GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI
8. únor 2005, Praha

# Výztužná funkce geosyntetik ve stavební praxi

**Ing. Dalibor Grepl**

# Výztužná funkce obecně:

## Umístění výztužného geosyntetika do zemního tělesa:

- zvyšuje jeho stabilitu – smyková plocha prochází buď výztuhou nebo mimo oblast vyztužení
- svou pevností snižuje deformace a pro přenos zatížení zapojuje do spolupůsobení větší část zemního tělesa
- Zmenšuje zábor pozemků
- Snižuje náklady výstavby
- přináší možnost využití nevhodných nebo málo vhodných zemin do násypů

## Umístění výztuh do asf.vrstev vozovek:

- Prodlužuje životnost obrusných vrstev
- Zlepšuje pevnostní vlastnosti asf.hmot
- Omezuje vznik a kopírování trhlin
- Snižuje náklady na údržbu

# Přehled aplikací:

I. Využití nevhodných zemin v násypech
II. Zvýšení únosnosti podloží vyztužením geomříží
III. Rozložení zatížení zemního tělesa na rostlý terén
IV. Vyztužení zeminy ve strmé opěrné zdi
V. Vyztužení železničního spodku tkanou geotextilií
VI. Vyztužení dálničního tělesa
VII. Geotextilie při zakládání ŠP pilotami

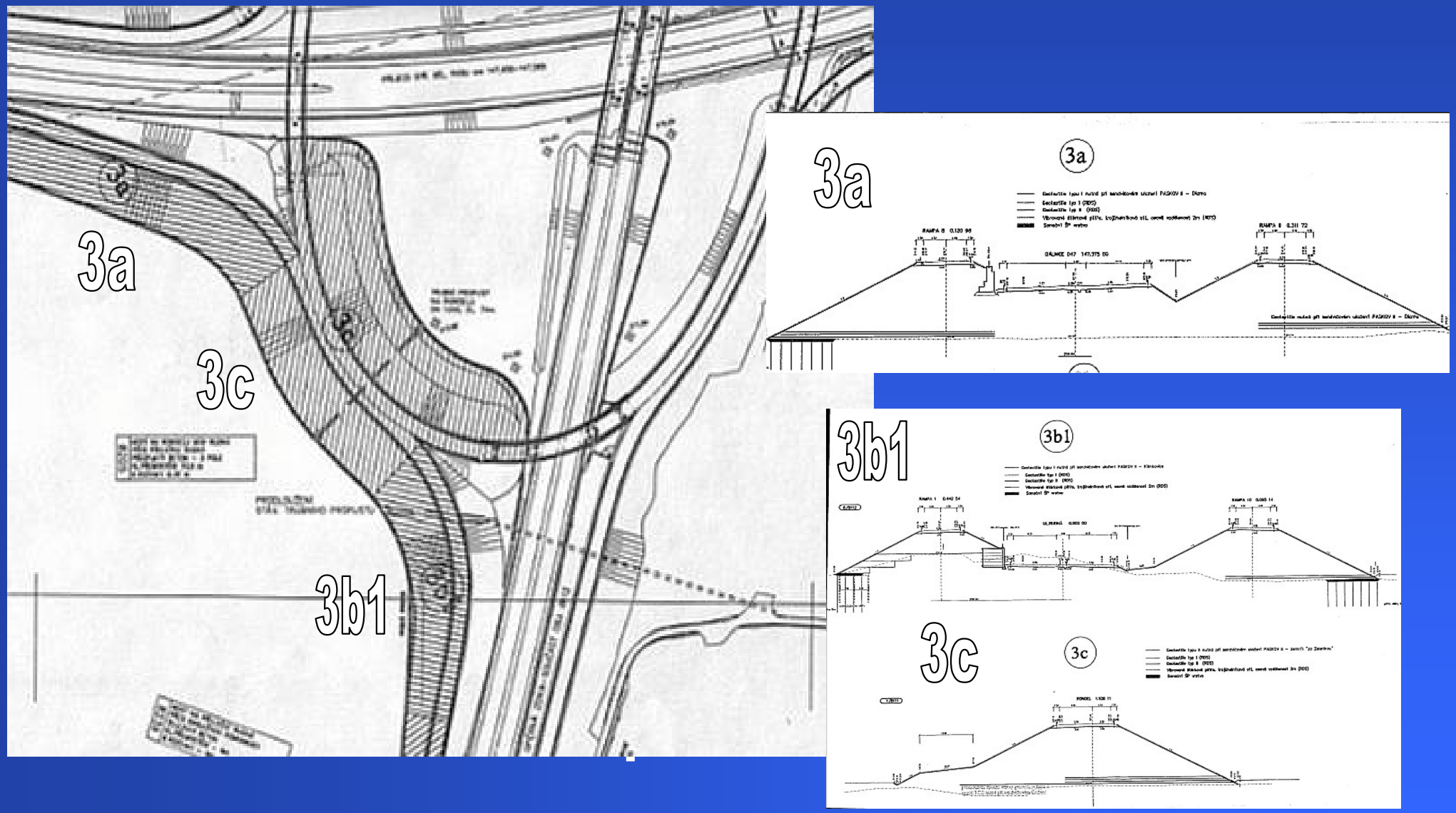
# I. Využití nevhodných zemin v násypech:

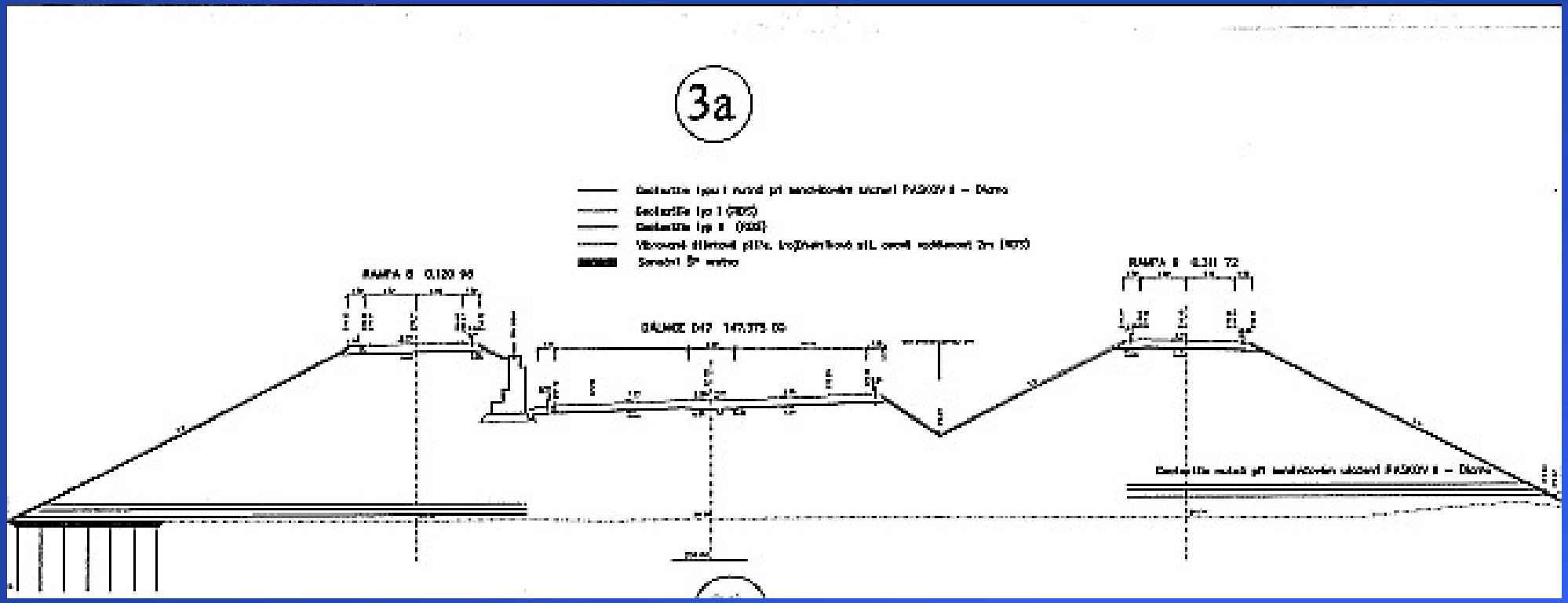
## Dálnice D47, stavba 4708.2 OV, MÚK Rudná-Hrušov, km 146,6-153,0

- Původně uvažovaný nesoudržný materiál násypu charakteru G2 – hlušina Paskov (0-125), nový návrh na využití sendvičového složení násypu se střídáním 40cm Klimkovice (řez 3b1) resp.30cm Diamo (řez 3a) a zemník „za Zeleninou“ (řez 3c) jako poddajná vrstva a 50cm Paskov (ztužující vrstva)
- Při ověřování stability některé z násypů nevyhověly (2b, 3a, 3b1, 3c) požadavku na min. stupeň stability 1,2 – řešení výztužnými geotextiliemi, tkané PET
- 3 typy gtx: separační (10kN/m,CBR 2kN), cca 75.000 $m^2$ **výztužná typ I.** (PET 400kN/m podélně,dlouh.creep 224kN/m), cca 30.000 $m^2$ **typ II** (PET 600kN/m, creep 336kN/m)
- Geologické poměry: navážky, 2-6m náplav.sedimenty (měkké org.jíly, fosilní slatina, 2-5m písč.štěrky, neog.tuhé a pevné slíny, podz.voda ve vrstvě štěrků, napjatá v závislosti na hladině řeky Odra. Ovlivňuje konzistenci náplavů
- Výpočty provedeny MKP, pro nesoudr.zeminy použit Mohr-Coulombův model, pro soudr. s nízkými def.moduly Hardening-soil (přesnější hodnoty deformací)
- Geotextilie uložena na ochrannou vrstvu štěrkodrti tl.100mm, stejným způsobem provedena i ochranná vrstva nad štěrkodrtí

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

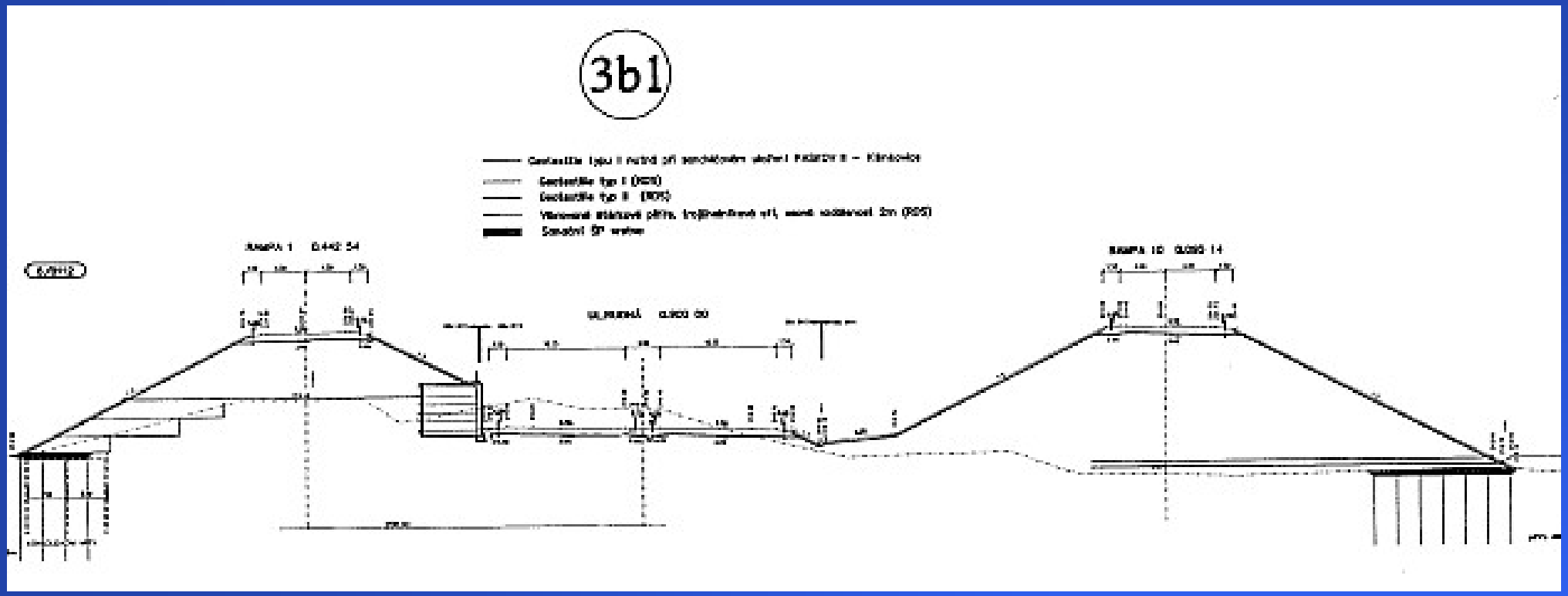





**Násyp rampy 5 na přeložce Rudná, km 0,200-0,280**

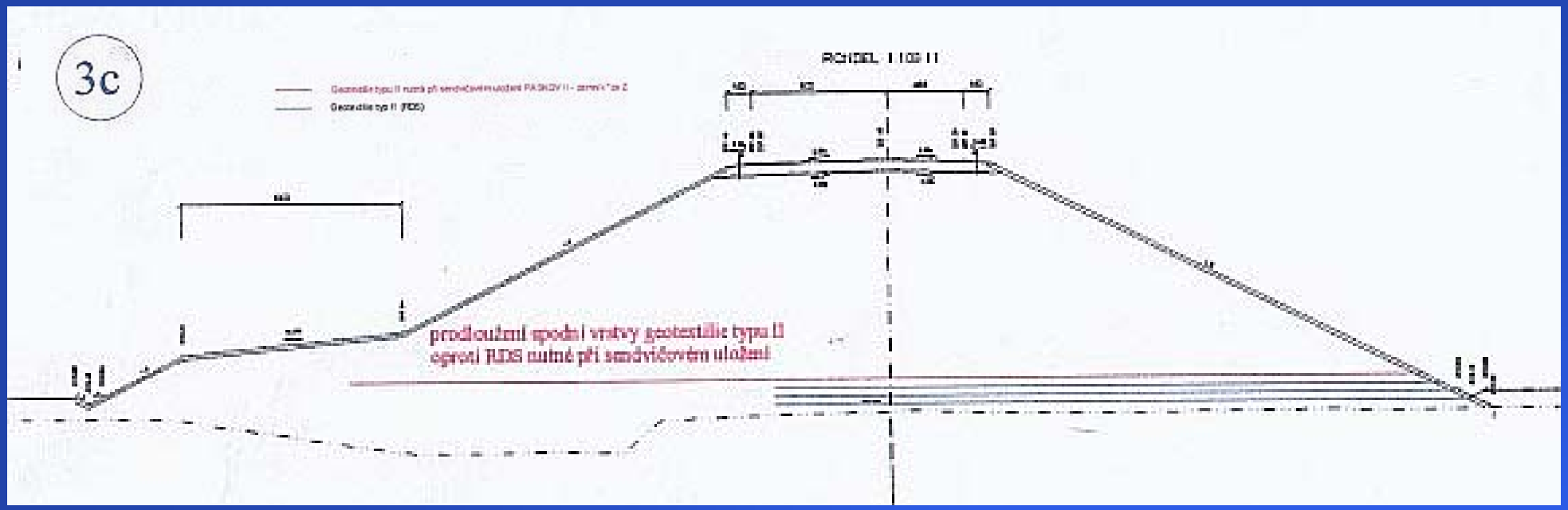
Sendvičový násyp: Diamo 30cm – Paskov 50cm.

Při náhradě Paskov II za sendvič.konstrukce násypu nevyhoví stabilita – pro zajištění stability se přidává 1 tahová geotextilie typu I (tkaná PET 400/50). Výpočet stability předpokládá přisypání paty v pravé části současně se sypáním násypu




**Násyp rampy 10:**

místo původního materiálu Paskov II uvažováno se sendvičem 40cm Klimkovice (poddajná vrstva)+50cm Paskov(ztužující). Při prosté náhradě nevyhovuje stabilita, přidává se jedna vrstva dtto PET tkané tahové geotextilie typu I 400/50




**Část rondelu km 1.040-1,220:**

Přepočet v řezu km 1,108; sendvičová skladba 30cm ze zemníku „za Zeleninou" a 50cm Paskov při prosté náhradě nevyhoví; pro zajištění stability je nutno vrstvu tahové tkané PET geotextilie typu II (450/50) protáhnout k levé části násypu a na pravou stranu násypu přidat navíc jednu vrstvu stejné tahové geotextilie typu II. Výpočet předpokládá přisypání pat levé i pravé části násypu současně se sypáním násypu.

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

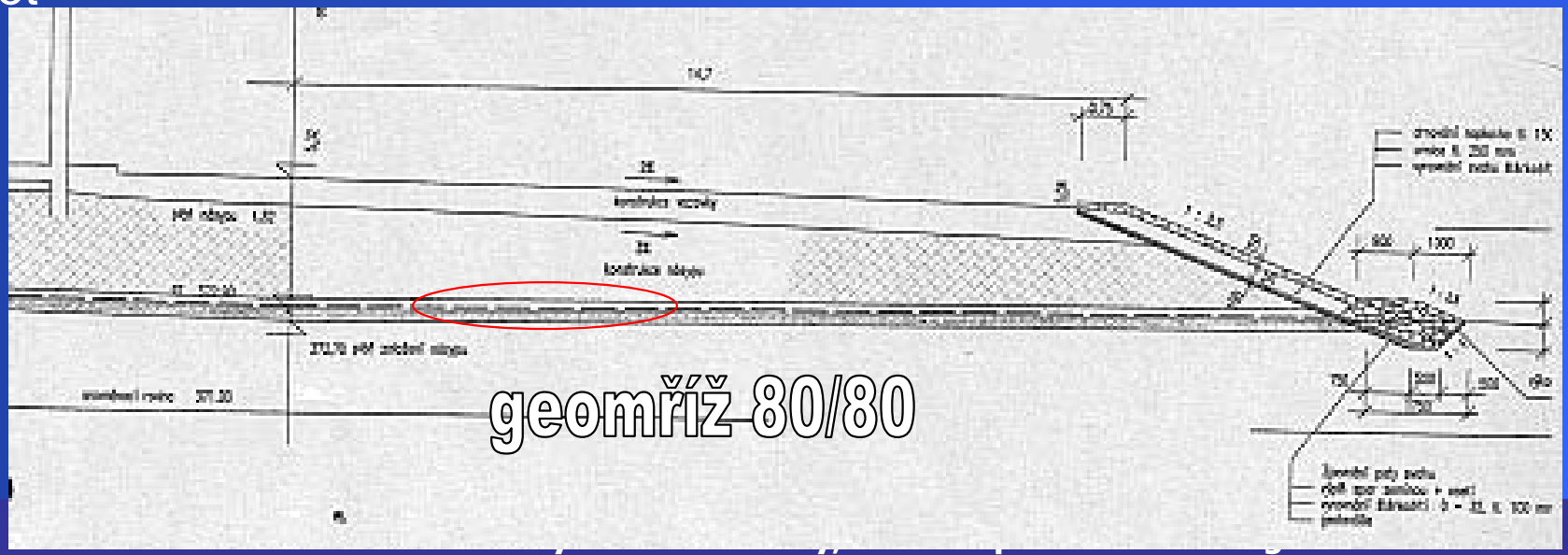
8. únor 2005, Praha

# II. Zvýšení únosnosti podloží vyztužením geomříží

## Komerční centrum Karlovy Vary, 31.000 m²

Objekt skeletu OC založen na pilotách, ostatní objekty a prům.podlaha na zásypové vrstvě ŠP.

- Těleso násypu (koruna 1m nad Q100) - jílovitý ŠP 0-32 tl.30-50cm, hutněný, vyztužený PET tkanou **geomříží 80/80**
- Zásyp 30cm ŠP 0-32 hutněný, doplnění násypu 1-2m do výšky zhlaví vrtaných pilot



## MODELOVÁNÍ SEDÁNÍ NÁSYPU

Pro výpočet byl použit programový systém sestávající ze 3 modulů, které řeší úlohy metodami mezní rovnováhy sil, MKP a proudění vody

Současné spuštění těchto modulů umožňuje řešit plně sdružený problém, kde napětí, deformace a pórové tlaky působí interaktivně a tudíž dovolují lépe se přiblížit přírodním procesům.

Vstupní parametry zemin použité ve výpočtech byly odvozeny z výsledků IG průzkumu

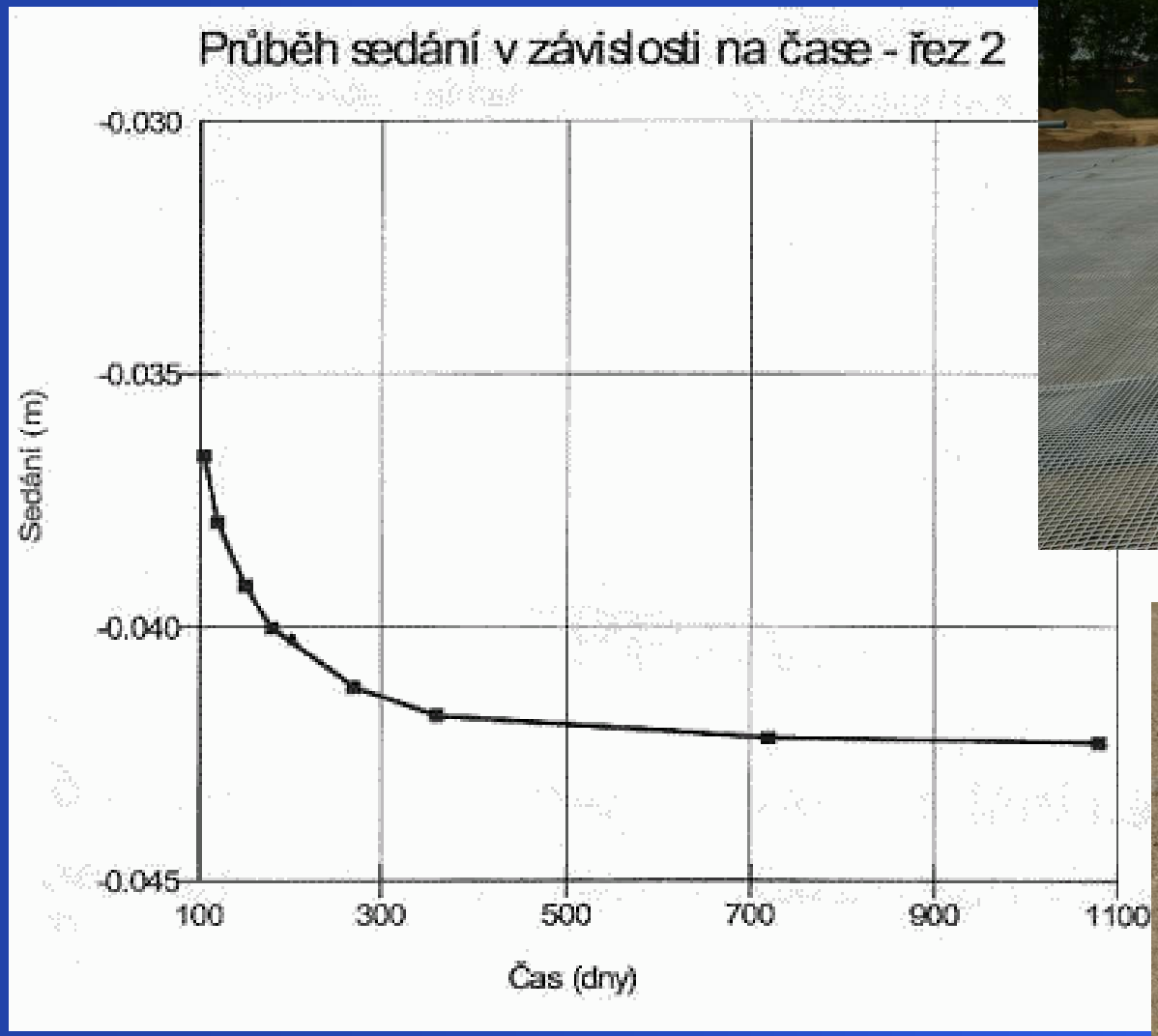
## výsledek matematického modelování:

Ve všech výpočtových profilech dojde během výstavby násypu k cca 50% celkovému sedání (cca 2,5 až 3,5cm). K dalšímu výraznému sedání (cca 1cm) dojde po zatížení násypu výstavbou objektu. Celková konsolidace proběhne do 1 roku a přírůstek deformací se po dokončení podlah pohybuje okolo 0,5cm.

Největší přírůstky pórových tlaků se těsně po výstavbě násypu objevují pod bází štěrků (cca 60kPa) a během konsolidace dojde k jejich úplnému rozptýlení.

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha



# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

# III. Rozložení zatížení zem.tělesa na rostlý terén

## Modernizace trati Olomouc – Štěpánov, 55.000 m$^2$

Z hlediska železničního spodku je současný stav traťového úseku nevyhovující.

Zájmové území je tvořeno štěrkovými terasami – říčního původu.

S ohledem na lokalitu, CHKO byla navržena technologie provádění sanačních vrstev bez snesení kolejového roštu strojem RPM 2002:

- zdvižení koleje i s pražci
- odstranění vrstvy 350 mm ostrohranného kameniva frakce 32 – 63 mm
- odstranění vrstvy 450 mm a následný transport kameniva 0 – 63 mm na meziskládku
- pokládka tkané PET geomříže 55/55
- zpětná pokládka přečištěného kameniva, zhutnění, položení kolejového roštu a následné podbití

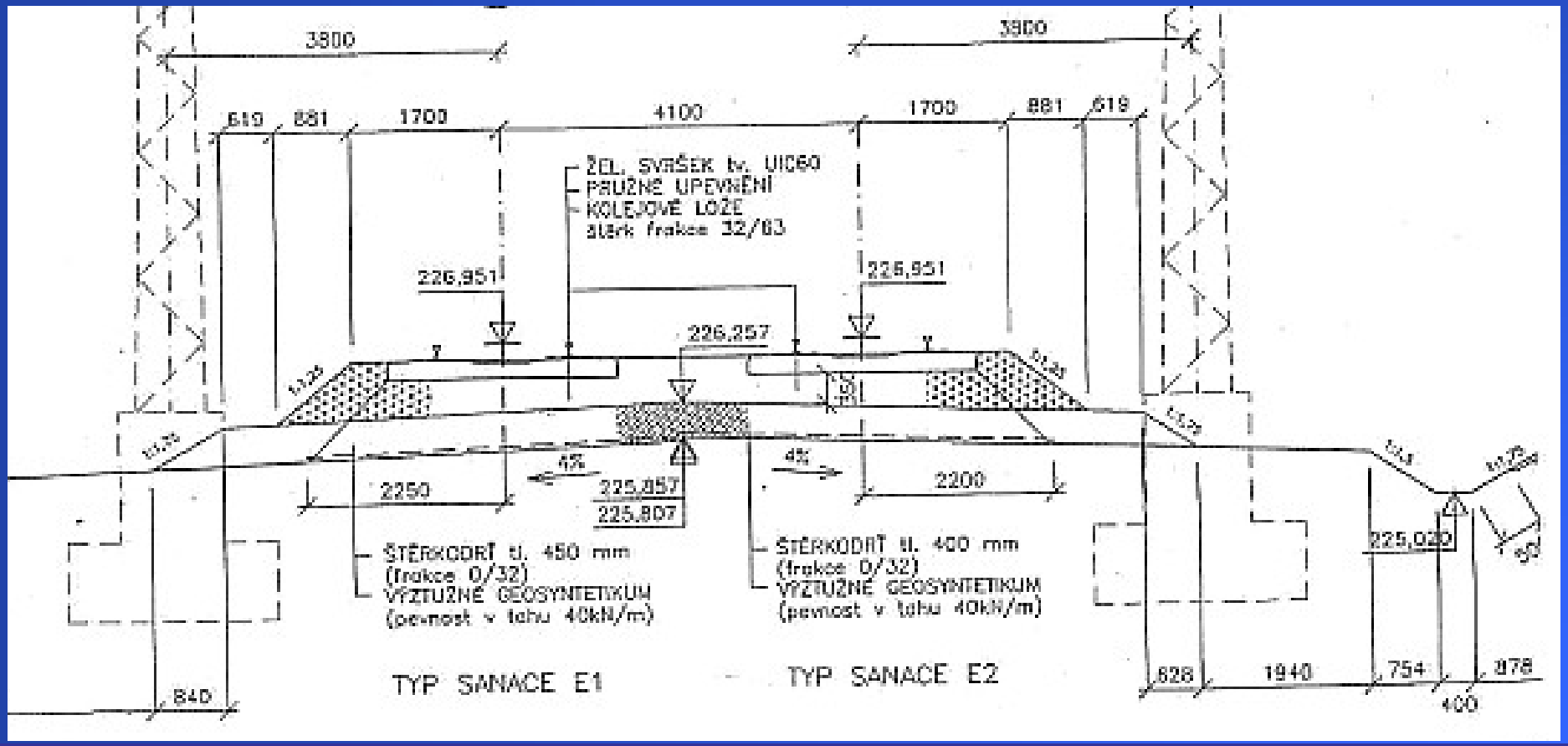
# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

Výztužné geomříže jsou navrženy výhradně k zajištění výztužných a zpevňujících vlastností zemního tělesa. Cílem je zajištění rovnoměrných poměrů sedání v zemním tělese a rovnoměrného rozložení zatížení zemního tělesa na rostlý terén.



# IV. Vyztužení zeminy ve strmé opěrné zdi

## Rozšíření atlet.stadionu - Jablonec n.N., 100.000 m²

V rámci úpravy atletického stadionu Střelnice v Jablonci nad Nisou na mezinárodní parametry bylo navrženo rozšíření plochy stadionu.

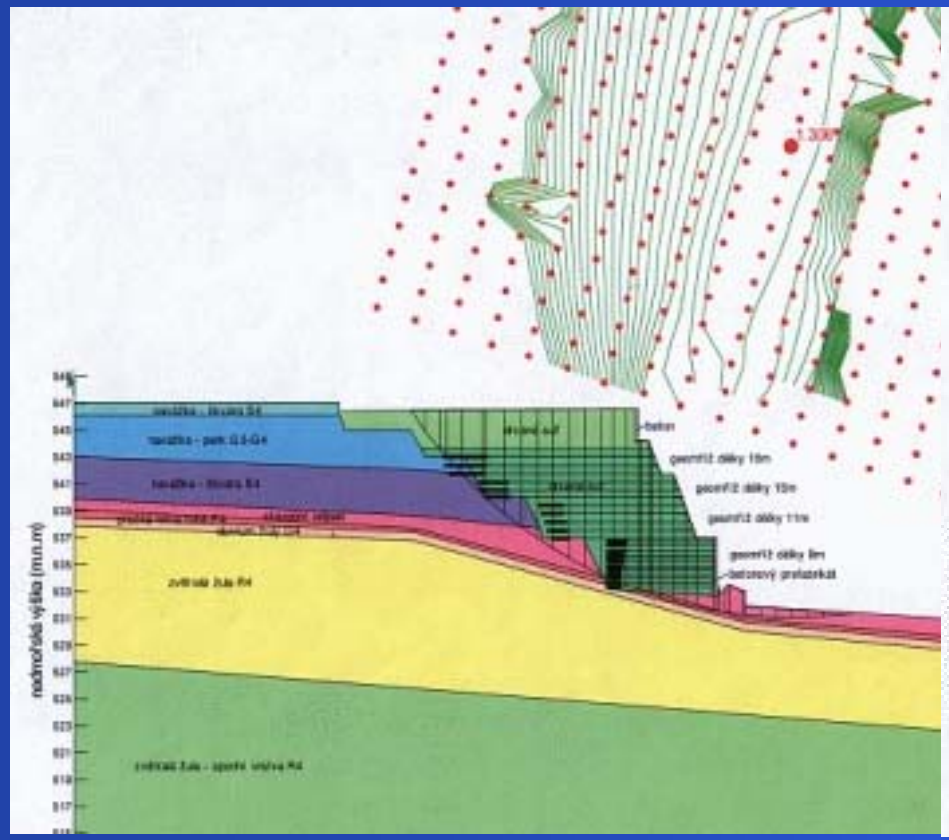
Projektová kancelář Vaner požádala SG-Geotechniku o posouzení návrhu: výpočet stability a vyztužení geomříží ve 3 vybraných profilech, o výpočet krátkodobé stability odkopu, sedání MKP a postup ukládání sypaniny s předepsanou mírou hutnění v etážích tělesa.

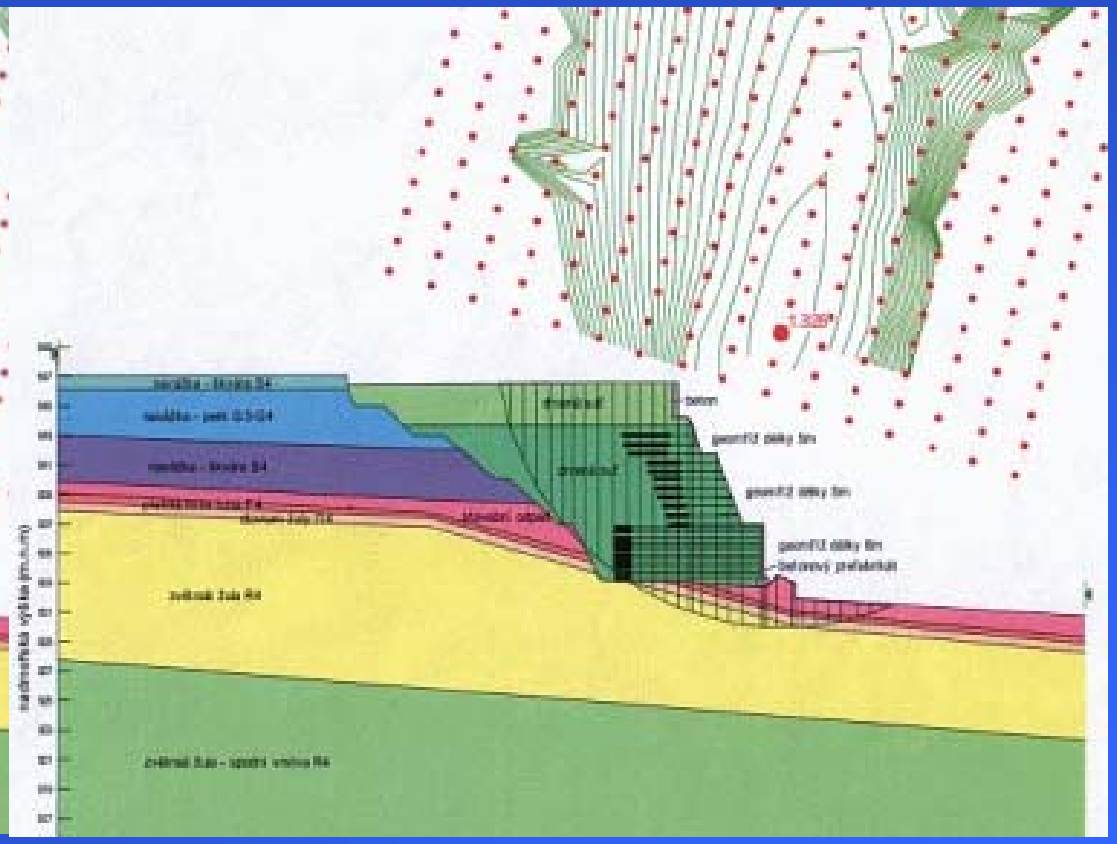
K rozšíření původní plochy stadionu bylo nutno **vyztužit svahy výšky 3 až 13,5m**. Těleso stadionu je tvořeno vrstvami vytěženého eluvia (perku) a rozložené škváry s příměsí cihel a stavebního odpadu. Podloží násypu je tvořeno svahovými písčitými hlínami, které jsou uloženy na žulovém eluviu přecházejícím v hloubce cca 2m do silně zvětralé žuly. Podzemní voda nebyla průzkumem zastižena. Zeminy tělesa násypu jsou propustné, součinitel filtrace lze uvažovat řádově 10-6 m/s.

- Pro výpočty - programový systém. Pro napětí deformační a konsolidační analýzy bylo použito současně 2 modulů.
- Bylo provedeno množství variantních návrhů, optimalizujících geometrii odkopu a délku geomříží.

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI
## 8. únor 2005, Praha

- Jako nejlepší řešení - **zvětšení odkopu**: získán větší objem zásypového materiálu s lepší smykovou pevností, zvýší se celková stabilita svahu. Pro novou geometrii odkopu bylo provedeno i posouzení krátkodobé stability.
- Vnitřní stabilita jednotlivých výztuží byla přepočítána programem ReSSA (Adama Engneering USA).





Během výstavby bylo potřeba dodržet následující podmínky:

- zbudování spodního bloku s opěrnou zdí z betonových prefabrikátů (v co nejkratší době po odtěžení původního materiálu)
- zbylá část svahu musela být dokončena během jedné stavební sezóny
- minimalizování infiltrace srážek do obnaženého svahu
- míra hutnění ve všech vrstvách min. 95%PS
- napojení geomříže na ocelové sítě min. 1m přesahem a kotvení ocelovými trny tvaru „U“ o délce 200mm
- Při výstavbě bylo osazeno několik extenzometrů pro kontrolní sledovaní celé konstrukce a naměřené hodnoty zatím splňují očekávané předpoklady.

Základová spára – drenážní vrstva ze štěrkodrti 32/63, spád 5%
Spodní část – betonové prefa lícovky, tkaná PET geomříž 200/50, 12 vrstev á 40cm, délka 8m
Střední část – facing ocel.mříží, tkaná geomříž 110/30, 6 vrstev á 60cm, délka 5m
Horní část - facing ocel.mříží, tkaná geomříž 80/30 + 50/30, 3+3 vrstvy á 60cm, délka 5m

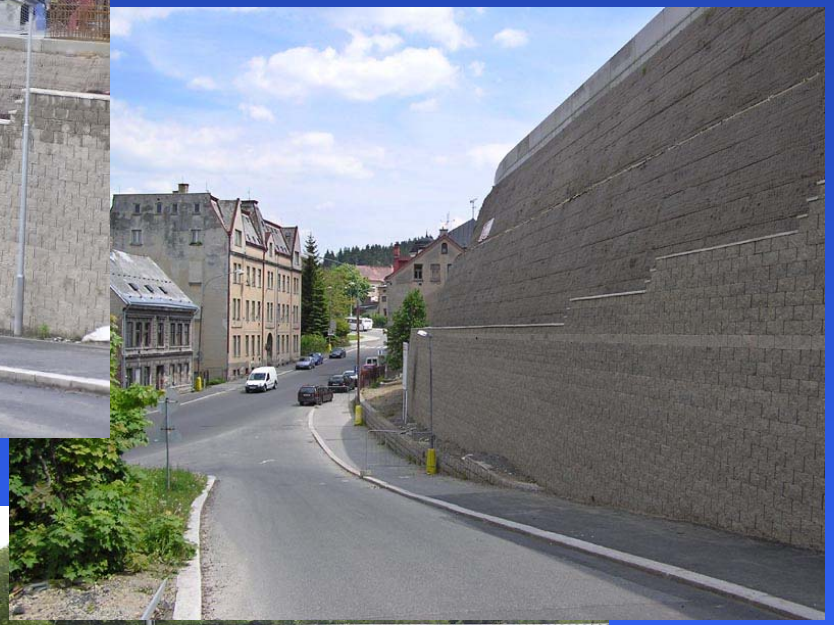
# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

**International Geosynthetics Society, Česká republika – www.igs.cz**

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha



**International Geosynthetics Society, Česká republika – www.igs.cz**

# V. Vyztužení žel. spodku tkanou PP geotextilií

## Modernizace trati Grygov-Olomouc, 11.500m$^2$

Současný stav tratě nevyhovující pro návrhové rychlosti; návrh v souladu s S4 – Železniční spodek; převažuje tzv.těžká sanace strojem AHM 800.

- sejmutí kolejového svršku
- položení štěrkové vrstvy až na zemní pláň
- zhutnění vibračními válci, vyrovnání 30 – 50 mm vrstvou prosívky (frakce 0–4) hutněné za vlhka (příčný sklon podloží byl z tohoto důvodu 4%)
- pokládka geotextilie **PP 60/60** (geotextilie napnutá, kotvená skobami na vyšší podélné straně (blíže k podélné ose kolejiště), zatížena po obou podélných stranách po cca 1m kamenivem, na příčném styku byl přesah 0,5 m a celý přesah byl kotven sponami)
- vrstva 200 – 300 mm štěrkodrtě frakce 0 – 32 mm s kontrolním měřením Edef,2 >30 MPa (sypána z vagonových výložníků z výšky cca 0,4 – 0,5 m z vedlejší koleje), vrstva cca 400 mm štěrkodrti frakce 32 – 64 mm
- finální pokládka svršku

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

# VI. Vyztužení dálničního tělesa

## Katowice – dálnice A4, cca 800.000 m$^2$

- Vyztužení násypů silničního tělesa místy až 10 m výšky
- Použita tkaná PET geotextilie 120/120, 100/100 a 80/80 v závislosti na umístění v násypu a výšce tělesa
- Technolgie typického výztužného polštáře se zpětným kotvicím zavinutím (wrap-around), vrstvy po 50 a 60 cm
- Dálniční těleso budováno jako stupňovité se sklonem cca 45-65°
- Celková délka trasy v násypu přes 4 km

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

Ukázka „zamykání" horního zavinutí pod následující vrstvu

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

Dálniční propustek

# VII. Geotextilie při zakládání pilotami

## Budování obchvatu Gniezna – RK č.15, 28.000 bm

**Zvýšení únosnosti zemní pláně při zakládání na mokřadech:**

- V projektu 3060 ražených ŠP pilot – typ displacement
- Tkaná PET geotextilie „geo-tube" vyrobena na kruhovém stavu, pevnostní typ 100/200
- Zaražení pažicí roury strojem ICE až na únosnou vrstvu
- Nařezání geo-tube dle hloubky, připevnění na násypku, výplň nedrcený štěrk
- Vibrace strojem ICE, vytažení roury
- Po zkušebním zatížení blokem 35t sednutí jen 14cm, v druhé fázi 2cm; výrazný „soudkovitý" opěrný efekt
- Piloty v rozteči 3m
- Po dokončení ražení pilot bude vybudován svah s komunikací, z důvodu stabilizace vybudování konsolidačního přísypu

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

Razicí stroje ICE

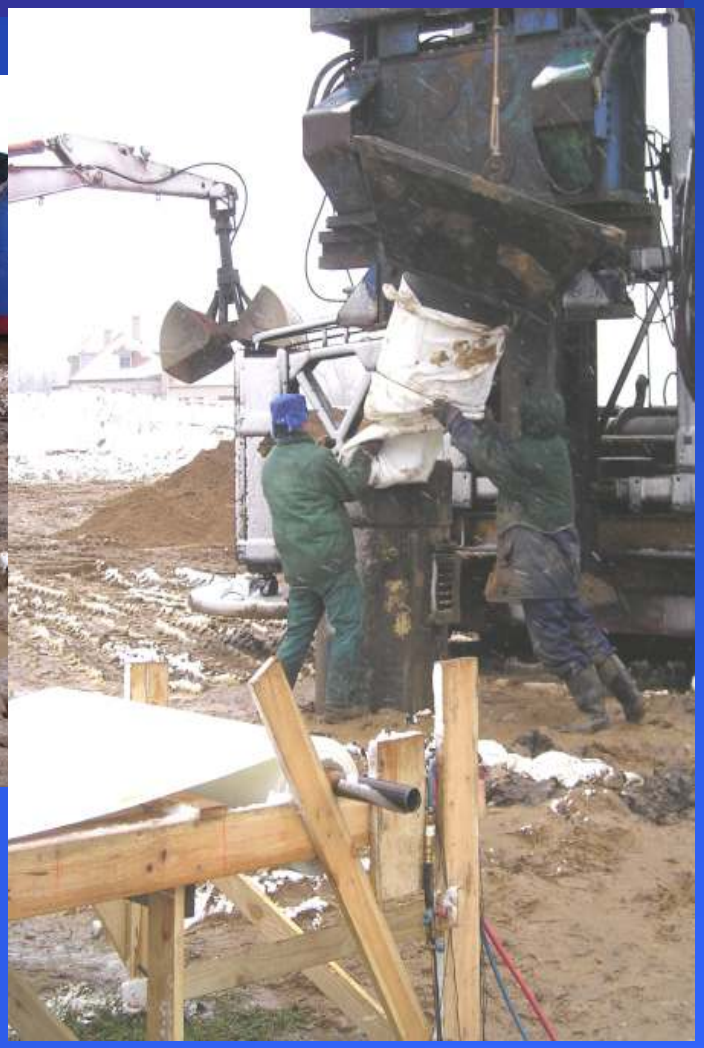
# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

Krácení geotextilie na požad. délku; kontrola polohy ICE

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha



Ražení piloty; instalace geo-tube na násypku a vpravení do pažicí roury

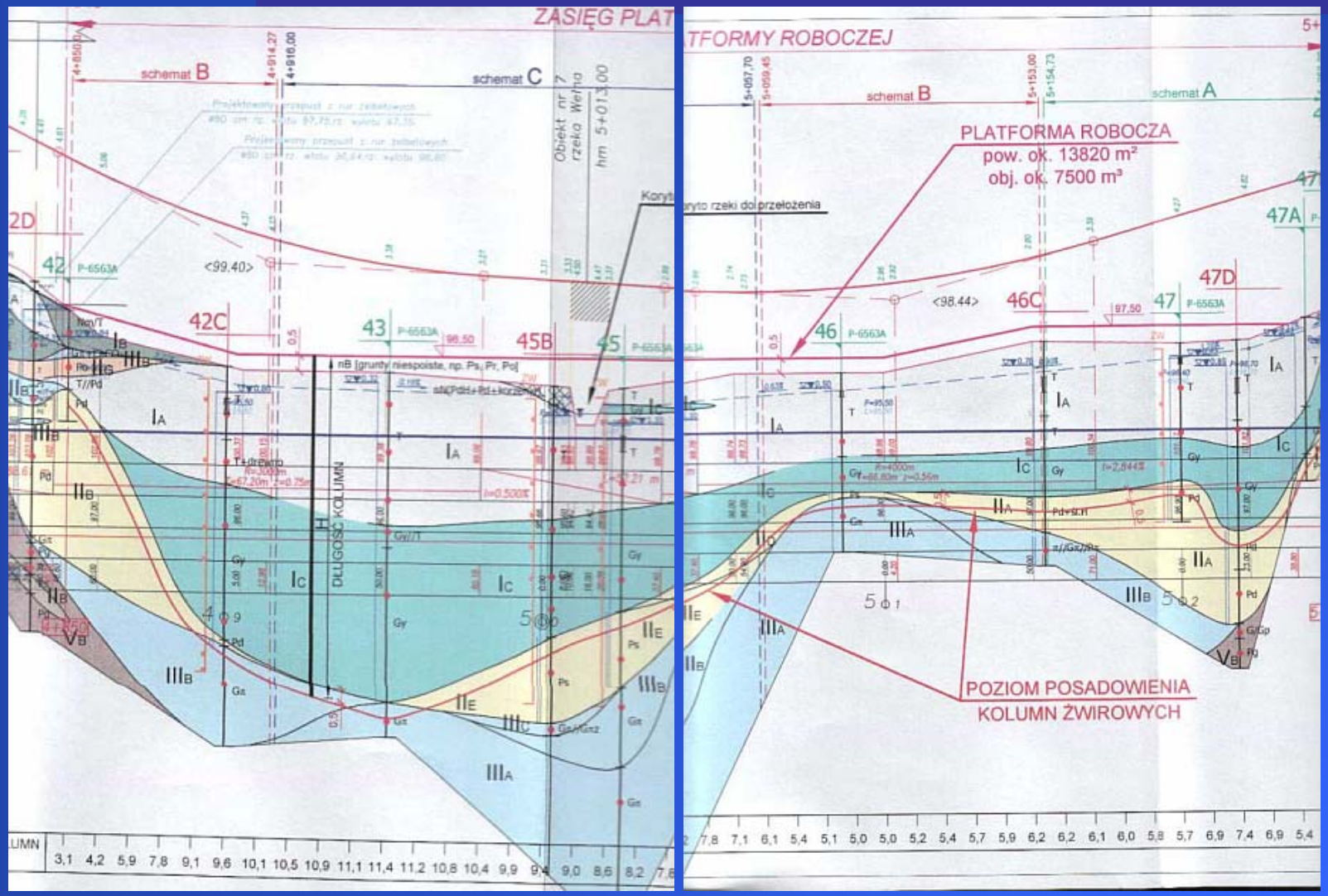
# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha

Zásyp nedrceným ŠP; vytažení pažicí roury; výsledek

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

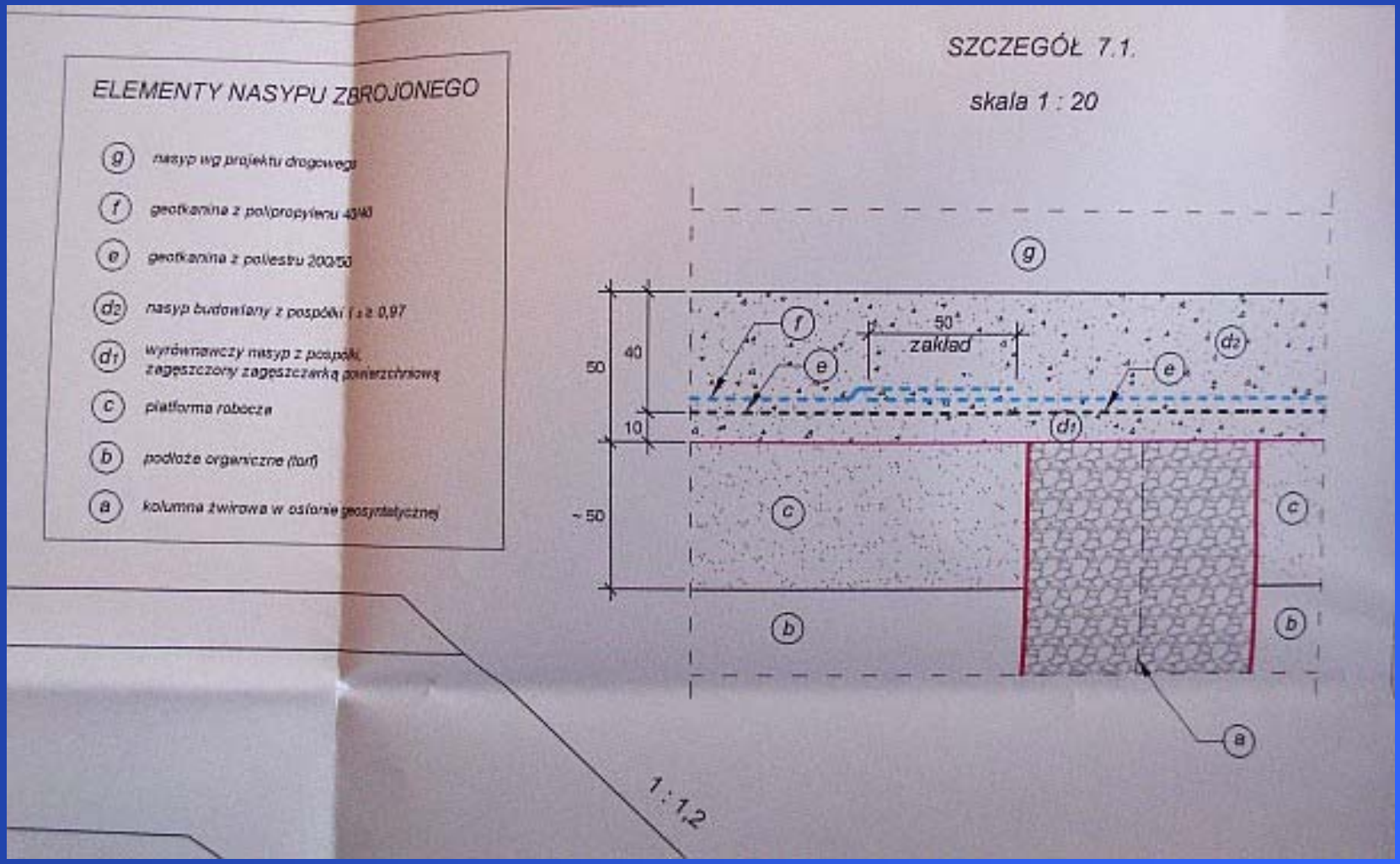
8. únor 2005, Praha




Část dokumentace – geolog.profil

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

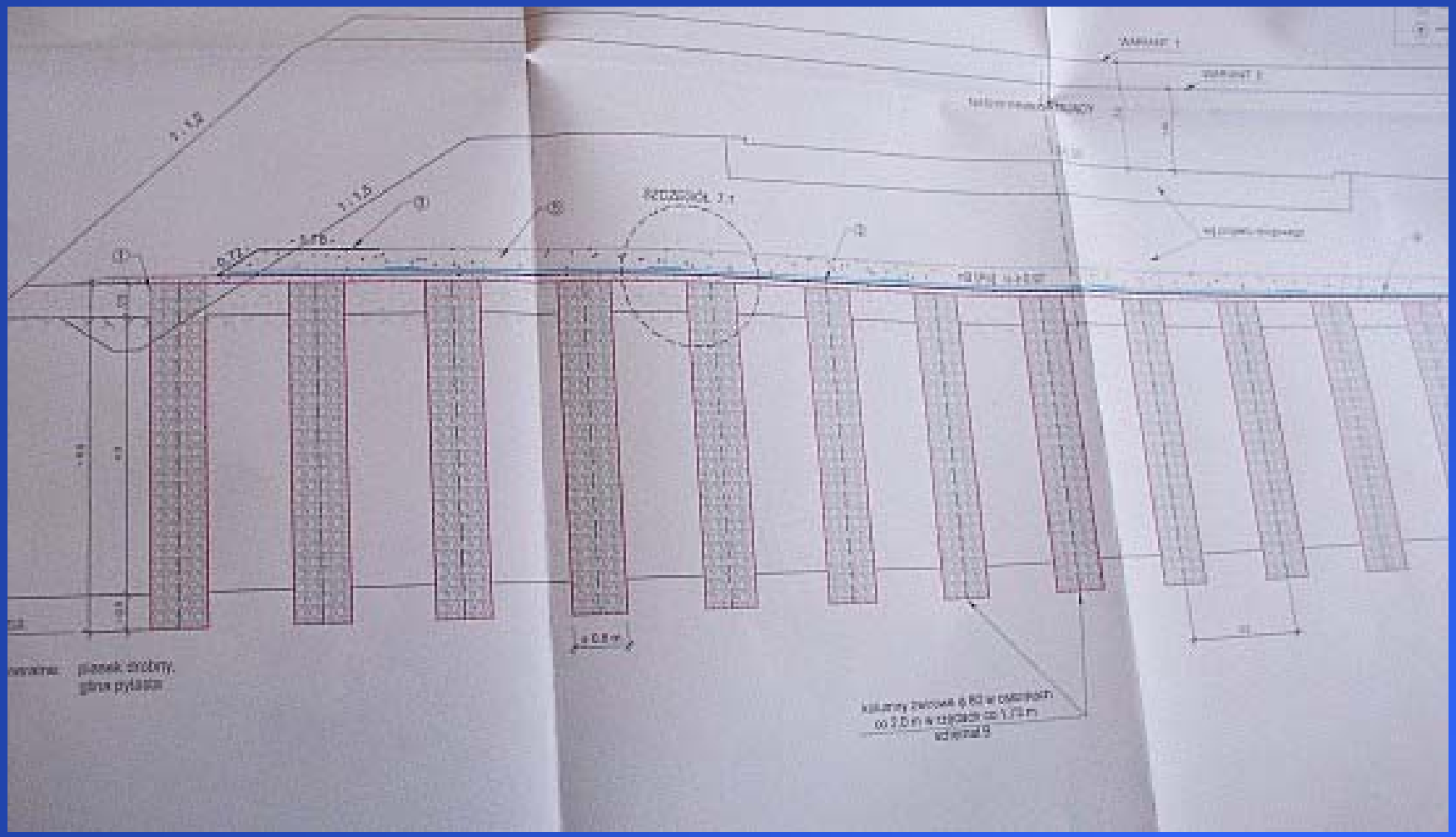
8. únor 2005, Praha




Část dokumentace – návrh překrytí zhlaví pilot

# GEOSYNTETIKA VE STAVEBNÍ PRAXI

8. únor 2005, Praha



Část dokumentace – jeden z příčných řezů