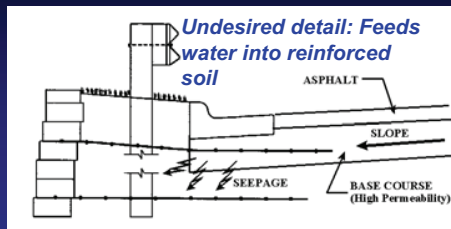
Drainage: External drainage swales and overflow sills



Drainage: External drainage geomembrane barriers



Drainage: External drainage pavement permeability



Drainage: External drainage steep grade at toe and wall ends – cannot compact properly and water can easily erode soil cover



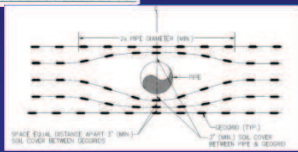
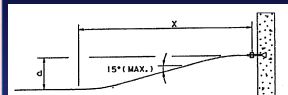
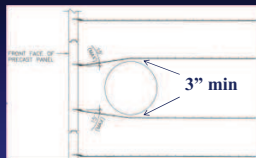
Internal Details: Horizontal Obstructions



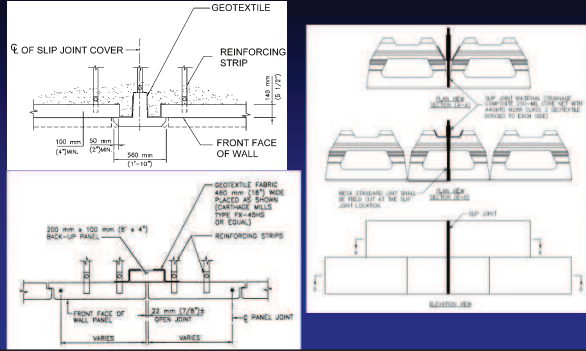
Collapsed utility



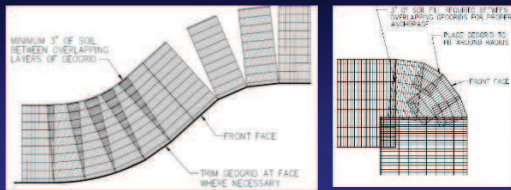
Internal Details: Horizontal Obstructions



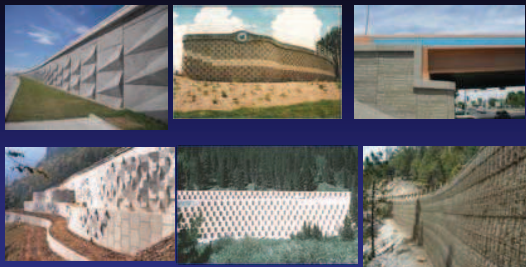
Internal Details: Slip Joints



Internal Details: Wall Curves



Aesthetics: Many possibilities



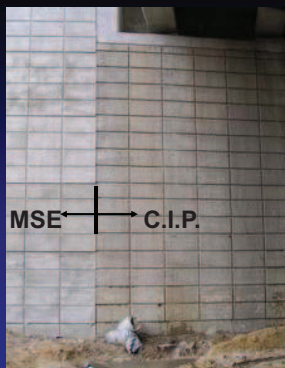
Aesthetics

- Easy to get carried away
- Remember you have to construct the wall
- Often wall construction tolerances do not meet aesthetic tolerances

Trying to match MSE to C.I.P.



Trying to match MSE to C.I.P.



Matching MSE to C.I.P.: Use column as separator



Global/Compound Stability



Shop N' Save Supermarket – A Good American Name...



Field Visit: December 2002



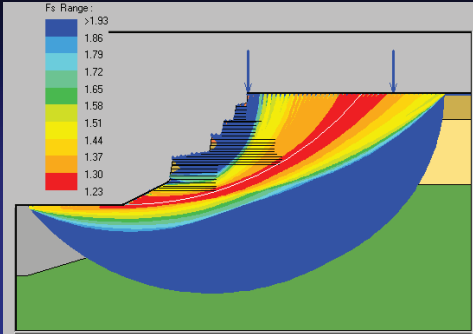
Field Visit: December 2002



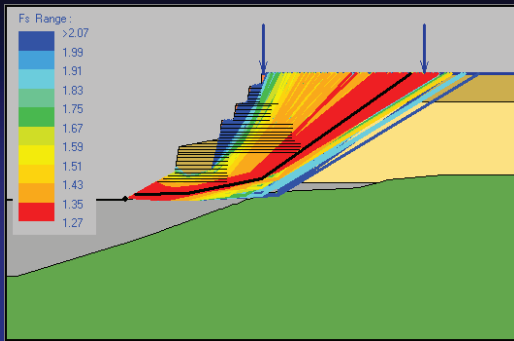
Field Visit: December 2002



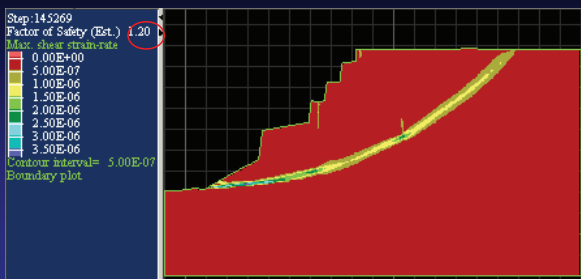
Bishop Analysis: Safety Map



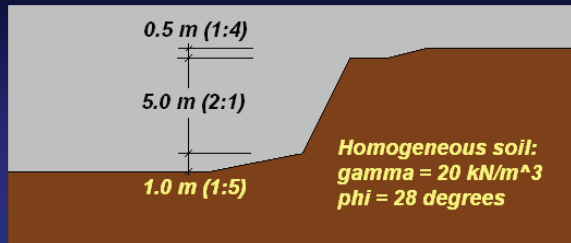
Spencer Analysis: Safety Map



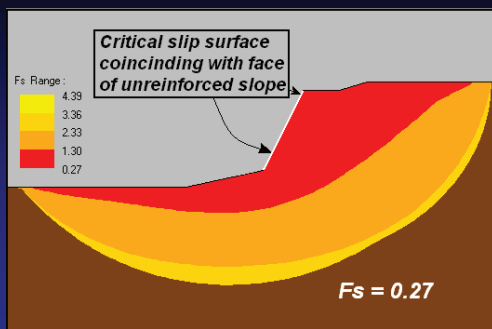
FLAC: Max Shear Strain-Rate ($F_s=1.20$)



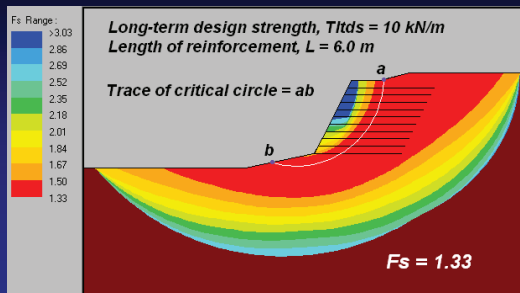
Use of Safety Map: General Example Problem – Effects of Water



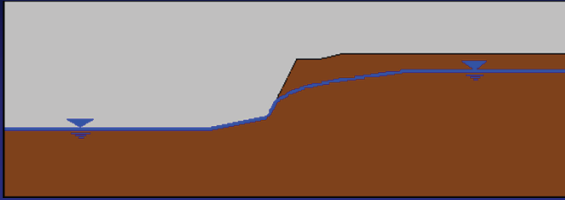
Unreinforced Dry Problem



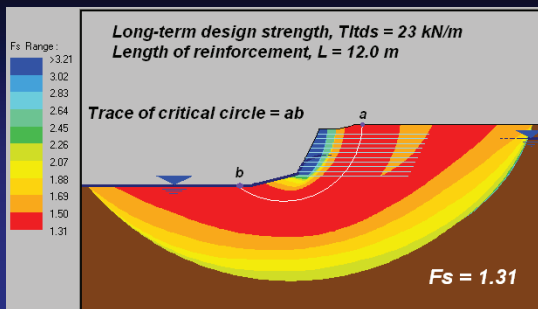
Reinforcement for Dry Problem using Circular Arc (Bishop)



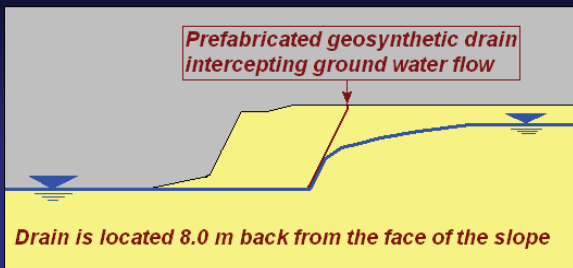
Seepage into Design of Dry Reinforced Slope



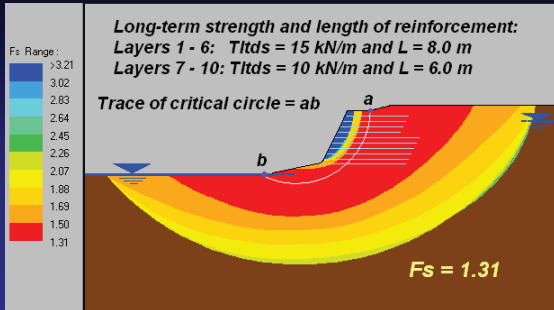
Redesigned Reinforcement for Water



Installation of Drain



Redesigned Reinforcement + Drain



ROADMAP OF PRESENTATIONS

PART I: Successful/Unsuccessful Design

- Introduction
- Basic Design Parameters
- Overview of Design
- Common Omissions in Design

PART II: Successful/Unsuccessful Construction

- Overview of Construction
- Common Errors in Construction

Placing Wall Fill



Advancing fill on



Compaction Near Wall





Inconsistent Tensioning Method



Rake used to pull and hold the geogrid taut



ROADMAP OF PRESENTATIONS

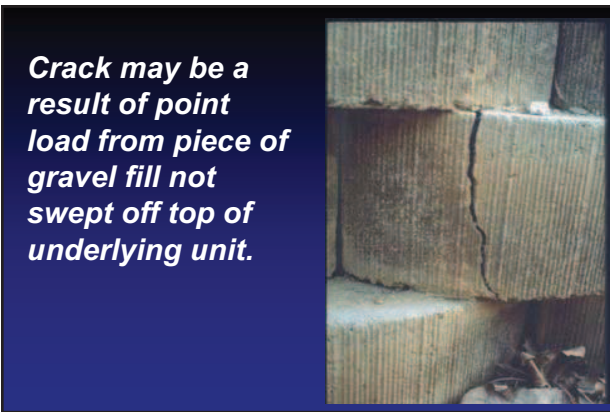
PART I: Successful/Unsuccessful Design

- Introduction
- Basic Design Parameters
- Overview of Design
- Common Omissions in Design

PART II: Successful/Unsuccessful Construction

- Overview of Construction
- Common Errors in Construction









Don't use sheepfoot rollers on top of reinforcement



Improper geogrid installation: Grid too low + gravel in block is not at geogrid level + orientation of grid...

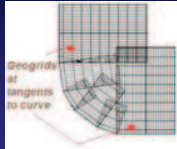








**Exhumation:
Geogrid Layout**



Unreinforced Sector



**Conclusion:
Reinforced wall
without
reinforcement
will fail ...**



Thank You



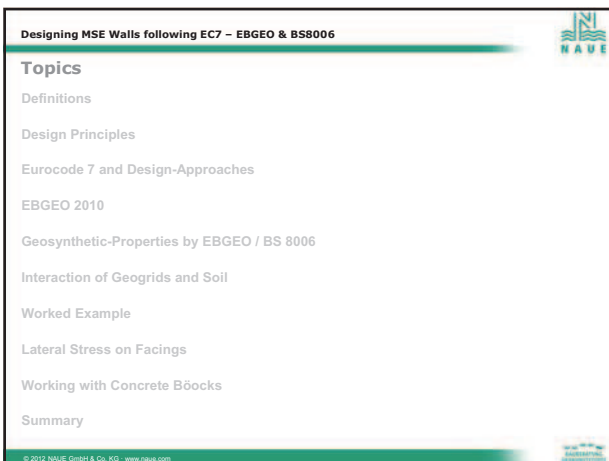
SECTION 2

**Designing MSE Walls following
Eurocode 7 – Design Codes and
European Recommendations
EBGEO and BS 8006**

**LARS VOLLMERT,
BBG Bauberatung
Geokunststoffe GmbH**








Definitions

Eurocode 7 moves away from:

Working Stresses
Overall Factors of Safety $[\eta]$

to:

Limit State Design Approach
Partial Factors $[\gamma]$






© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Definitions

Actions (E)
as the sum of loads

Resistance (R)
of constructions and Materials (M)







© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Definitions

Limit State Design

Ultimate Limit State (ULS)

Serviceability Limit State (SLS)



© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Definitions

Limit State Design

Ultimate Limit State (ULS) Serviceability Limit State (SLS)

The **Actions** As the sum of the load combinations have to be known or to be estimated on the safe side

to design the required **Resistance** of the construction to meet the limit states.

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Definitions

Design

Testing for ultimate stress Designing with partial factors of safety Loading In Situ

Geogrids in Contact to Soil

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Definitions

- Ultimate Limit State STR**

Internal failure or excessive deformation of the structure or structural elements (e.g. geogrids), in which the **strength of structural material is significant** in providing resistance
- Ultimate Limit State GEO**

Failure or excessive deformation of the ground, in which the **strength of the soil or rock is significant** in providing resistance

Others:
 EQU : loss of equilibrium
 UPL : failure by uplift
 HYD : hydraulic heave

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

EuroCode 7 & Design-Approaches

Eurocode 7 requires to ensure that

Actions (E_d) ≤ Resistances (R_d)

To ensure reliability of the design, **Partial factors** are applied to:

- Actions (Loads): **A**
- Material (Soil): **M**
- Resistances: **R**

Different sets of safety factors in EC 7 depending on Design Approach

Design Approach			
Combination 1	Combination 2	2	3
Actions	Material properties	Actions (or effects) & resistances	Structural actions (or effects) & material properties
$A_1 \cdot M_1 \cdot R_1$	$A_2 \cdot M_2 \cdot R_1$	$A_1 \cdot M_1 \cdot R_2$	$A_1 \cdot A_2 \cdot M_2 \cdot R_1$

Standard values in EC 7, definitions in National Annex (NA)

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

EuroCode 7 & Design-Approaches

Partial Safety Factors for limit states GEO/STR

Parameter	Symbol	Action factors		Material factors		Resistance factors			
		A1	A2	M1	M2	R1	R2	R3	R4
Permanent action (G)	Unfavourable	γ_G	1.35	1.0					
	Favourable	$\{\gamma_{G,stab}\}$	1.0						
Variable action (Q)	Unfavourable	γ_Q	1.5	1.3					
	Favourable	-	(0)	(0)					
Shearing resistance ($\tan \phi$)	γ_ϕ			1.0	1.25				
Effective cohesion (c)	γ_c								
Undrained shear strength (c_u)	γ_{cu}								
Unconfined compressive strength (q_u)	γ_{qu}								
Weight density (γ)	γ_s								
Bearing resistance (R_b)	γ_{Rb}					1.0	1.4	1.0	(1.0)
Sliding resistance (R_s)	γ_{Rsl}						1.1		
Earth resistance (R_e)	Walls						1.4		
	Slopes						1.1		
Pile resistance									Varies

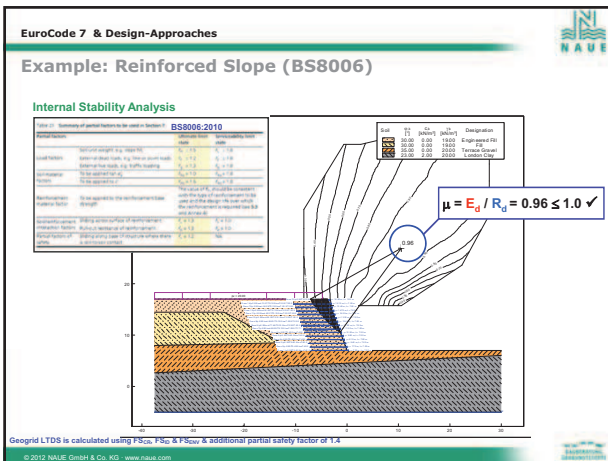
© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

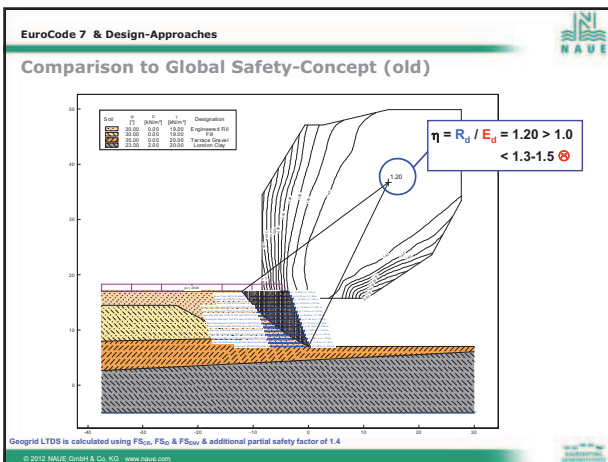
EuroCode 7 & Design-Approaches

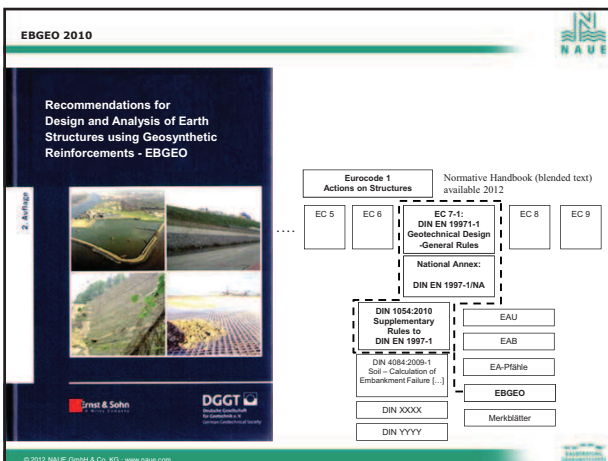
Design Approach adopted for slopes

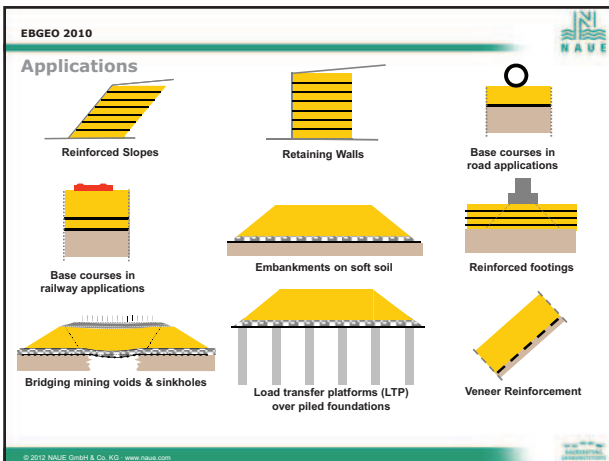
- DA 1
- DA 2
- DA 3
- DA 1, DA 2 & DA 3
- Unconfirmed

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

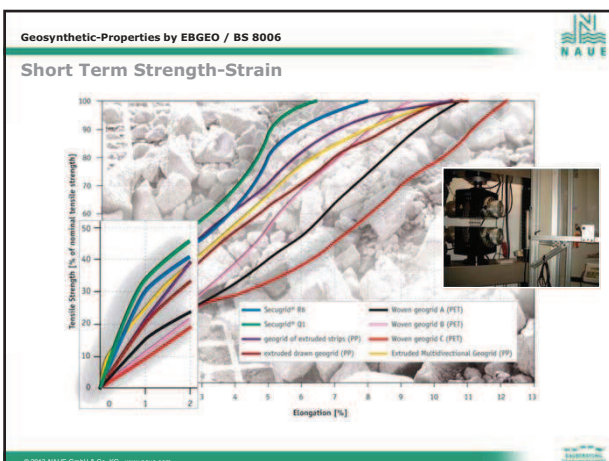


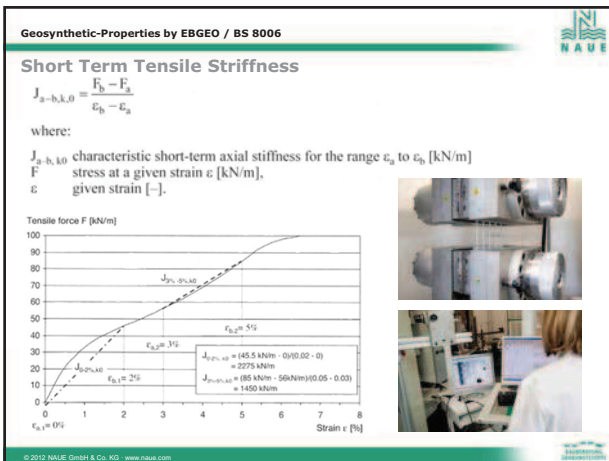


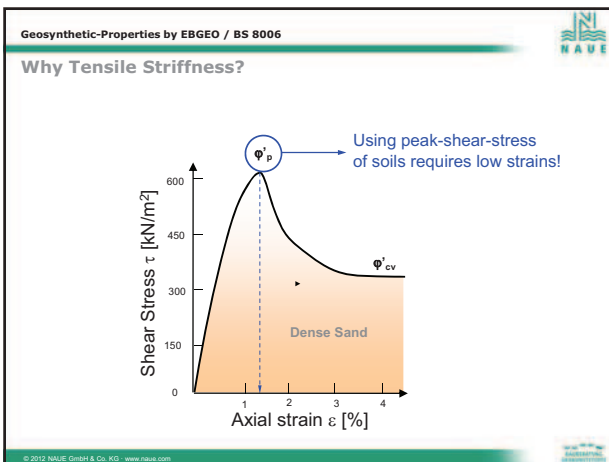


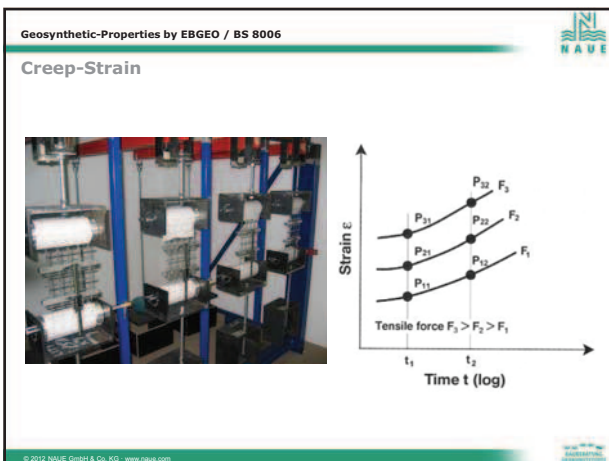


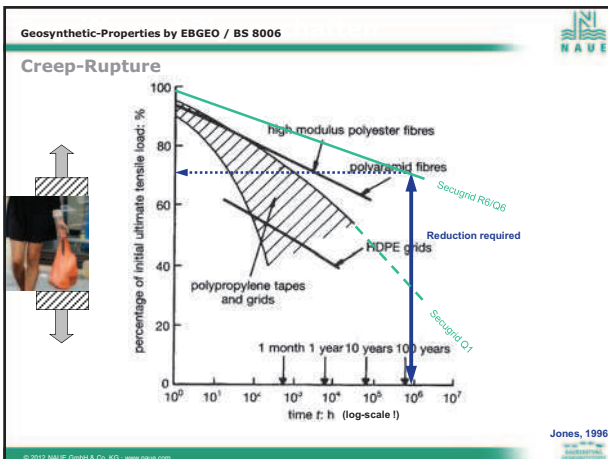


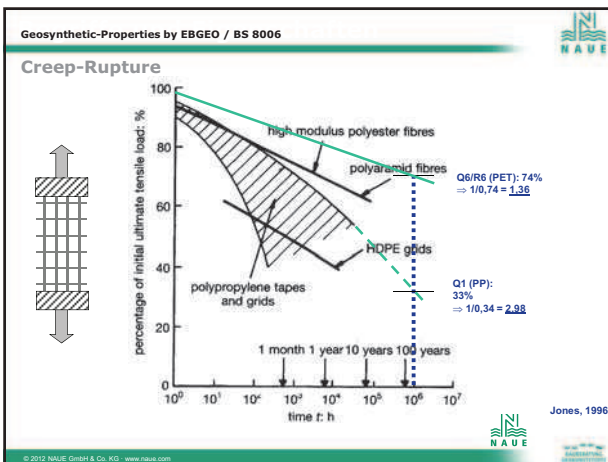












Geosynthetic-Properties by EB GEO / BS 8006

Experts Expertise On Reduction Factors

Application factors

From the reference geosynthetic given in 2 the values are derived and calculated

Reference Factor	Reference Value	Reduction	Factor
PET	Control Parameter: 10 years / high modulus fibre	0,7	1,43
	Control Parameter: 100 years / high modulus fibre	0,1	10,0
PET / Polyaramid fibre	Reference Factor: 10 years	0,7	1,43
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0
	Reference Factor: 10 years	0,4	2,5
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0
	Reference Factor: 100 years	0,4	2,5
PET / HDPE grids	Reference Factor: 10 years	0,7	1,43
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0
	Reference Factor: 10 years	0,4	2,5
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0
	Reference Factor: 100 years	0,4	2,5
PET / Polypropylene tapes and grids	Reference Factor: 10 years	0,7	1,43
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0
	Reference Factor: 10 years	0,4	2,5
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0
	Reference Factor: 100 years	0,4	2,5
PET / Geotextiles	Reference Factor: 10 years	0,8	1,25
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0
	Reference Factor: 10 years	0,7	1,43
	Reference Factor: 100 years	0,1	10,0

München, 21.10.2008

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG www.naue.com

Geosynthetic-Properties by EB GEO / BS 8006

PET (Secugrid) in Contact to Concrete

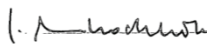
Stellungnahme zur Beständigkeit / Mi Geok E
 von Secugrid® PET in Kontakt zu hohen pH-Werten

Sehr geehrter Herr Ehrenberg,

die Gutachtliche Stellungnahme MRG 05-2005 und die Expertise MRG 16-06 basieren im Bereich der chemischen Beständigkeit auf Untersuchungen, die auch die Standardprüfung nach DIN EN 14030 enthalten, aber im Umfang weit über die M Geok E unter 7.3.1.4.2 genannten Prüfungen hinaus gehen.

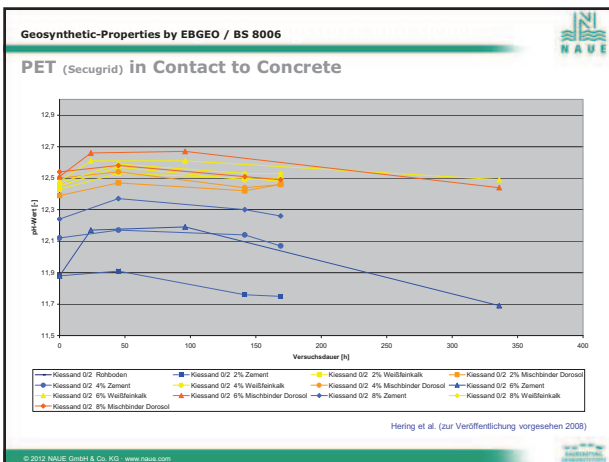
Es wurden Proben bei 50°C, 60°C, 70°C, 90°C eingelagert und das bis zu 4 Jahre. Die bei 90°C erkennbare innere Hydrolyse (Einlagerung in Wasser) entspricht dem Kurzzeitversuch nach DIN EN 14030. Die Einlagerung in $Ca(OH)_2$ -Lösung ergibt den Nachweis des hinreichenden Widerstands gegen äußere Hydrolyse z. B. im Kontakt mit verfestigten oder verbesserten Böden.

Mit freundlichen Grüßen



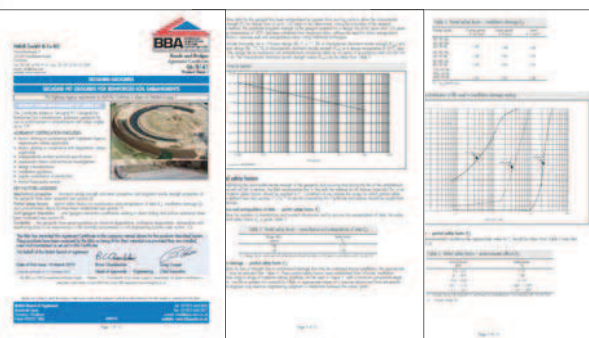
Prof. Dr.-Ing. Müller-Rochholz

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com



Geosynthetic-Properties by EB GEO / BS 8006

BBA Certification



© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Geosynthetic-Properties by EBGE / BS 8006

Calculation of Long Term Design Strength $R_{B,k}$

$R_{B,k} = R_{B,k0.5\%} / (A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5) \cdot \gamma_M$

$R_{B,k0.5\%}$ Characteristic Short-Term Strength (5% quantile)

120 kN/m
1.36 A_1 Reduction Factor for Creep Failure (120 year design life)
1.05 A_2 Reduction factor for Damage during transport, installation and compaction (Coarse gravel < 35mm)
1.0 A_3 Reduction Factor for Joints, seams and connections (No joints)
1.0 A_4 Reduction Factor for Environmental, Chemical Impacts (pH 4.1 - 8.9)
1.0 A_5 Reduction Factor for dynamic Influences (No dynamics)
1.40 γ_M Partial Safety Factor for the structural resistance of flexible reinforcement elements (LC1)

60.0 kN/m

60.0 kN/m / 120 kN/m * 100 ≈ 50 % Utilisation-Ratio

Table 3.3 Partial safety factors for resistances supplementary to DIN 1054

Resistance	Notation	Load Case		
		LC1	LC2	LC3
STR: Limit state of failure of the structure and of structural elements				
Resistances of flexible reinforcement elements				
Structural resistance of reinforcement	r_{sk}	1.40	1.30	1.20

Geosynthetic-Properties by EBGE / BS 8006

Long Term Design Strength (LTDS)

The design-strength P_{des} of a geosynthetic reinforcing element according to BS 8006 is defined as follows:

$P_{des} = P_C / (f_d \cdot f_e \cdot f_m)$

85.7 kN/m P_C Tensile creep-rupture strength (Secugrid® 120/40 R6, 120 year design life, ($P_{STS}/1.40$ for PET))
1.05 f_d Partial material factor – mechanical installation damage (Coarse gravel < 35mm)
1.0 f_e Partial material factor – environmental effects (high pH soils) (pH 4.1 - 8.9)
1.11 f_m Partial material factor – manufacture & extrapolation of test data (120 year design life)

73.5 kN/m

73.5 kN/m / 120 kN/m * 100 ≈ 61.3 % Utilisation-Ratio

Interaction of Geogrids and Soil

Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcements - EBGE

Scenario A: Sliding/Shear (Shear-box-test)
 Scenario B: Pull-Out (Pullout-test)

Simply composite action is described by the friction coefficient f_{gk} , defined as follows:

$$f_{gk} = \lambda \cdot \tan \phi_s \quad \text{Eq. (2.3)}$$

where:

- λ : composite coefficient of friction $\lambda = \frac{\tan \phi_s}{\tan \phi_g}$
- $\tan \phi_g$: composite coefficient of the geosynthetic/soil (measured),
- $\tan \phi_s$: composite coefficient of the soil (measured),
- $\tan \phi_s$: characteristic friction coefficient of the soil.

Interaction of Geogrids and Soil

Testing Pull-Out

Possible Failure Modes:

- (1) Failure of material-strength [outside test-device]
- (2) Failure in anchorage-zone by rupture of longitudinal-direction, loss of contact between coating and grid, rupture between md and cmd, ...
- (3) Failure of friction-forces around and in direct contact to the grid

[often: Combined Failure]

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Interaction of Geogrids and Soil

Influence of Cross-Bars

Development of stress in front of the cross bars:

- In front of the cross bars a passive earth-pressure is going to develop $f(x)$. (Ziegler et al.)
- Between the cross-bars friction on the longitudinal bars is reducing the stress.

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Interaction of Geogrids and Soil

Combined Interaction

With the same structure of the longitudinal bars, grids working with passive earth pressure in front of the crossbars

- allow for higher forces at comparable anchorage length.
- Need less anchorage length at comparable pull-out stress.

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Interaction of Geogrids and Soil

Influence of tensile stiffness

- With a high tensile stiffness, the cross bars are stressed less, more bars are getting forces.
- but the forces per bar are smaller. The safety of the structure increases.

Pullout Force K

Position of the Cross-Bars

Effective Anchorage Length

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

Interaction of Geogrids and Soil

Summary

The design of geogrids follows the same principle worldwide:

- Longterm-Strength of Reinforcement $R_{R,k} = R_{R,d0} / (A_1 * A_2 * A_3 * A_4 * A_5)$
- Pullout-Resistance

$R_{A,k} = \sigma * L * \lambda * \tan \varphi * n$

$\lambda = R_{A,k} / (\sigma * L * \tan \varphi * n)$

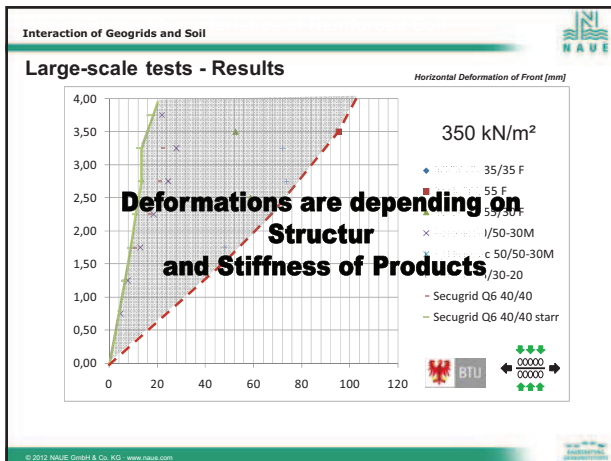
© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

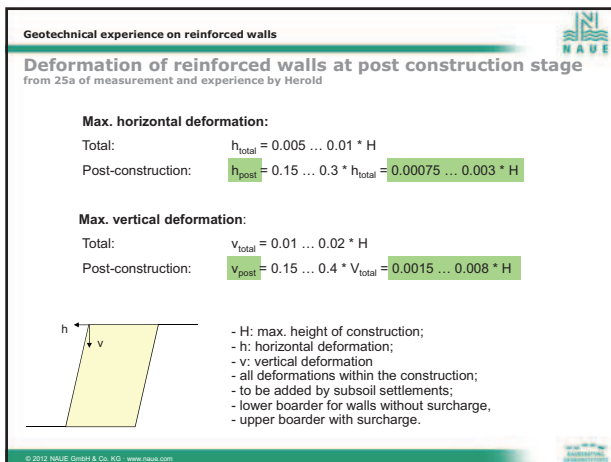
Interaction of Geogrids and Soil

large-scale tests on flexible facing and full-height panel H=4m

BTU

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

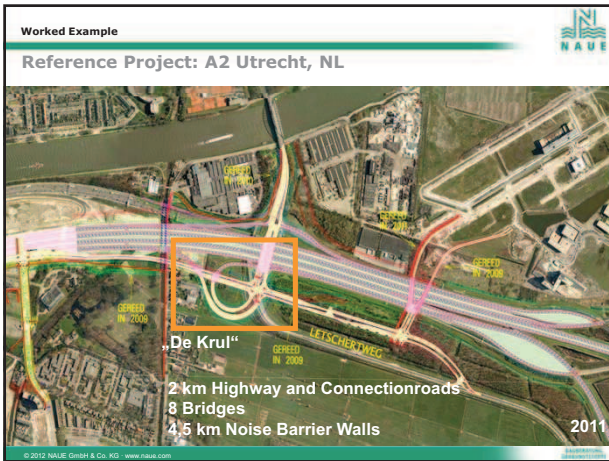




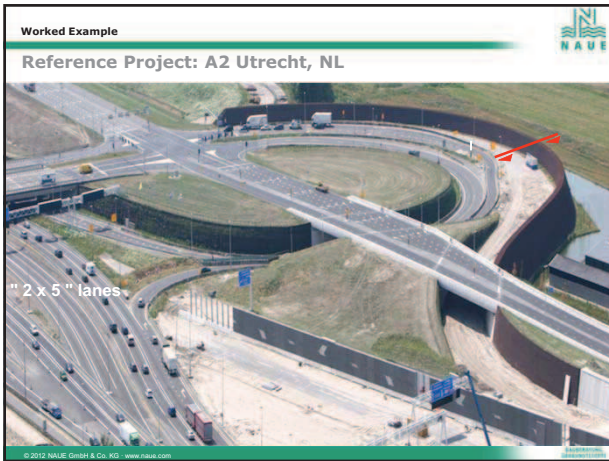


		Investment Mittelbindung	Benutzer Komfort	Regulatorische Freigegebenheit			Benutzer Komfort	Benutzer Komfort	Regulatorische Freigegebenheit
SYSTEM1 CRAMP		+		+	SYSTEM5 GREEN		+	+	
SYSTEM2 WRAP		+	+	+	SYSTEM6 BLOCK		+	+	X
SYSTEM3 STEEL T		+	+	+	SYSTEM7 PANEL		+	+	
SYSTEM4 STEEL P		+	+	+	SYSTEM8 NAIL		+	+	+

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

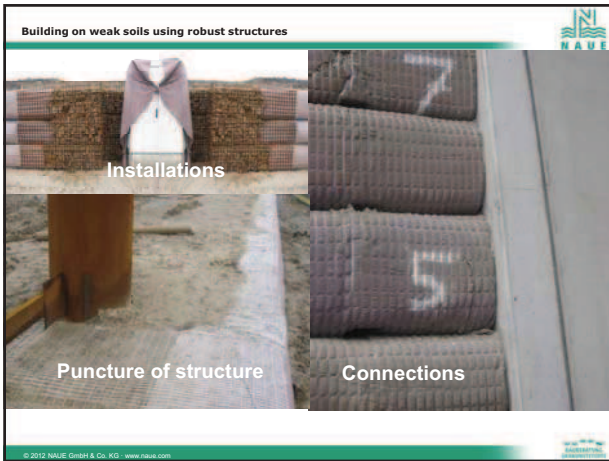




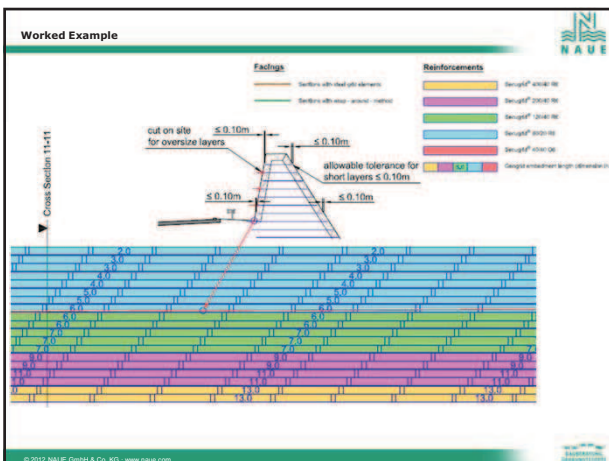


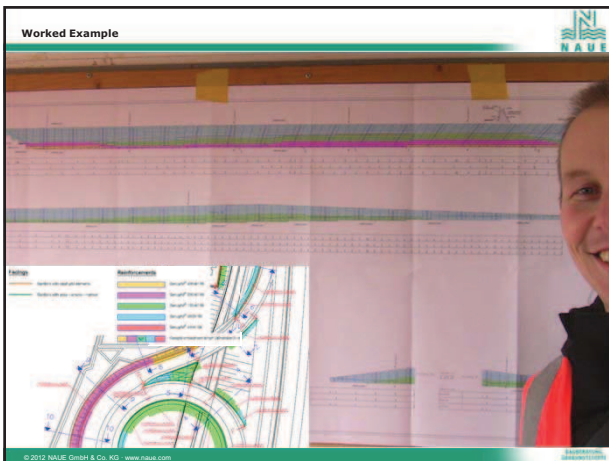












Lateral Stress on Facings

Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen – EBGE0

New definitions:
 e.g.
 - Isochronous curves
 - Tensile stiffness J [kN/m]

Applications:

All chapters are in accordance to EC7

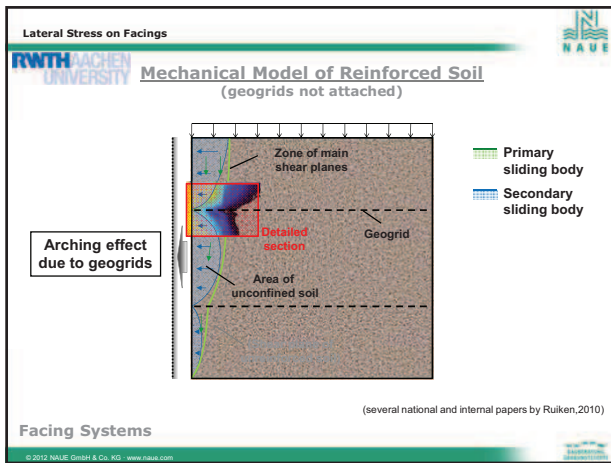
© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com

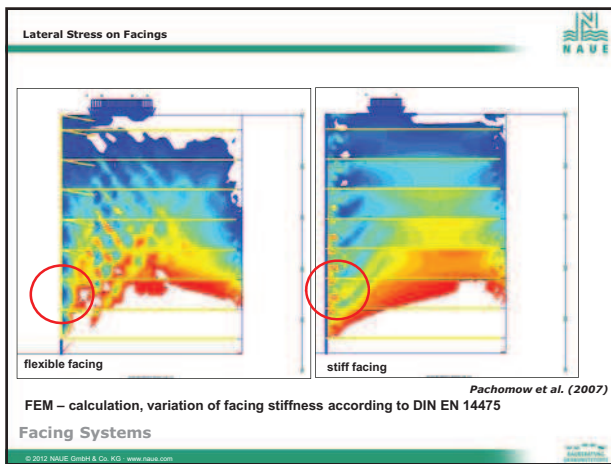
Lateral Stress on Facings

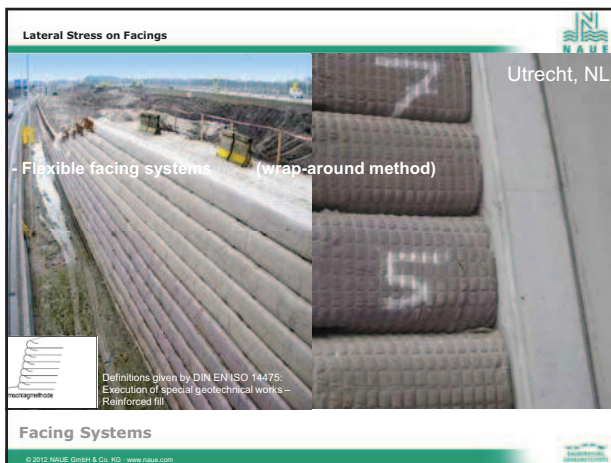
Type of facing element	Description
Non-deformable facing elements	
Full height panels	The elements are pre-manufactured such that they cover the entire height of the reinforced retaining structure in one piece.
Partial height panels	Partial height panels are usually 1 m to 2 m high and 100 mm to 200 mm thick.
Block elements, moulded bricks	Facing elements of precast concrete blocks (e.g. modular blocks, segmented blocks) or natural stones which connect relative to each other.
Partially deformable facing elements	
Welded steel wire mesh	Facing elements made from open, welded steel wire mesh sections and designed to fit the angle of the slope.
Block elements, moulded bricks	Facing elements of precast concrete blocks (e.g. modular blocks, segmented blocks) or natural stones which connect relative to each other.
Gabions	Gabions are usually manufactured from galvanized, welded wire mesh and filled with stones or concrete blocks. The gabion dimensions are generally between 0.5 m to 1.5 m high, 2.0 m to 3 m long, and 0.5 m to 1.0 m deep.
Deformable facing elements	
Wrap-around method	Wrap-around method or piled wall method. The full width of the vertical, stone protrudes from the front of the reinforced structure and is engaged around the front of a layer of soil material.

Facing Systems

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG - www.naue.com







Lateral Stress on Facings

Zarnovica, SK

semi-flexible facing systems
(e.g. gabions baskets, welded steel grid elements, block elements without rigid connections)

Definitions given by DIN EN ISO 14475: Execution of special geotechnical works - Reinforced fill

Facing Systems

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG · www.naue.com

Lateral Stress on Facings

Zarnovica, SK

Rigid facing systems
(e.g. full height panels, block elements with rigid connections)

Definitions given by DIN EN ISO 14475: Execution of special geotechnical works - Reinforced fill

Facing Systems

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG · www.naue.com

Lateral Stress on Facings

Measurement-results from literature

Pachomow et al. (2007)

Facing Systems

© 2012 NAUE GmbH & Co. KG · www.naue.com

Lateral Stress on Facings

Calculation of connection strength facing vs. geogrid

	Correction Factor		
	η_g		η_q
	0	0.4 H	
	$< h \leq 0.4 H$	$< h \leq H$	
rigid	1.0	1.0	1.0
semi flexible	1.0	0.7	1.0
flexible	1.0	0.5	1.0

Facing Systems

EBGEO (2010)

Working with Concrete Blocks

SYSTEM 6
NAUE BLOCK
1 Betonformstein
2 Blocksteine (natür)

Working with Concrete Blocks

SETBACK

COPING UNIT

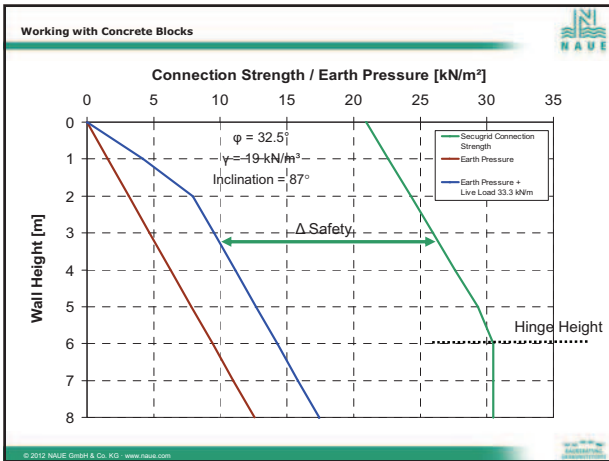
HINGE HEIGHT, H_h

WEIGHT OUTSIDE THE HEEL OF BASE UNIT

$M_0 \leq M_k$ AT HINGE HEIGHT

HINGE HEIGHT: THE FULL WEIGHT OF ALL SRW UNITS WITHIN H_h ACT AT THE BASE OF THE LOWERMOST SRW UNIT

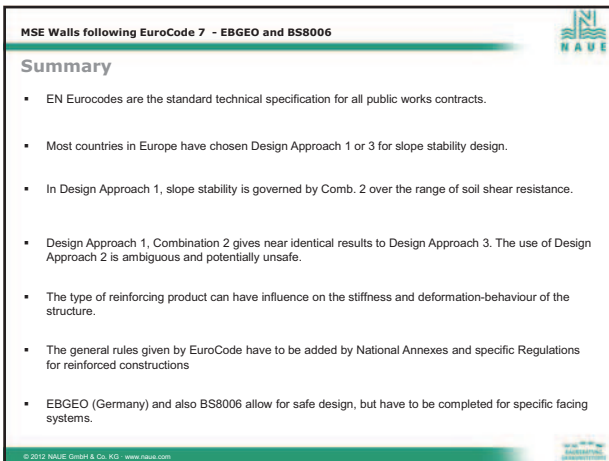
















SECTION 2

**MSE – Walls for Large
Infrastructural Projects – Practical
Aspects on Design, Execution, On-
Site Quality Control and
Supervision – Large Scale Tests
and Results**

**ANDREAS HEROLD,
IBH – Herold + Parter
Ingenieure**

IBH – Herold & Partner Ingenieure

MSE Walls for Large Infrastructural Projects

- Practical Aspects

Segmental Retaining Wall Systems
2nd International Conference
29/02/2012 Prag

Dipl.-Ing. Andreas Herold

- Geotechnik / Gründungsberatung
- Tragwerksplanung /
- Baumaterialien DIN 4020
- Stahl / Planung im Spezialtiefbau
- Projekte nach MAP 319 04
- Gütesicherungsverfahren / Prüfung
- Baumethodenleitfaden
- Erschütterungsmessungen DIN 4150
- Geochemie
- Numerisch-numerische FEM
- Bodenverwehung
- Software

Bilal Wehmer:
Hainbühlstraße 50b
99415 Weimar
☎ +49 3643 778830
✉ +49 3643 778830

Bilal Özgen:
Zeilbacher Weg 21
08122 Dresden
☎ +49 351 202848
✉ +49 351 202849

Bilal Mehdobani:
Nachtweide 19
39124 Magdeburg
☎ +49 391 6627 9220
✉ +49 391 6627 9222

Bilal Dammak:
Damasus, Moushjoor, Morbet
Neisemstraße 1
Hahel BGG
Siedle
☎ +963 11 3739 295
✉ +963 11 3542 878

www.ibh-herold.de
Toll-free: +49 3643 778830

Content :

- Short overview
- Some news from the EBGE0
- Example – BYPASS ARAD
 - solution / details
 - implementation on site
 - problems
 - deformation measurement results
- Example – SOUTH BRIDGE RIGA
 - solution / details
 - implementation on site
 - problems
 - large scale test and results
- Cost Comparison
- Summary

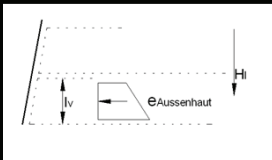
short overview:

The map displays three locations in Europe: Riga (Latvia) in the north, Arad (Romania) in the south, and Weimar (Germany) in the west. Red arrows point from Weimar towards both Riga and Arad, indicating project locations or travel routes. The map includes geographical features like rivers and lakes, and is labeled with 'Google earth'.

Some News from the EGBEO:

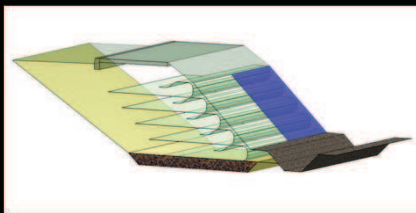
connecting forces

- EBGEO 1997 $0,8 \times F_{B,d}$
- USA: $1,0 \times F_{B,d}$
- EBGEO 2010 Tab. 7.2
 - non - deformable
 - partially deformable
 - deformable



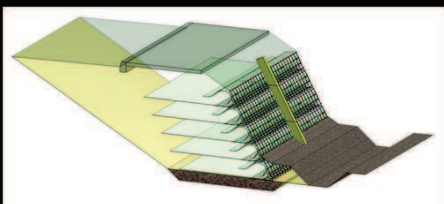
Some News from the EGBEO:

- deformable
- partially deformable
- non-deformable



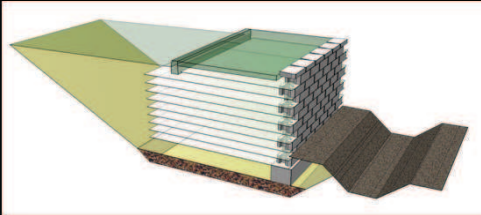
Some News from the EGBEO:

- deformable
- partially deformable
- non-deformable

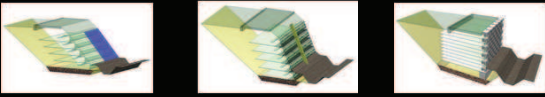


Some News from the EGBEO:

- deformable
- partially deformable
- non-deformable



Some News from the EGBEO:



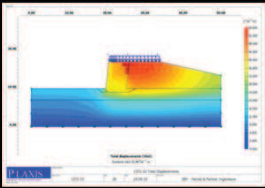
	Calibration factor		Earth pressure angle	
	$0 < h \leq 0,4 H$	$0,4 H < h \leq H$	η_a	δ
Non-deformable facing elements	1.0	1.0	1.0	Analogous to DIN 4085
Partially deformable facing elements	1.0	0.7	1.0	1/3 φ' to 1.0 φ' (see [11])
Deformable facing elements	1.0	0.5	1.0	0

Frontausbildung $\eta_a \cdot K_{a,gh,k} \cdot \gamma_k \cdot H_i \cdot \gamma_G + \eta_a \cdot K_{a,gh,k} \cdot q \cdot \gamma_Q$

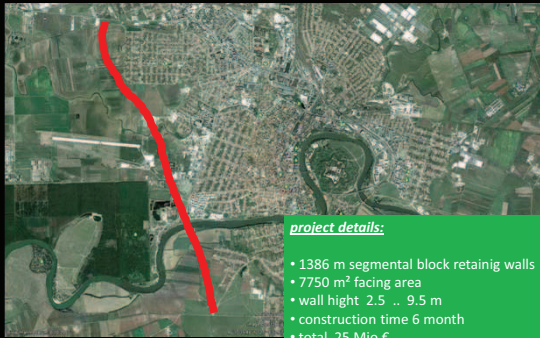
Some News from the EGBEO:

serviceability limit state analysis:

- expirience
- calculation of
 - ground settlement
 - instrinsic settlement of the filling soil
 - vertical deformation
 - horizontal deformation
 - shear deformation
- observation method

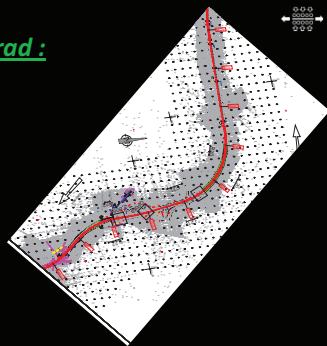


Example – Bypass Arad :



- project details:**
- 1386 m segmental block retaining walls
 - 7750 m² facing area
 - wall high 2.5 ... 9.5 m
 - construction time 6 month
 - total 25 Mio €

Example – Bypass Arad :



retaining walls & bridge wings

Example – Bypass Arad :



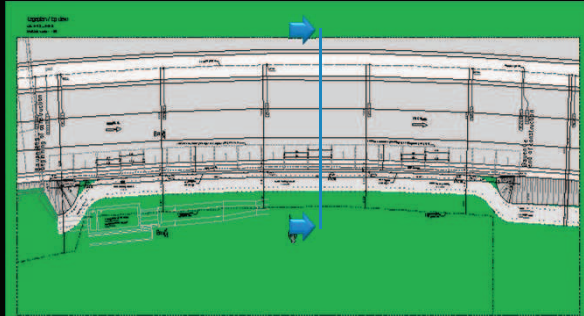
retaining walls & bridge wings

Example – Bypass Arad :



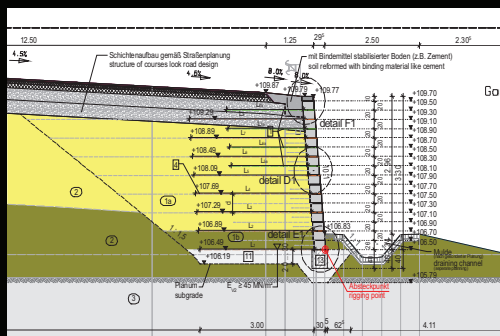
retaining walls & bridge wings

Example – Bypass Arad :

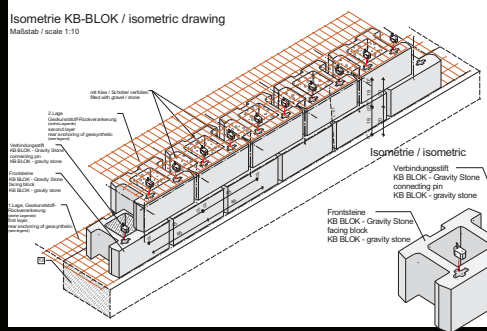


Example – Bypass Arad :

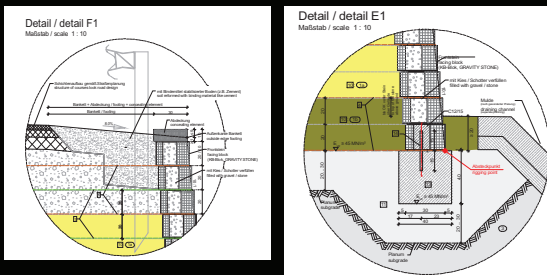
Secugrid 120/40 R6
Secugrid 40/20 R6



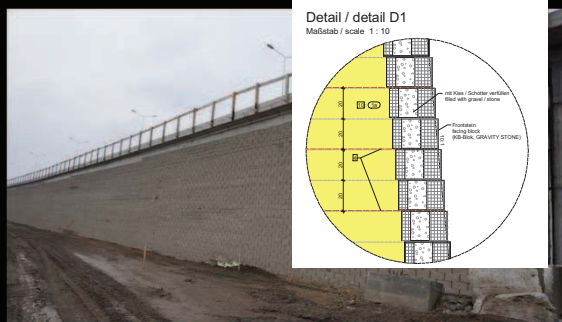
Example – Bypass Arad :



Example – Bypass Arad :



Example – Bypass Arad :



Example – Bypass Arad :

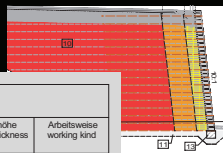


Example – Bypass Arad :



Example – Bypass Arad :

Verdichtung compaction					
Bereich Section	Beschreibung description	zulässige Lasten admissible weight of compaction	Breite width	Lagerhöhe layer thickness	Arbeitsweise working kind
A	Ersatz nur mit Rüttelplatte float	$G \leq 0,1t$	$b = 0,50 \text{ m}$	$d = 0,10 \text{ m}$	dynamisch
	float only with small vibrating plate				dynamisch
B	Zwischenbereich nur mit Rüttelplatte	$G \leq 0,5t$	$b = 1,00 \text{ m}$	$d = 0,20 \text{ m}$	statisch
	intermediate area only with medium vibrating plate				statisch
C	Hinterfüllbereich Walze, dynamische statische Betriebsart	$G \leq 12,9t$	Rest	$d \leq 0,40 \text{ m}$	dynamisch
	back-fill area compaction roller, dynamic or static method of operation		$b \geq 2,00 \text{ m}$ rest		dynamisch



Example – Bypass Arad :



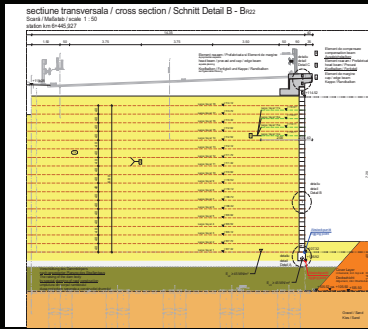
Example – Bypass Arad :



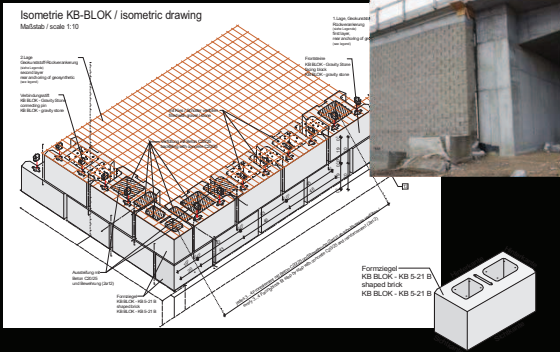
Example – Bypass Arad :



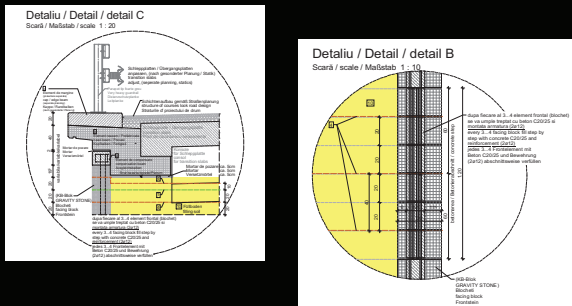
Example – Bypass Arad :



Example – Bypass Arad :



Example – Bypass Arad :



Example – Bypass Arad :

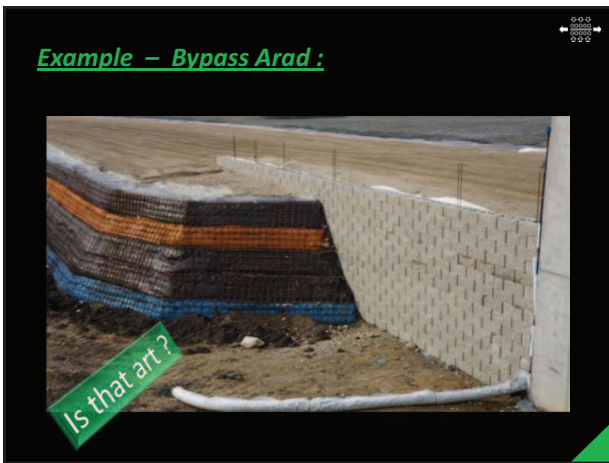


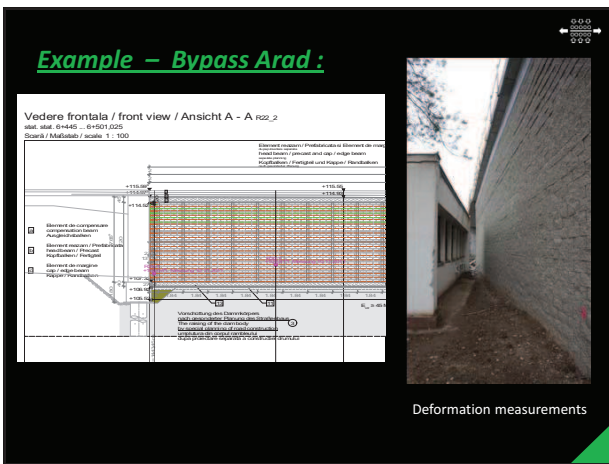
Example – Bypass Arad :

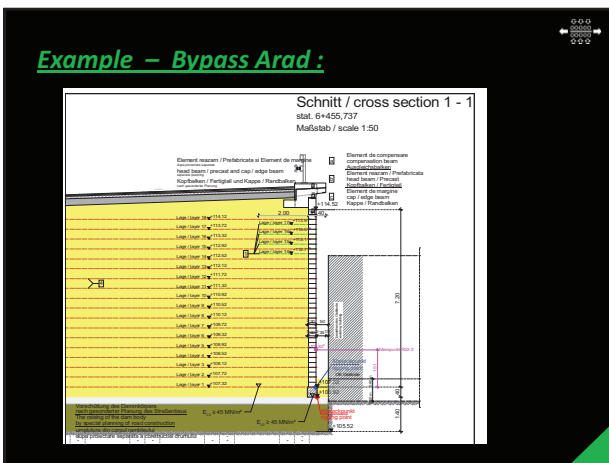


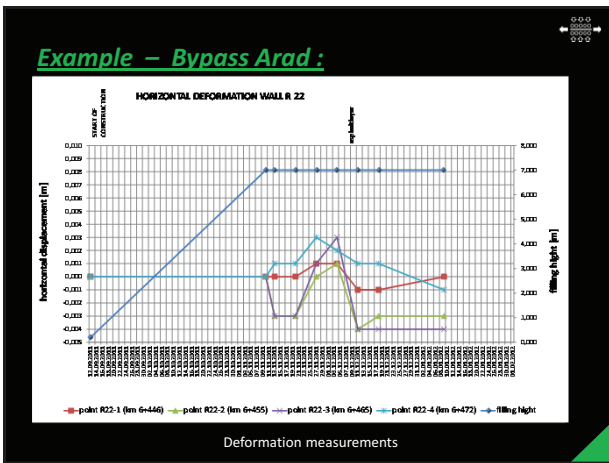
Example – Bypass Arad :

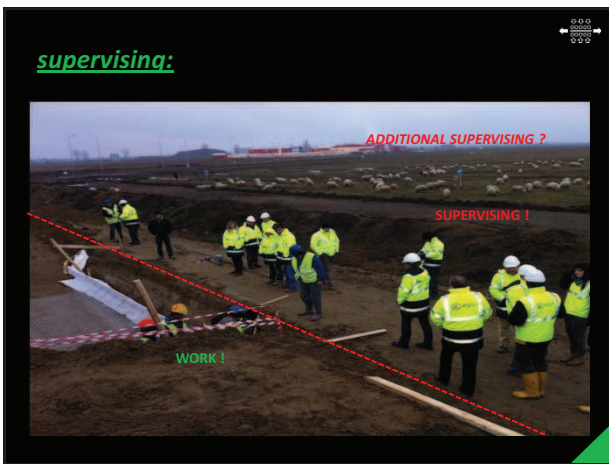


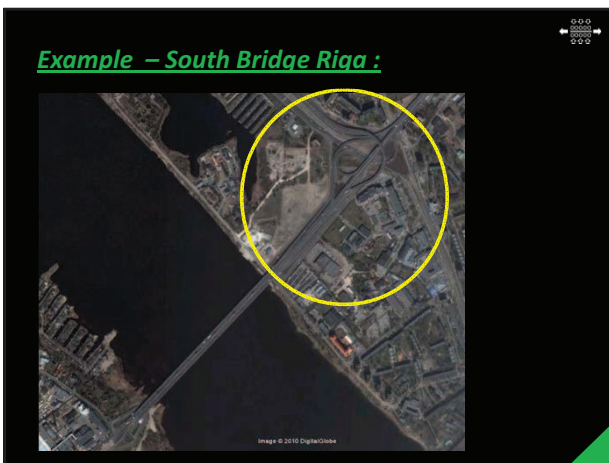




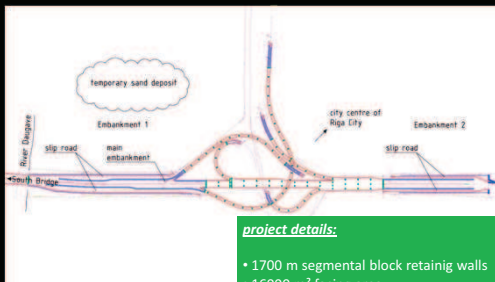






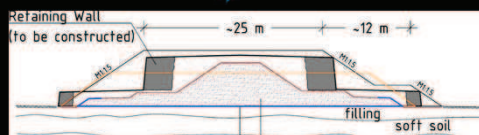
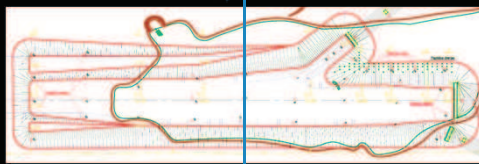


Example – South Bridge Riga :

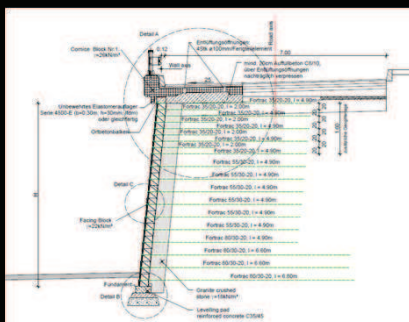


- project details:**
- 1700 m segmental block retaining walls
 - 16000 m² facing area
 - wall high 2.0 .. 8.5 m
 - construction time 4 month
 - total 40 Mio €

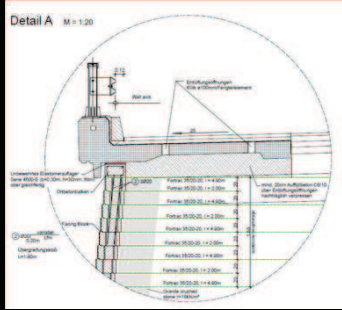
Example – South Bridge Riga :



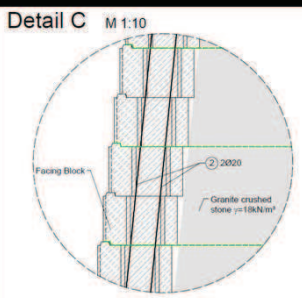
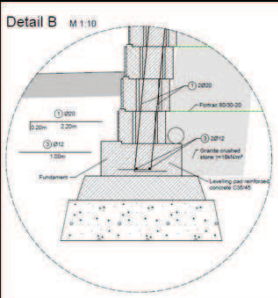
Example – South Bridge Riga :



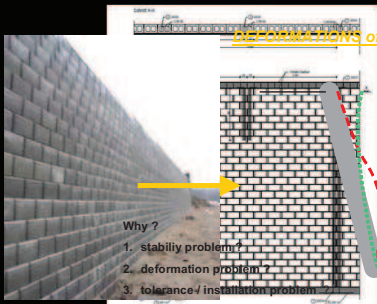
Example – South Bridge Riga :



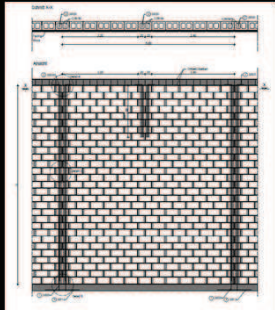
Example – South Bridge Riga :



Example – South Bridge Riga :

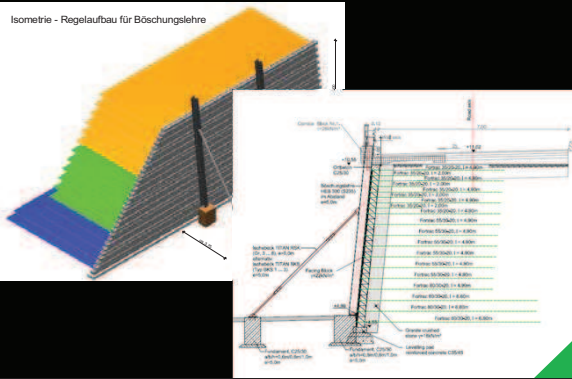


Example – South Bridge Riga :

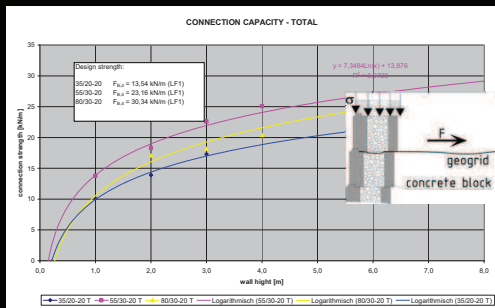


Example – South Bridge Riga :

Isometrie - Regelaufbau für Böschungslehre



Example – South Bridge Riga :



Example – South Bridge Riga :

Example – South Bridge Riga :

Example – South Bridge Riga :

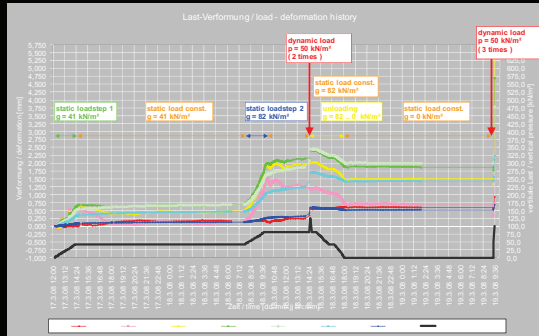
No.	step	Loading [kN/m ²]	
		additional	cumulative
0	0	0	0
1	1	41	41
2		const. loading	41
3	2	41	82
4		const. loading	82
5	3	Dynamic, A = 6.0 m	82 + dyn.
6	2	-41 (unloading)	41
7	1	-41 (unloading)	0
8	0	0 (no loading)	0
9	4	Dynamic, A* = 5.0 m	dyn.
10	5	Dynamic, A* = 3.0 m	dyn.
11	6	Dynamic, A* = 1.0 m	dyn.

* A is the distance between the wall facing and the outer edge of the dynamic load

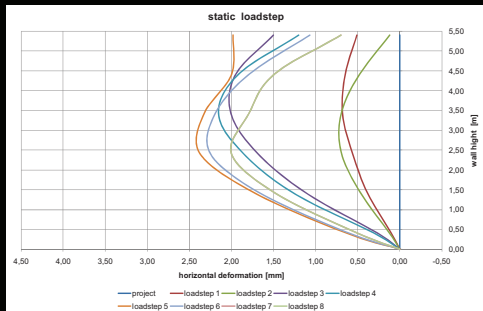
Example – South Bridge Riga :



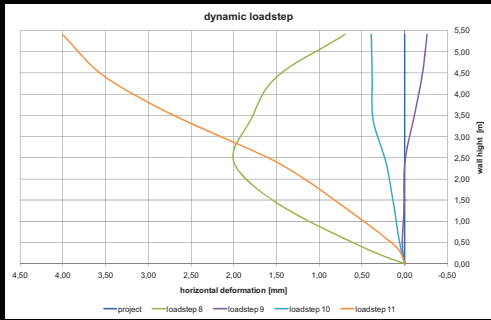
Example – South Bridge Riga :



Example – South Bridge Riga :



Example – South Bridge Riga :



Example – South Bridge Riga :



Example – South Bridge Riga :

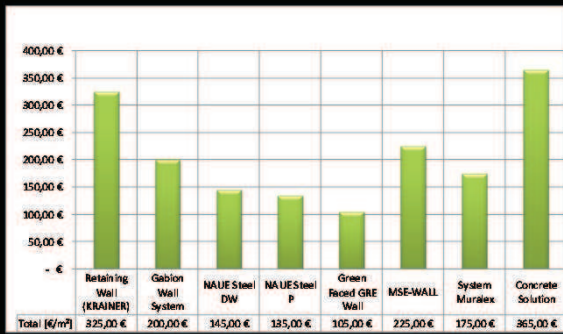


Example – South Bridge Riga :



17/11/2008 08:16

cost comparison:



summary / conclusions:

- fast and cheap
- easy to build
- durable and robust
- tolernces and compaction could be a problem
- fexible and creatively versatile
- easy to design

← →
○○○○○
○○○○○
○○○○○
→

IBH – Herold & Partner Ingenieure

*Thank you !
Any question ?*

Dipl.-Ing. Andreas Herold

 www.ibh-herold.de
 a.herold@ibh-herold.de

- Geotechnik / Gründungsberatung
- Tragwerkplanung /
- Baumaterialien DIN 4020
- Stahl / Planung im Spezialtiefbau
- Pflichten nach MAP 30a 02
- Copulanzverfahrensanalyse /
- Prüfung
- Bergemassivität
- Erschütterungsmessungen DIN 4150
- Geothermie
- Wirtschaftlichste EneC
- Baubewertung
- Software

Büro Weimar:
Hermannstraße 50b
99415 Weimar
☎ +49 3643 778830
☎ +49 3643 778830

Büro Dessau:
Zeilischer Weg 21
06122 Dessau
☎ +49 351 202848
☎ +49 351 202869

Büro Magdeburg:
Nachtstraße 95
39124 Magdeburg
☎ +49 391 6627 7320
☎ +49 391 6627 7322

Büro Damaskus:
Damascus, Mouhajreen, Morbet
Harambicha 1
Syria
☎ +963 11 3735 295
☎ +963 11 3542 878

www.ibh-herold.de
Toll-free: +49 3643 778830



SECTION 3

**Experimentální stanovení pevnosti
v připojení a smykové pevnosti pro
betonové prvky opěrných zdí KB-
BLOK a kotevní geomříže**

**JIŘÍ KOLÍSKO,
CTU in Prague**



Experimentální stanovení pevnosti v připojení a smykové pevnosti pro betonové prvky opěrných zdí KB- BLOK a kotevní geomříže

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.
Ing. Jan Kolář

České vysoké učení technické v Praze
Kloknerův ústav



Záměr přednášky :



- prezentace zkušeností získaných v KÚ ČVUT v Praze při provádění testů stanovení limitní a použitelné pevnosti v připojení geomříží a stanovení limitní a použitelné smykové pevnosti v ložné spáře mezi betonovými prvky opěrného systému s vloženými kotevními geomřížemi při dvouosém zatěžování.

Základní informace o experimentech:



- Období provádění – 2005 až 2010.
- Celkem provedeno:
 - 9 sad zkoušek stanovení limitní a použitelné smykové pevnosti v ložné spáře mezi betonovými prvky s vloženou kotevní geomříží,
 - 22 sad zkoušek stanovení limitní a použitelné pevnosti v připojení mezi geomřížemi a betonovými prvky.
- Celkem zkoušeno v kombinacích:
 - 8 různých typů betonových prvků ze škály výrobků fy KB-BLOK Systém s.r.o.,
 - 13 různých typů jednoosých i dvouosých kotevních geomříží od různých výrobců z různých materiálů.

Použité zkušební předpisy a metody:



- Zkoušky stanovení smykové pevnosti v ložné spáře mezi betonovými prvky s vloženou kotevní geomříží:
 - Norma: ASTM D 6916-03 „Standard Test Method for Determining the Shear Strength Between Segmental Concrete Units (Modular Concrete Blocks)“ i v českém překladu,
 - Zkušební metoda: NCMA Test Metod SRWU-2 „Determination of Shear Strength between Segmental Concrete Units“.
- Zkoušky stanovení pevnosti v připojení mezi geomřížemi a betonovými prvky:
 - Norma: ASTM D 6638-01 Standard Test Method for Determining Connection Strength Between Geosynthetic Reinforcement and Segmental Concrete Units (Modular Concrete Blocks) i v českém překladu,
 - Zkušební metoda: NCMA Test Metod SRWU-1 „Determination of Connection Strength between Geosynthetics and Segmental Concrete Units“.

Použité materiálové prvky:



1. Betonové prvky opěrného systému KB Blok:
 - a) GRAVITY STONE pohledový prvek štípaný,
 - b) GRAVITY STONE pohledový prvek hladký,
 - c) GEOSTONE® - BENT prvek štípaný,
 - d) GEOSTONE® - BENT prvek hladký přírodní,
 - e) GEOSTONE® - FLAT prvek hladký přírodní,
 - f) GEOSTONE® - miniFLAT prvek hladký přírodní,
 - g) GEOZIQAQ BLOK prvek přírodní,
 - h) GEOGARDEN STONE prvek štípaný červený.
2. Výztužné kotevní geomříže:
 - a) jednoosé kotevní geomříže typu TENSAR řady RE,
 - b) jednoosé kotevní geomříže typu KB-GRID (E-GRID),
 - c) jednoosé kotevní geomříže typu Secugrid® R6,
 - d) dvojosé kotevní geomříže typu MIRAGID,
 - e) dvojosé kotevní geomříže typu PK-GRID PET,
 - f) dvojosé kotevní geomříže typu Secugrid® Q6.
3. Drenážní zásyp z kameniva frakce 8-16 mm

Ukázky použitých materiálových prvků:



Zkoušky stanovení limitní a použitelné smykové pevnosti v ložné spáře :

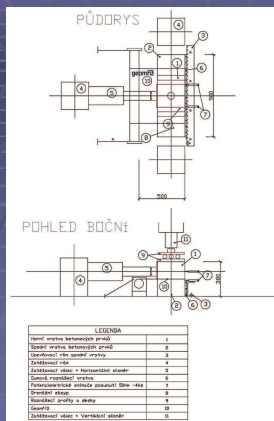


➤ **zkušební stěna** – 3 betonové prvky ve dvou ložných vrstvách (2 prvky v dolní vrstvě a 1 v horní) uspořádané na běhounovou vazbu s vloženou geomříží do spáry mezi vrstvy, otvory podle možností zasypány drenážním zásypem;

➤ **zkušební zařízení :**

- pevný horizontální zkušební rošt, na který byla umístěna zkušební stěna,
- zkušební rám s upevněným svislým zatěžovacím válcem pro vnesení normálové síly,
- ocelová stojina s upevněným vodorovným zatěžovacím válcem pro vnesení smykového zatížení (tlakem na horní prvek),
- vložená geomříž fixována přes speciální válcové upínadlo,
- snímání deformací prováděno pomocí potenciometrických snímačů.

Ukázka zkušební sestavy a zařízení:



Vyhodnocení zkoušek:



➤ vyhodnocení prováděno podle zkušební metody ASTM D 6916 - 03:

➤ tabelárně i graficky;

➤ stanovení limitní smykové pevnosti S_p

$$S_p = F_p / W_i$$

kde: S_p ... limitní smyková pevnost na jednotku šířky betonových prvků v kN/m

F_p ... limitní smykové zatížení v kN

W_i ... celková šířka horního betonového prvku nad stykovou plochou v m

➤ stanovení použitelné smykové pevnosti S_{ss}

$$S_{ss} = F_{ss} / W_i$$

kde: S_{ss} ... použitelná smyková pevnost na jednotku šířky betonových prvků založená na kritériu předepsané deformace v kN/m

F_{ss} ... změřené smykové zatížení při dosažení předepsané deformace v kN

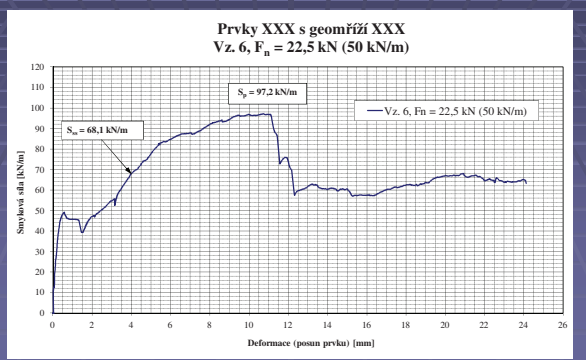
W_i ... celková šířka horního betonového prvku nad stykovou plochou v m

Ukázka tabelárních výsledků:

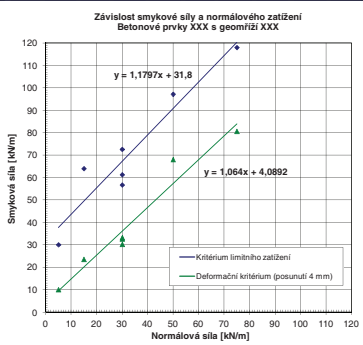


Číslo zkoušky (vzorku)	Normálové zatížení F_n [kN/m]	Posunutí [mm]	Kritérium limitního zatížení	Deformační kritérium (4 mm)	Šířka horního betonového prvku nad stykovou plochou W_i [m]	Kritérium limitního zatížení	Deformační kritérium (4 mm)
			Smykové zatížení F_p [kN]	Smykové zatížení F_{ss} [kN]		Smyková pevnost S_p [kN/m]	Smyková pevnost S_{ss} [kN/m]
1	5	4	13,5	4,5	0,45	30,1	10,1
2	15	4	28,8	10,6	0,45	64,0	23,6
3	30	4	25,5	13,6	0,45	56,7	30,3
4	30	4	27,6	14,7	0,45	61,3	32,7
5	30	4	32,7	15,0	0,45	72,6	33,3
Průměr (3-5)	30	4	28,6	14,4	0,45	63,5	32,1
6	50	4	43,7	30,6	0,45	97,2	68,1
7	75	4	53,1	36,3	0,45	118,0	80,7

Ukázka grafických výsledků – závislost smykové síly na deformaci (posunu) betonového prvku

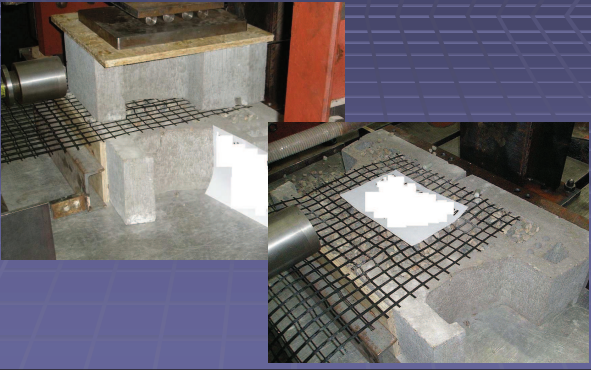


Ukázka grafických výsledků - závislost smykové pevnosti na normálové síle (zatížení zkušební stěny)



➤ Obecně – závislost smykové síly na normálové síle může vykazovat monolineární, bilineární nebo i jiný charakter.

Ukázka typického výsledku zkoušky stanovení smykové pevnosti v ložné spáře



Zkoušky stanovení limitní a použitelné pevnosti v připojení mezi geomřížemi a betonovými prvky:

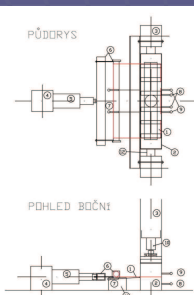


➤ **zkušební stěna** – podmínka zkušebního předpisu – minimální šířka stěny 0,75 m - většinou tedy 6 betonových prvků ve dvou ložných vrstvách (3 prvky v dolní vrstvě a 3 v horní) uspořádané na běhounovou vazbu s vloženou geomříží do spáry mezi vrstvy, otvory podle možnosti zasypány drenážním zásypem;

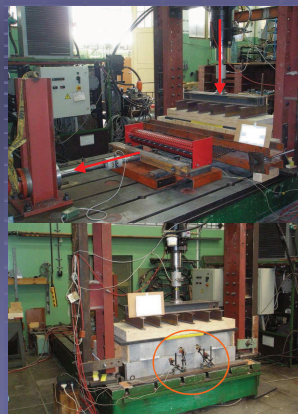
➤ **zkušební zařízení:**

- pevný horizontální zkušební rošt, na který byla umístěna zkušební stěna,
- zkušební rám s upevněným svislým zatěžovacím válcem pro vnesení normálové síly,
- ocelová stojina s upevněným vodorovným zatěžovacím válcem pro vytahování vložené kotevní geomříže,
- vložená geomříž uchycena přes speciální válcové upínadlo,
- snímání deformací prováděno pomocí potenciometrických snímačů.

Ukázka zkušební sestavy a zařízení:



LEGENDA	
1	Stojina
2	Upevňovací válec
3	Upevňovací válec
4	Upevňovací válec
5	Upevňovací válec
6	Upevňovací válec
7	Upevňovací válec
8	Upevňovací válec
9	Upevňovací válec
10	Upevňovací válec
11	Upevňovací válec
12	Upevňovací válec
13	Upevňovací válec
14	Upevňovací válec
15	Upevňovací válec
16	Upevňovací válec
17	Upevňovací válec
18	Upevňovací válec
19	Upevňovací válec
20	Upevňovací válec



Vyhodnocení zkoušek:



➤ vyhodnocení prováděno podle zkušební metody ASTM D 6638 - 01:

▪ tabelárně i graficky;

▪ stanovení limitní pevnosti v připojení T_{cp}

$$T_{cp} = (F_p - T_0) / W_s$$

kde: T_{cp} ... limitní pevnost v připojení na jednotku šířky geosyntetického vzorku v kN/m

F_p ... limitní tahové zatížení spoje v kN

T_0 ... slakové tahové zatížení v kN

W_s ... šířka geosyntetického zkušební vzorku v m

▪ stanovení použitelné pevnosti v připojení T_{sc}

$$T_{sc} = (F_{sc} - T_0) / W_s$$

kde: T_{sc} ... pevnost v připojení pro stav použitelnosti v kN/m založená na předepsaném deformačním kritériu

F_{sc} ... změřené tahové zatížení spoje v kN při dosažení předepsané deformace

T_0 ... slakové tahové zatížení v kN

W_s ... šířka geosyntetického zkušební vzorku v m

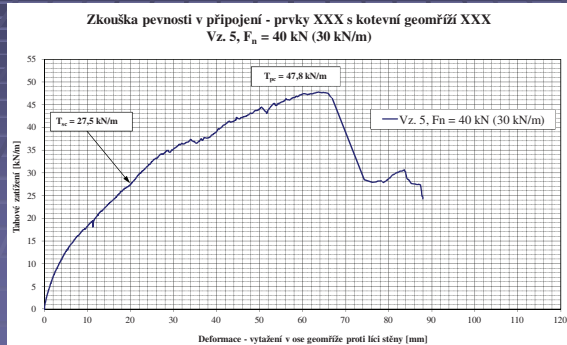
Ukázka tabelárních výsledků:



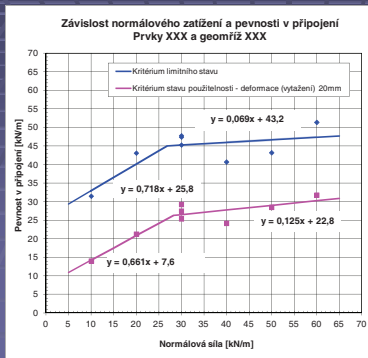
Číslo zkoušky (vzorku)	Šířka vzorku geomříže W_s [m]	Normálové zatížení F_n [kN/m]	Deformace (vytažení) pro kritérium stavu použitelnosti [mm]	Kritérium limitního stavu	Kritérium stavu použitelnosti (20 mm)	Kritérium limitního stavu	Kritérium stavu použitelnosti (20 mm)
				Tahové zatížení F_p [kN]	Tahové zatížení F_{sc} [kN]	Pevnost v připojení T_p [kN/m]	Pevnost v připojení T_{sc} [kN/m]
1	1,025	10	20	32,3	14,4	31,5	14,0
2	1,025	20	20	44,2	21,8	43,1	21,3
3	1,025	30	20	48,6	30,0	47,4	29,3
4	1,025	30	20	46,4	26,0	45,3	25,4
5	1,025	30	20	49,0	28,2	47,8	27,5
Průměr 3-5	1,025	30	20	48,0	28,1	46,8	27,4
6	1,025	40	20	41,7	24,8	40,7	24,2
7	1,025	50	20	44,3	29,2	43,2	28,5
8	1,025	60	20	52,7	32,6	51,4	31,8

Mezní tahová pevnost T_{std} (ASTM D4595, resp. EN ISO 10319) = 65 kN/m

Ukázka grafických výsledků – závislost tahové síly na deformaci – vytažení geomříže proti lici stěny v ose geomříže



Ukázka grafických výsledků - závislost smykové pevnosti na normálové síle (zatížení zkušební stěny)



➤ Obecně – závislost pevnosti v připojení na normálové síle může vykazovat monolineární, bilineární nebo i jiný charakter.

Ukázka typického výsledku zkoušky stanovení pevnosti v připojení mezi betonovými prvky a geomíří



Závěry a shrnutí:



- Byla rozvinuta možnost reálně provádět zatěžovací zkoušky v režimu dvouosého namáhání při konstantním svislém zatížení a proměnném vodorovném zatížení pro širokou škálu kombinací betonových prvků a geosyntetických výztuží.
- Osvědčilo se automatizované řízení zkoušky systémem MTS, kterým byly oba zatěžovací válce současně řízeny a které umožňovalo kontinuální snímání a zaznamenávání měřených deformačních veličin.





SECTION 3

**Certifikace stavebních výrobků ke
specifickým požadavkům**

**KAREL DVOŘÁK,
VÚPS certifikační společnost**



Prvky opěrných stěn

Výzkumný ústav
pozemních staveb

Certifikační společnost
s.r.o.

102 21 Praha 10 – Hostivař, Pražská 16
tel: 541 147 467 dvorak@vups.cz



**Certifikace prvků a sestav
Legislativní rámec
Certifikace k specifickým požadavkům**

Ing. Karel Dvořák, Ph.D.

© 2011 VÚPS-Cert. Spol.

Kompetence společnosti

- Autorizovaná osoba 227 k NV 163/2002 Sb. **Ccz**,
 - Notifikovaná osoba 1516 uznaná a registrovaná EU, NV 190/2002 Sb. **CE**
 - Certifikační orgán pro výroby a kvalifikaci stavebních dodavatelů
 - Certifikační orgán systémů managementu jakosti, BOZP, EMS a ISMS
 - Zkušební laboratoř stavebních výrobků a technických zařízení budov
 - Centrum technické normalizace
 - Znalecký ústav
 - Odborné služby – posuzování vad staveb, hodnocení základních vlastností staveb, vady a ověření proveditelnosti PD, apod.
- Vlastní certifikační značky



© 2012 VÚPS-Certifikační spol.

únor 2012

2

**Uvádění výrobků na trh
Legislativní rámec
Evropský systém**

© 2012 VÚPS-Certifikační spol.

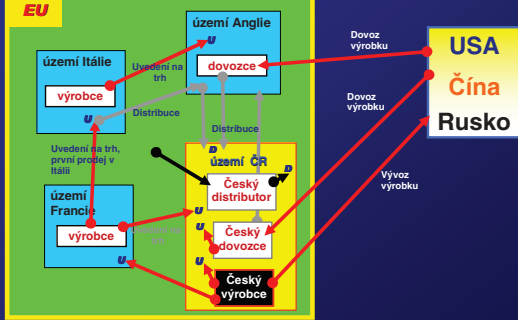
únor 2012

3

Uvádění výrobků na trh - pojmy

- **Uvedením výrobku na trh** okamžik, kdy je výrobek na trhu Evropského společenství poprvé úplatně nebo bezúplatně předán nebo nabídnut k předání za účelem distribuce nebo používání nebo kdy jsou k němu poprvé převedena vlastnická práva, nestanoví-li zvláštní zákon jinak.
- **Za uvedené na trh se považují i výrobky vyrobené nebo dovezené pro provozní potřeby při vlastním podnikání výrobců nebo dovozců** a výrobky poskytnuté k opakovanému použití, je-li u nich před opakovaným použitím posuzována shoda s právními předpisy, pokud to stanoví nařízení vlády
- **Výrobce osoba, která vyrábí nebo i jen navrhla výrobek**, za který odpovídá podle zákona 22/1997 Sb. a který hodlá uvést na trh pod svým jménem. (TESCO pytlík)
- **Dovozce** ten, kdo uvede na trh výrobek a u NV 190/2002 Sb. též osoba, která sestavuje, balí, zpracovává nebo označuje výrobek, z **nečlenského státu EU** nebo uvedení takového výrobku na trh zprostředkuje.
- **Distributor** ten, kdo v dodavatelském řetězci provádí následnou obchodní činnost po uvedení výrobku na trh (dále jen "distribuuje").

Volný pohyb zboží



Uvádění výrobků na trh - pojmy

- **Počáteční zkouškou typu (ITT)** je úplný soubor zkoušek nebo jiných technických zjištění prováděných při posouzení shody vzorků výrobků
- **Systémem řízení výroby** - stálé vnitřní řízení výroby prováděné výrobcem v místě výroby
- **Stanovené výrobky** - výrobky, které představují zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu, a u kterých proto musí být posouzena shoda

Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Uvádění výrobků na trh

Harmonizovaná norma

- hEN je norma pro výrobky zpracovaná na základě mandátu CEN/CENELEC pro určité stavby a pro různé podmínky převažující v členských státech
- hEN zahrnují klasifikace (vyjádřené třídami a úrovněmi) umožňující, aby stavební výrobky byly uváděny na trh.
- hEN se stává harmonizovanou uveřejněním odkazu v věstníku (OJEU).
- Splnění harmonizované normy se v rozsahu jejího obsahu považuje za splnění požadavků stanoveného nařízením vlády, k němuž se tato norma vztahuje.

© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 7

Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Uvádění výrobků na trh v souladu s legislativou

- Zákon 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění
- K němu určené prováděcí vyhlášky – dva systémy uvádění výrobků na trh
 - Národní systém – platí pro výrobky citované v NV 163/2002 Sb. Ve znění NV 312/2005 Sb. příloha 2
 - Systém evropský – platí pro výrobky, pro které existuje harmonizovaná evropská norma – NV 190/2002 Sb. V platném znění

© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 8

Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Evropský systém

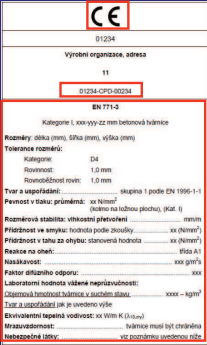
- Evropská směrnice č. 89/106 EHS stanovuje 6 základních požadavků na stavby, které mají výrobky zabezpečit
- Směrnice je do české legislativy zavedena formou NV 190/2002 Sb. v platném znění
- Technické vlastnosti výrobků jsou pak specifikovány v příslušné evropské harmonizované normě hEN nebo evropském technickém schválení ETA
- Normy pak předepisují i míru kooperace výrobce a třetí strany – notifikované osoby (systém 1+, 1, 2+, 2, 3, 4)

© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 9

Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Postup certifikace shody třetí stranou při základním postupu systémem 2+

Označení CE



© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 13

Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Co znamená/neznamená označení CE

Znamená:

- Výrobce uvádí na trh výrobek v souladu s hEN
- Parametry výrobku odpovídají některé třídě uvedené v hEN (často té nejnižší)
- Je zajištěn volný pohyb výrobku po trhu evropské unie

Neznamená:

- Výrobek splní očekávání kupujícího
- Výrobek je kvalitní

© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 14

Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Certifikace ke specifickým požadavkům

Certifikace sestav výrobků

© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 15

Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Certifikace k specifickým požadavkům

- Označení CE sebou nese riziko, že výrobek nebude splňovat podmínky pro bezpečný návrh a použití ve stavbě s **očekávanou úrovní ochrany oprávněného zájmu v daném státě EU**.
- Požadavky stavebního zákona,
- Požadavky, které vyplývají z resortních předpisů (TKP ŘSD)
- Specifické požadavky investora
- Výrobce pak musí předkládat doklady o splnění parametrů, např. zkušební protokoly.

© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 16



Výzkumný ústav pozemních staveb – Certifikační společnost, s.r.o.

Certifikace ke specifickým požadavkům

- Všechny činnosti provádí akreditovaný certifikační orgán nezávislá třetí strana
- ACO provede počáteční zkoušku typu – sestavena přesně dle zamýšleného použití a se zohledněním ostatních požadavků (TKP ŘSD, TP SSBK, apod.)
- ACO provede počáteční inspekci v místě výroby
- ACO dále provádí kontrolní zkoušky parametrů výrobku v stanovených intervalech (minimálně 1 x 12 měsíců)
- ACO dále provádí každý rok dohled nad systémem řízení výroby v místě výroby
- Výsledkem procesu certifikace je vydání certifikátu a přidělení certifikační značky pro daný výrobek

© 2012 VÚPS-Certifikační spol. únor 2012 17



Vlastnosti tvarovek dle ČSN EN 771-2 a technických podmínek TP - KB 03			
Číslo parametru	Popis parametru	Skupina výrobků	Minimální hodnota
1	Značka výrobce	KB - BLOK systém, s.r.o.	KB 03
2	Typ výrobku	KB - BLOK systém, s.r.o.	KB 03
3	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m
4	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m
5	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m
6	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m
7	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m
8	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m
9	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m
10	Podlažní tlakový spád	KB - BLOK systém, s.r.o.	0,010 m

