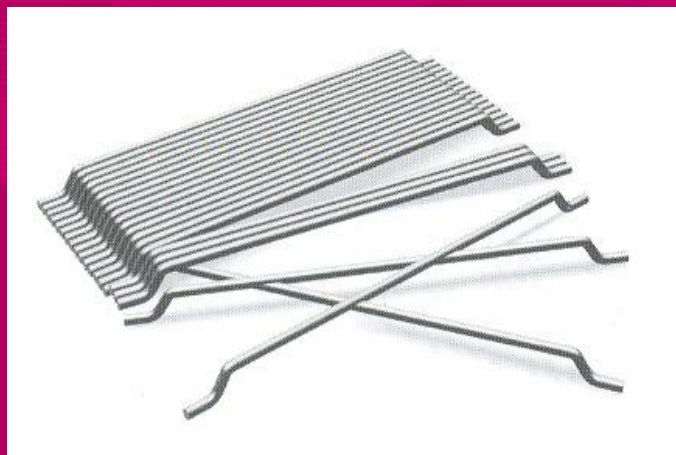


Ocel'ové vlákna Dramix®, výstuž do tunelových aplikací

*Juraj Dojčák
Bekaert Hlohovec a.s.*



$D = 0,5-1,05 \text{ mm}$

$L = 30 - 60 \text{ mm}$

$R_m = 800 - 2000 \text{ MPa}$

$L/D = 45, 65, 80$

C, Pozinkované, Antikoro



1. Popredné tunelové referencie

2. Sú to vaše tunelové alikácie ?

3. Bližšie k vám, bližšie kdekoľvek

4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti

5. Iné stavebné výstuže fy Bekaert

Pozitívne hodnotenia od stavebných lídrov tunelových stavieb



Popredné tunelové referencie už viac ako 40 rokov

Vystuženie vášho tunelového projektu

- Splnenie vašich technických špecifikácií s úsporou nákladov danej aplikácie (do 20-30% celkových nákladov)
- Istota časovo presného splnenia dodávok
- Dodržanie bezpečnosti práce so stabilnou kvalitou diela
- Využitie riešení “na mieru” pre špecifické projekty
- Výhody vyplývajúce z vysokej kapacity dodávok fy Bekaert
- Celosvetové spojenie a dostupnosť fy Bekaert



1. Popredné tunelové referencie
- 2. Sú to vaše tunelové alikácie ?**
3. Bližšie k vám, bližšie kdekoľvek
4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti
5. Iné stavebné výstuže fy Bekaert

Cestné tunely



Kvalita oceľových vlákien Dramix® bola odskúšaná v tunelových projektoch po celom svete v širokom rozsahu tunelových aplikácií.

Tunely podzemnej dráhy, metrá



Kvalita ocelových vláken Dramix® bola odskúšaná v tunelových projektoch po celom svete v širokom rozsahu tunelových aplikácií

Železničné tunely



Kvalita oceľových vlákien Dramix® bola odskúšaná v tunelových projektoch po celom svete v širokom rozsahu tunelových aplikácií

2. Je to váš typ podzemnej stavby?

Banské stavby



Kvalita oceľových vlákien Dramix® bola odskúšaná v tunelových projektoch po celom svete v širokom rozsahu tunelových aplikácií

2. Je to váš typ podzemnej stavby?

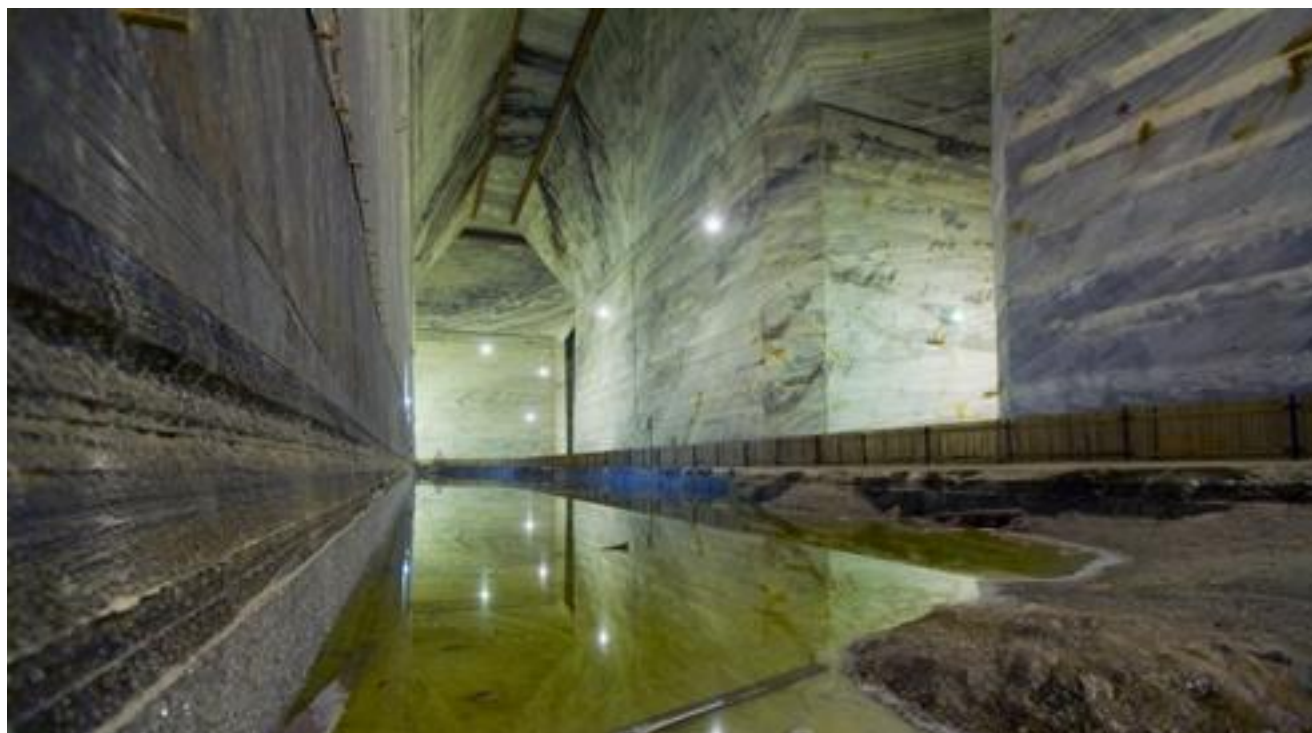
Galérie hydroelektrárni



Kvalita oceľových vlákien Dramix® bola odskúšaná v tunelových projektoch po celom svete v širokom rozsahu tunelových aplikácií

2. Je to váš typ podzemnej stavby?

Podzemné úpravovne vody



Kvalita oceľových vláken Dramix® bola odskúšaná v tunelových projektoch po celom svete v širokom rozsahu tunelových aplikácií

Vysokokvalitné vystužovanie v dokonalom obchodnom vzťahu



“Fa Bekaert s nami veľmi úzko spolupracovala, takže nám mohla ponúknuť najekonomickejší technický návrh kombinovaný s najvyššou možnou výkonnosťou vystuženého betónu.”

Hadyn Davies

Client Manager Tunnels
High Speed 1, LCR, London

Vysokokvalitné vystužovanie v dokonalom obchodnom vzťahu



Hadyn Davies

Client Manager Tunnels

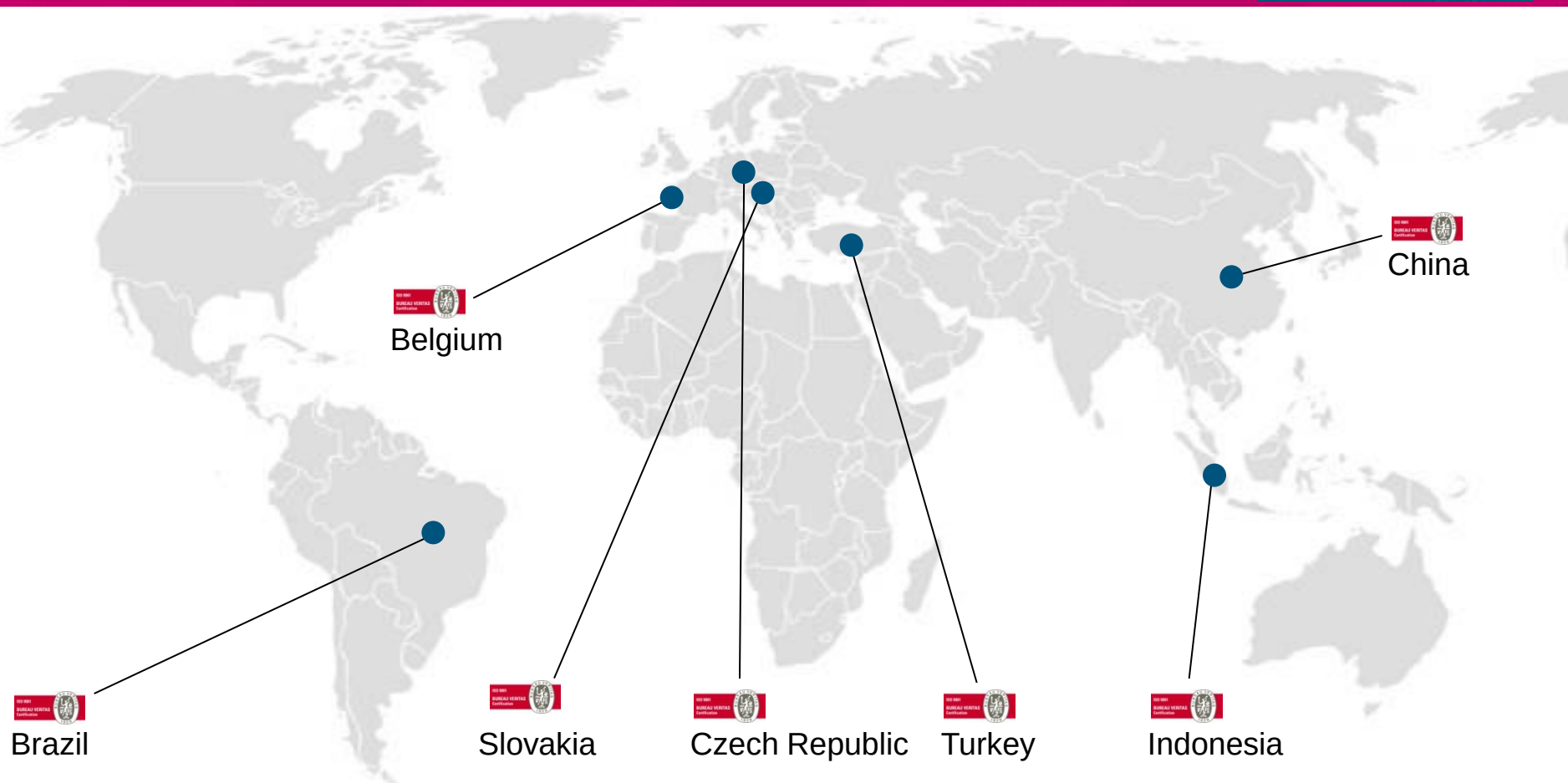
High Speed 1, LCR, London



2. Je to váš typ podzemnej stavby?

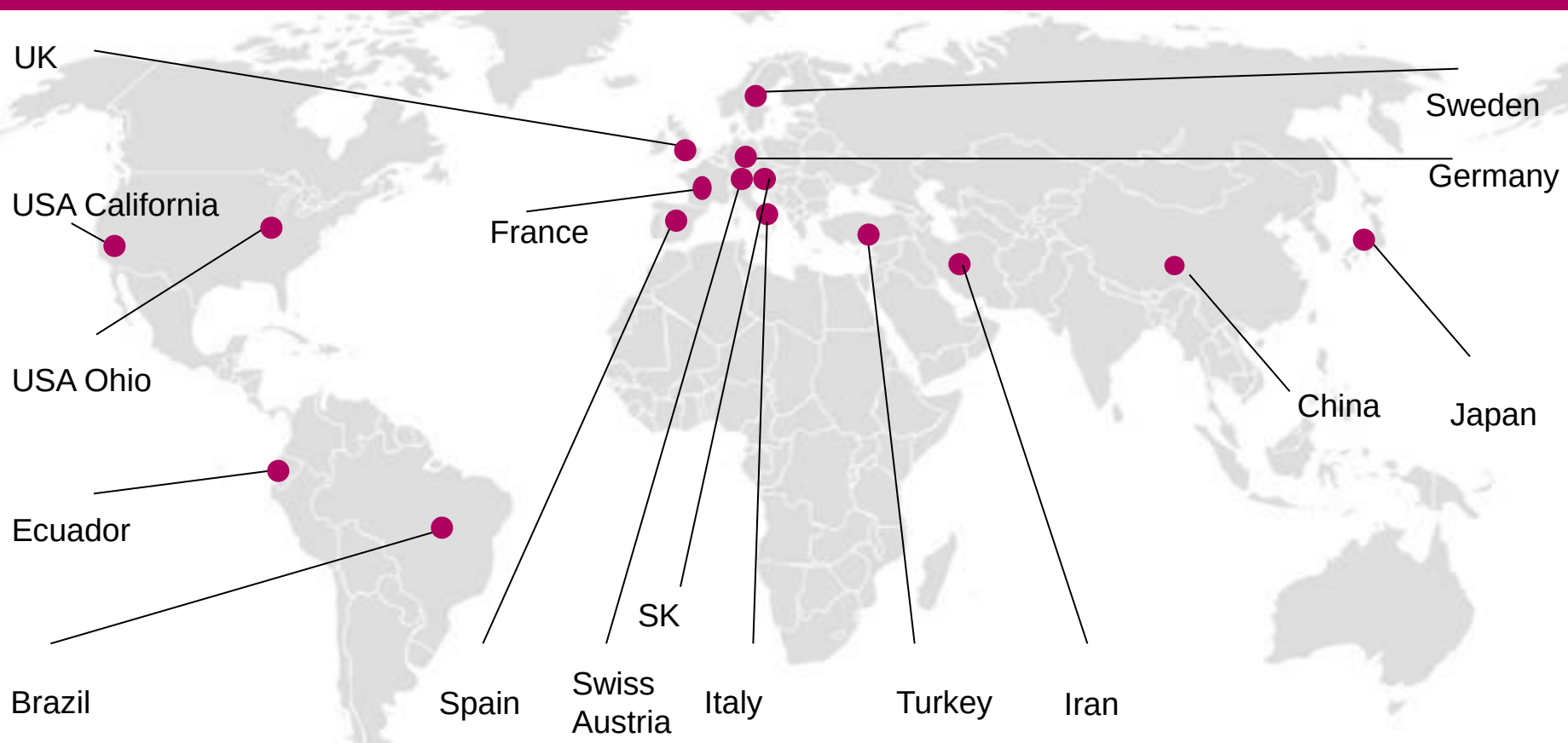
1. Popredné tunelové referencie
2. Sú to vaše tunelové alikácie ?
- 3. Bližšie k vám, bližšie kdekoľvek**
4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti
5. Iné stavebné výstuže fy Bekaert

Bližšie k vám, bližšie kdekoľvek



Bližšie k vám, bližšie kdekoľvek

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



Striekaný betón – primárne ostenie Švédsko: tunel Göta



Shotcreting in the Götatunnel

- Duomix® M6 pre požiaru odolnosť
- Najnižšie možné dávkovanie RC-65/35-BN pre zabezpečenie požiadaviek EN normy

Typ vlákna:
RC-65/35-BN+ Duomix
M6

Hrúbka:
rozdielna podľa tried

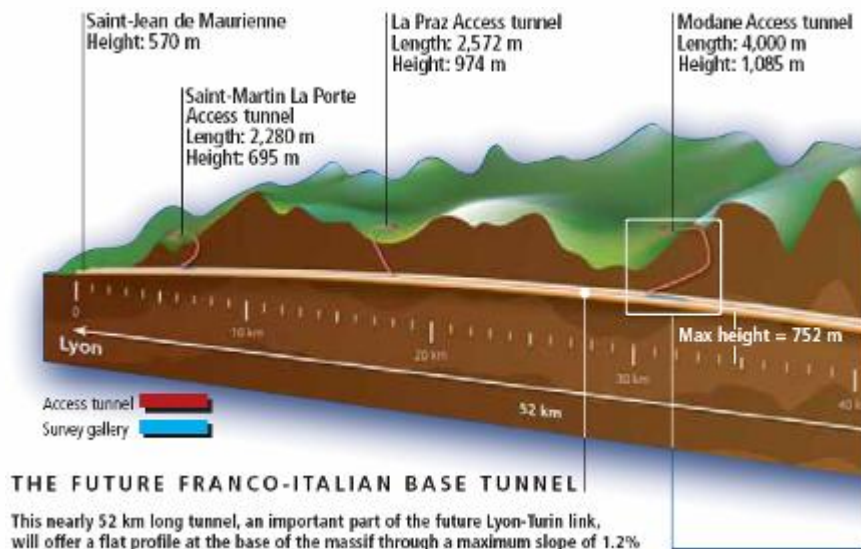
Rok:
2000-2006

Krajina:
Švédsko

Rozsah projektu:
cca 4 km: > 1000 t

Betón:
Podľa tried a špecifikácií
investora

Francúzsko: Vysokorýchlostná železničná trať Lyon-Turín



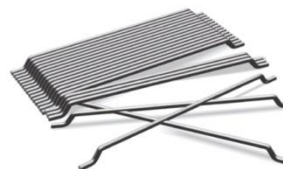
Dramix® RC65/35BN
(mokrú cestu)

Rozsah projektu:
dĺžka 52 km

Krajina:
Francúzsko

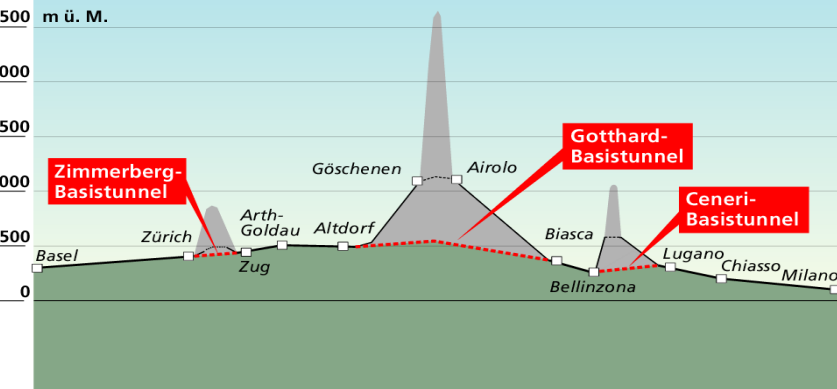
Kvalitatívne kritérium:
> 700 J v súlade s EN
normou

Betón:
C30/37



Švajčiarsko: Tunel Gotthard

Die Flachbahn



Gotthard base tunnel, lot 360



About the Gotthard base tunnel - lot 360:

- **Project:** 2 x 8 km single tube rail tunnel
 - Shotcrete Dramix® RC-65/35-BN
 - Fire protection: Duomix® M6 Fire
- **Production:** Underground batching plant
 - logistic cooperation with Holcim
- **Date of construction:** December 2001 - End 2009
- **Location:** Sedrun - Oberalppass (Swiss)
- **Contractor:** ARGE TRANSPICO - Sedrun
- **Investor:** Alp Transit Gotthard AG

NEW DRAMIX PROJECT: Monte Ceneri (2 x 13 km)

www.bekaert.com/building



Striekaný betón – primárne ostenie

Irán: Siah Bishe Pumped Storage Project

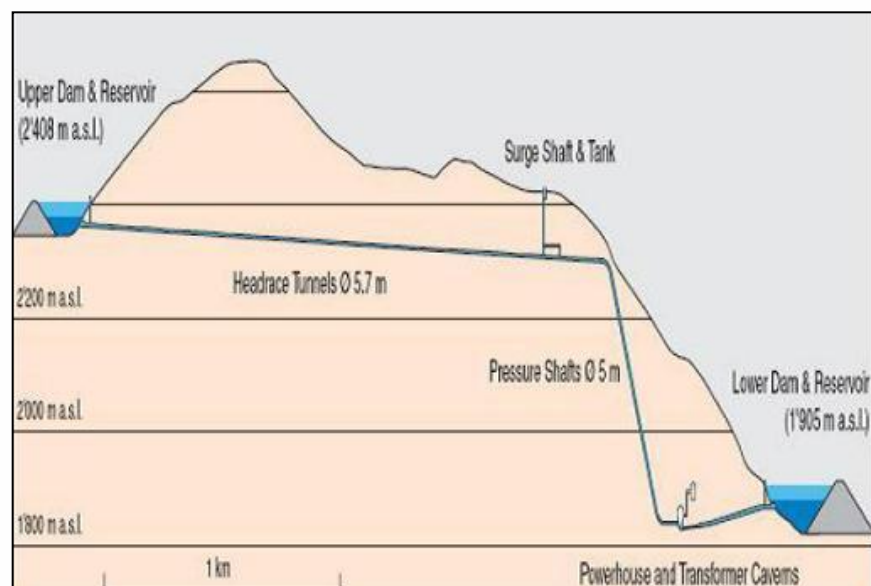


Schéma tunela Siah Bishe Pumped Storage Project

- Duomix® aplikovaný v primárnom ostení v prírodných tuneloch
- V hlavných tuneloch, aj s väčším sklonom použitie vlákien Dramix®



Pohľad z portálovej časti tunela

Typ vlákna:
RC-65/35-BN

Hrúbka:
10-15 cm

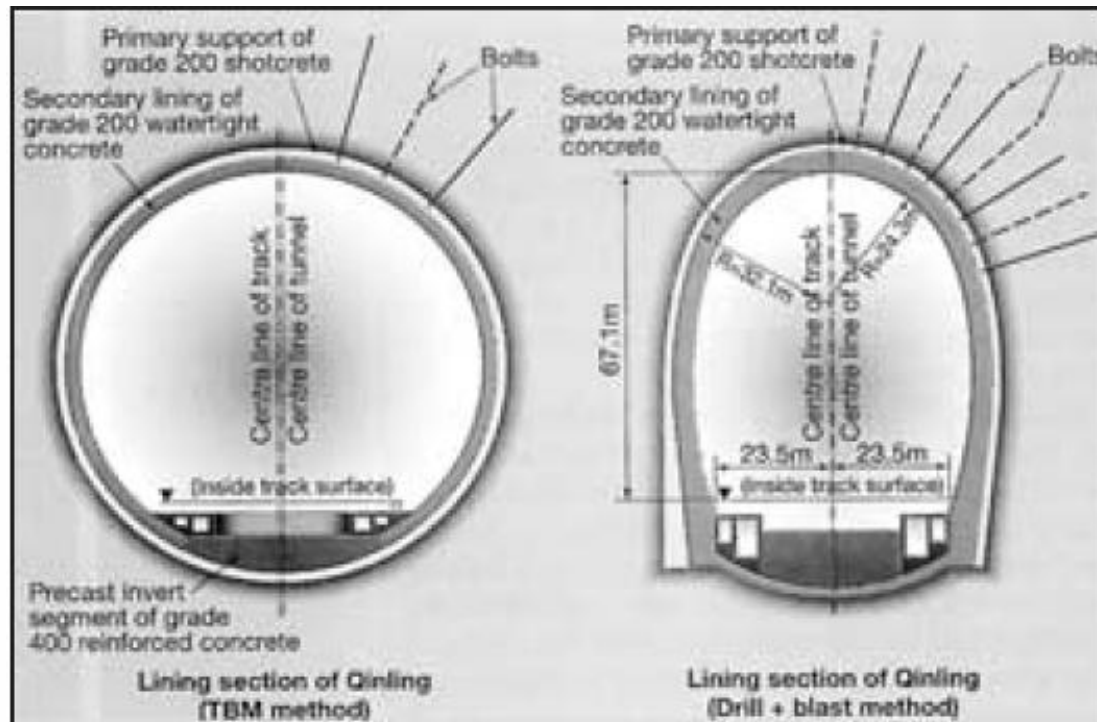
Rok:
2006

Krajina:
Irán

Rozsah projektu:
dĺžka 4500 m

Betón:
C30/37

Čína: Qinling Tunel zahŕňa skoro paralelné 2 tunelové rúry



Výrub východnej rúry bol realizovaný dvoma TBM zariadeniami.

SFRS s Dramix® ZP305

Hrúbka
200 mm

Betón:
C25/30

Rozsah projektu:
dĺžka 16,7 km

Striekaný betón – primárne ostenie Španielsko: Tunel Ave Cártama



Vysokorýchlostný železničný tunel



- Skrátenie času realizácie
- Zvýšenie bezpečnosti pri vystužovaní primárneho ostenia

Typ vlákna:
RL-45/35-BN

Hrúbka:
15 cm

Rok:
2002-2003

Krajina:
Španielsko

Rozsah projektu:
dĺžka 2424 m

Betón:
C30/37

Striekaný betón - primárne ostenie

Turecko: Uzundere-1 Hepp



- Prvá vrstva ostenia: 7 cm SFRS + kotvy
- Druhá vrstva ostenia: 13 cm SFRS
- Čas realizácie skrátený o 20%



Tunnel excavation by crusher

A view of tunnel section

Typ vlákna:
RC-65/35-BN

Hrúbka:
7 cm + 13 cm

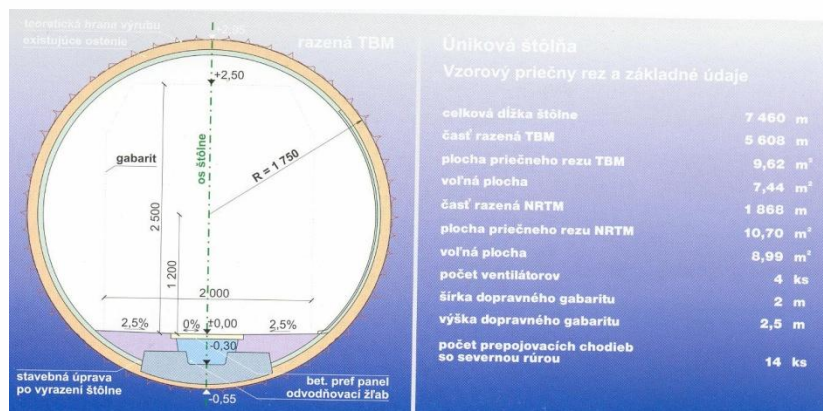
Rok:
2009

Krajina:
Turecko

Aplikácia:
primárne ostenie

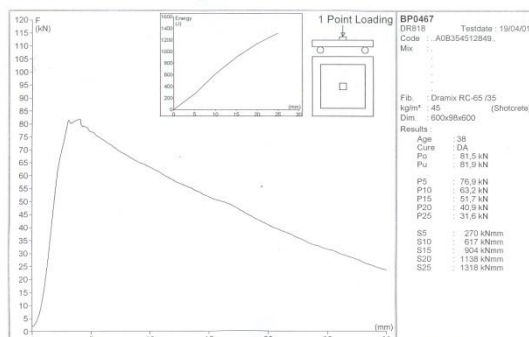
Rozsah projektu:
dĺžka 5400 m

Slovensko: Prieskumná štôľňa Višňové Martin striekaný betón, prefabrikované dnové segmenty



SFRS, RC 65/35 BN, $E = 1000 \text{ J}$

SFRC – dnové segmenty, $L/D = 65$



Sekundárne ostenie Taliansko: Craviale - Turina



- Kombinovaná výstuž
- Skrátenie času realizácie



Pinerolo tunel

Typ vlákna:
ZP 309

Rok:
2006

Krajina:
Taliansko

Rozsah projektu:
Dĺžka 1700 m

Sekundárne ostenie

Japonsko: Kakegawa No 1 – Dvojrúrový cestný tunel



- hrúbka 500 mm
- betonáž na stavbe s použitím oceľových vlákien
- Priemer tunela 15m

Typ vlákna:
RC-65/60-BN

Rok:
2001

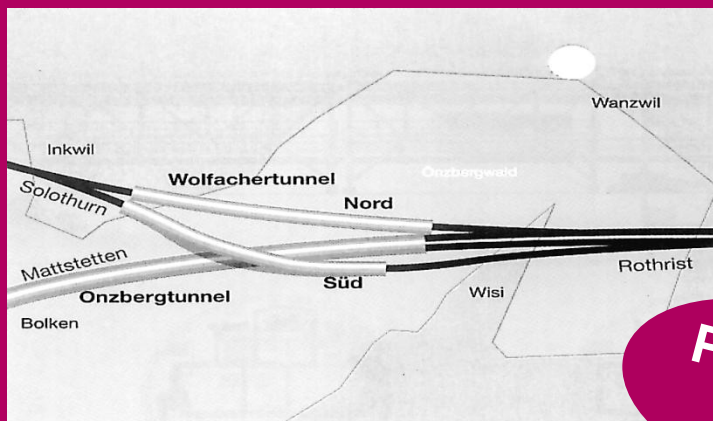
Krajina:
Japonsko

Rozsah projektu:
dĺžka tunela
541 + 656 m

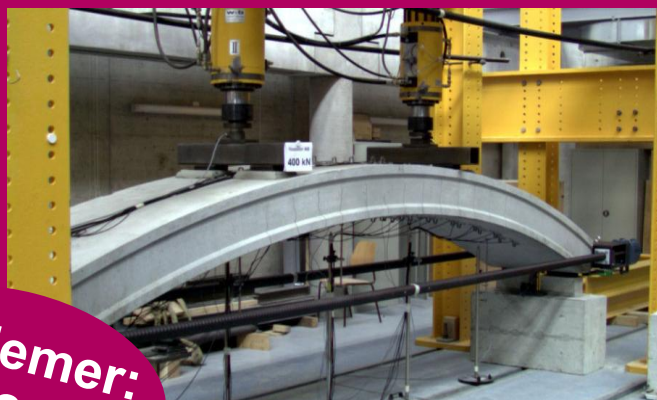
Priemer tunela:
15 m

Betón:
C25/30 MPa

Prefabrikované tunelové segmenty Švajčiarsko: Železničný tunel Oenzberg Bahn 2000



**Priemer:
12 m**



Flexural test

Typ vlákna SFRC:
RC 65/60 BN
Výstuž:
Oceľ.vlákná + prúťová výstuž
Betón C35/45
Rok: 2001-2004
Rozsah projektu:
3160 m : > 400 t



CRACK PROCESS SFRC.under a load 2×350 kN.

Typ vlákna SFRS:
RC 65/35 BN
Betón C30/37
Rok: 2001-2004
Rozsah projektu 3160 m:
>900 t

Prefabrikované tunelové segmenty USA: Big Walnut Sewer Project



Typ vlákna:
RC-80/60-BN

Krajina:
USA (Ohio)

**Priemer:
3,4 m**

- Vysoká rázová odolnosť
- Bez poškodzovania hrán, rohov
- Zníženie nákladov na realizáciu (materiál, čas)



Prefabrikované tunelové segmenty

UK: CTRL (channel tunnel rail link)



**Priemer:
7,15 m**



- Požiadavka investora: dimenzovaná životnosť 120 rokov
- Požiarna odolnosť s PP vláknami Duomix®
- Zvýšenie kvality: bez poškodzovania počas výroby

Typ vlákna:
RC-80/60-BN

Hrúbka:
35 cm

Rok:
2003-2004

Krajina:
UK

Rozsah projektu:
Dĺžka 40 km

Prefabrikované tunelové segmenty

UK: Heathrow Airport T5

Vysokopevnostný betón 90 MPa
Vysokopevnostné ocelové vlákna
RC-80/60-BP

➔ Dramix s vysokým uhlíkom



Eastbound Running Tunnel Heathrow Express Extension



Výroba segmentov v
Morgan EST factory
Ridham Dock in Kent

Typ vlákna:
RC-80/60-BP

Hrúbka:
15cm & 18 cm

Rok:
2003-2004

Krajina:
UK

Rozsah projektu:
dĺžka >7km

Betón:
>90MPa

Prefabrikované tunelové segmenty

Nemecko: Tunel Hofoldinginger



**Priemer:
3,3 m**

- 6 segmentov
- len oceľové vlákna
- výrazne znížené poškodzovanie segmentov počas výroby, skladovania a zabudovania

Typ vlákna:
RC-65/60-BN

Hrúbka:
180 mm

Rok:
2004

Krajina:
Nemecko

Rozsah projektu:
dĺžka: 17,500 m

Betón:
C35/45

Prefabrikované tunelové segmenty

Ekvádor: Hydraulic Tunnel Esperanza



**Priemer:
4,0 m**

Typ vlákna:
RC-80/60-BN

Hrúbka:
20 mm

Krajina:
Ekvádor

Betón:
C30/37

Rozsah projektu:
15500 m

- Húževnatosť betónu s vláknami: $Re,3 = 68\%$

Prefabrikované tunelové segmenty Brazília: Metro Sao Paulo



**Priemer:
8,43 m**

Typ vlákna:
RC-80/60-BN

Krajina:
Brazília

Betón:
C40/50

Prefabrikované tunelové segmenty USA: San Vicente vodný tunel



**Priemer:
4 m**

Požiadavky investora:

- Limitovaná veľkosť výroby na stavbe
- Bez priesakov



Typ vlákna:
RC-80/60-BN

Hrúbka:
177 mm

Rok:
2006

Krajina:
USA (California)

Rozsah projektu:
dĺžka 17,7 km

Banské stavby

Rakúsko: Wolfrámové bane / primárne ostenie



Typ vlákna:
RC-65/35-BN

Rok:
2008

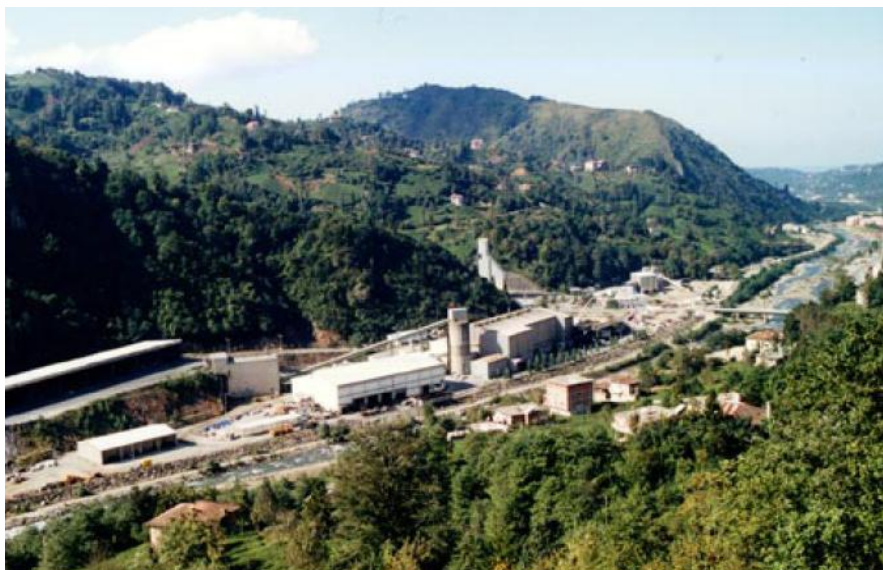
Krajina:
Rakúsko

Betón
C30/37

- Dramix® ako dočasné ostenie spĺňajúce bezpečnostné požiadavky

Banské stavby

Turecko: Bane na med' Cayeli / primárne ostenie



Ground support

Typ vlákna:
RC-65/35-BN

Hrúbka:
10 cm

Rok:
1997-2009

Krajina:
Turecko

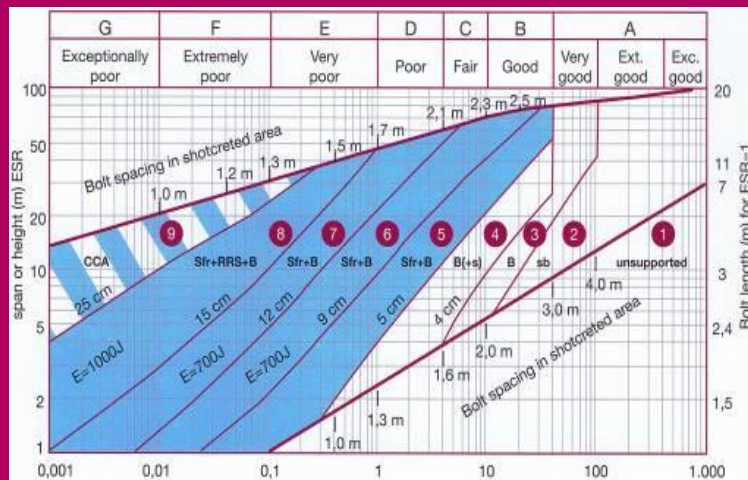
Betón:
C30/37

- Dramix® využitý na dočasné ostenie hlavných tunelov, inšpekčných a dopravných šácht

1. Popredné tunelové referencie
2. Sú to vaše tunelové alikácie ?
3. Bližšie k vám, bližšie kdekoľvek
- 4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti**
5. Iné stavebné výstuže fy Bekaert

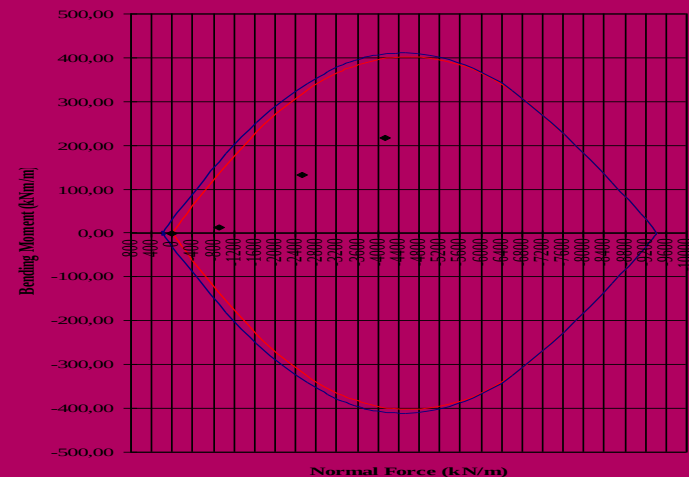
Podpora fy BEKAERT pre statickom výpočte a technickom návrhu riešenia (príklady)

Prístup Q-systém pre primárne ostenie:



Dimenzačný M-N diagram pre TBM segmenty

Eurocode ENV 1992-1-1



4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti

Ekonomické a kvalitné finálne produkty



Pri optimalizácii receptúry betónu zohľadňuje Bekaert všetky záväzné EN normy (platné už aj v SR) ako aj špecifické zaťažujúce požiadavky vášho projektu tunela. To vyústi do optimalizácie množstva oceľových vlákien DRAMIX nastaveného na podmienky vášho projektu, čo garantuje najekonomickejšie a kvalitatívne najoptimálnejšie finálne riešenie.

4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti

Kontrola kvality

Oceľové vlákna Dramix® sú podrobované viacerým **kontrolám kvality** (vo všetkých výrobných závodoch) v súlade s medzinárodnými normami , vrátane ISO 9001 a ISO 14001.



ISO 9001

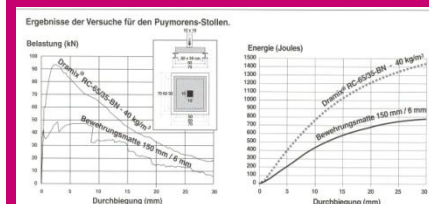
BUREAU VERITAS
Certification



Laboratóriá fy Bekaert



Na vrchole kontroly kvality ocelových vláken sú realizované popri skúškach v krajine realizovaného projektu v **laboratóriách fy BEKAERT** povinné a normami predpísané kompletne skúšky betónu s ocelovými vláknami pre danú aplikáciu.



4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti

Podpora na stavbe



Vďaka celosvetovým aktivitám ponúka spoločnosť Bekaert **podporu a poradenstvo na stavbe** kdekoľvek na svete.

Bekaert zároveň ponúka svojim partnerom špecializované dávkovacie zariadenie výstuže umožňujúce dodávateľom skrátiť čas realizácie a pracovať s najväčšou presnosťou pri dávkovaní výstuže.



Globálna odborná podpora



Globálni experti fy Bekaert zastrešujú dlhoročné skúsenosti s technológiou oceľových vlákien pri výstavbe tunelových stavieb v Európe a vo svete. Ich aktivity sú zamerané aj na poznatky najaktuálnejšieho vývoja v tejto oblasti, pričom tieto informácie sú pravidelne publikované a analyzované so širokou spoločnosťou tunelových odborníkov.

4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti

Dramix pre tunelové prvky

Globálne riešenie:

- Ľahké používanie
- Časová úspora
- Výrazná úspora celkových nákladov
- Zvýšenie životnosti



1. Popredné tunelové referencie
2. Sú to vaše tunelové alikácie ?
3. Bližšie k vám, bližšie kdekoľvek
4. Výhody z kompletného servisu našej spoločnosti
- 5. Iné stavebné výstuže fy Bekaert**

Iné stavebné výstuže fy BEKAERT pre tunelové aplikácie



Požiarna odolnosť



Zmrašťovanie a
výstuž dočasného
ostenia



Podporný systém pre
protipožiarnu ochranu



Výstuž podkladných
vrstiev prípadne
vozoviek

All mentioned trademarks are registered trademarks owned by NV Bekaert

better together

juraj.dojcak@bekaert.com

www.bekaert.com/building