

Inženýrskogeologický průzkum s názvem – Zvýšení bezpečnosti na přejezdu P6311 v km 12,993 na trati Tábor-Bechyně



2021

Projekce iGEO s.r.o.

Nám. 28. října 1899/11, 602 00 Brno Černá Pole

IČ: 061 90 499, DIČ: CZ061 90 499

tel.: 608022443

web: www.igeo.cz

e-mail: ivan.poul@igeo.cz

Geotechnika, statika, inženýrská a stavební geologie, hydrogeologie

Název zakázky: Inženýrskogeologický průzkum železnice na přejezdu P6311 v km 12,993 na trati Tábor - Bechyně

Číslo zakázky: 004-2021

Objednatel: SAGASTA s.r.o., Novodvorská 1010/14, 142 00 Praha 4

Inženýrskogeologický průzkum s názvem – Zvýšení bezpečnosti na přejezdu P6311 v km 12,993 na trati Tábor-Bechyně



Zodpovědný řešitel: RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.

Brno, únor 2021

Obsah

1. Úvod	1
2. Přírodní poměry	2
3. Provedené průzkumné práce	2
4. Výsledky průzkumu	3
4.1 Pražcové podloží přechodu na úrovňový železniční přejezd	3
4.2 Podzemní voda	4
4.3 Hydraulické parametry zemin	4
4.4 Laboratorní výsledky	5
4.5 Ukládání odpadů na skládku	5
4.6 Vstupní údaje pro návrh konstrukce pražcového podloží	5
5. Závěr a doporučení	6

Přílohy:

1. Situace s vyznačením umístění sond
2. Penetrační sondy DPM a jejich vyhodnocení
3. Dokumentace kopaných sond
4. Statické zatěžovací zkoušky
5. Laboratorní analýzy zemin
6. Výluhové zkoušky
7. Fotodokumentace

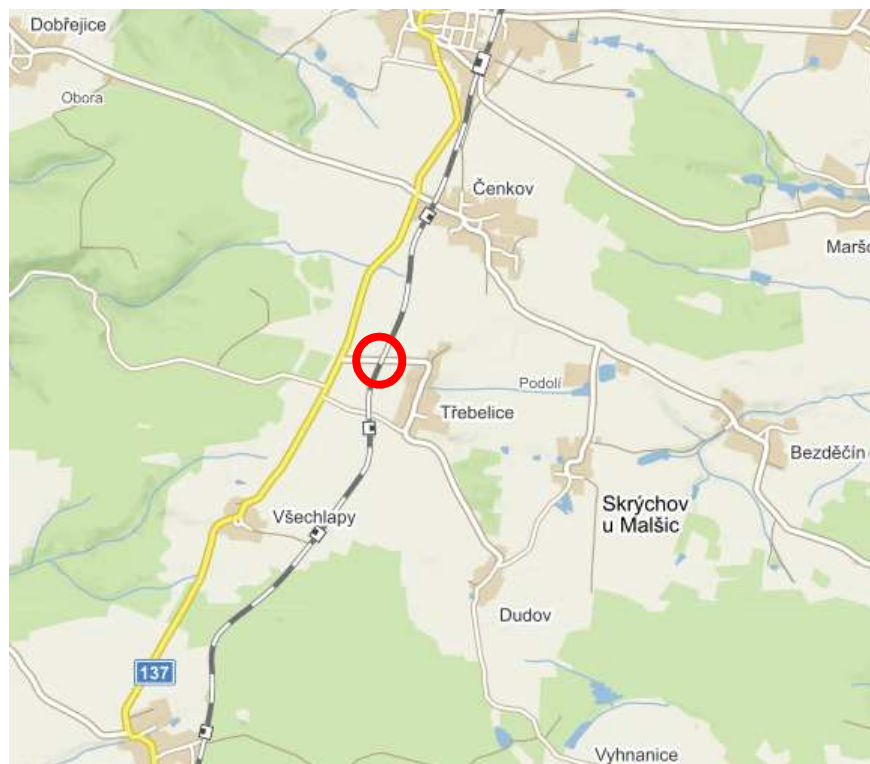
Rozdělovník:

1-3 a digitálně	SAGASTA s.r.o.
Digitálně	Projekce iGEO s.r.o.

1. Úvod

Na základě smlouvy o dílo uzavřené mezi Projekce iGEO s.r.o a SAGASTA s.r.o. byl dne 08. 02. 2021 proveden inženýrskogeologický průzkum na přejezdu P6311 v km 12,993 na trati Tábor – Bechyně. Cílem bylo poskytnout informace o složení, stavu a únosnosti konstrukčních vrstev tělesa železničního spodku v místech přechodu na úrovněvý železniční přejezd v uvedeném úseku v km 12,993 (situace vč. km viz příloha 1). Na lokalitě byly realizovány 2 sondy střední dynamické penetrace, 2 kopané sondy a 2 statické zatěžovací zkoušky.

Situace širšího okolí je znázorněna na následujícím obr. 1.



Obr. 1: Mapa širšího okolí, železniční přejezd je vyznačen červenou kružnicí, upraveno z <https://geoportal.gov.cz/>.

Použité normy, předpisy a zdroje:

BS 1377-7:1990. Methods of test for soils for civil engineering purposes. Shear strength tests (total stress)

ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN 1998-1 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN ISO 22476-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 2: Dynamická penetrační zkouška

ČSN EN ISO 17892-4: Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 4: Stanovení zrnitosti

ČSN 72 1006 - Kontrola zhutnění zemin a sypanin

ČSN EN 206+A1 – Beton- specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN 73 3050 – Zemné práce

SŽ S4 – železniční spodek

SŽDC S3 – železniční svršek

TP76A – Geotechnický průzkum

294/2005Sb. Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
541/2020 Sb. Zákon o odpadech

2. Přírodní poměry

Z geomorfologického hlediska zájmová oblast náleží do Česko-moravské subprovincie do Středočeské pahorkatiny – celku Tábořská pahorkatina.

Z regionálně geologického hlediska oblast spadá do moldanubika. Proterozoické až paleozoické podloží buduje pararula až migmatit. Metamorfní horniny mají vyvinutý zvětralinový plášť o variabilní mocnosti – zvětrávají na štěrkovité, písčité a v přípovrchových částech až na jílovito-písčité eluvia. Kvartérní pokryv je zastoupený deluviofluviálními sedimenty holocenního stáří. Nejmladším členem souvrství jsou antropogenní uloženiny – navážky.

Oblast se řadí k hydrogeologické rajonizaci 6320 Krystalinikum v povodí Střední Vltavy, v horninách krystalinika, proterozoika a paleozoika.

Klimaticky se obec nachází v mírně teplém, vlhkém regionu – MT4. Jaro je krátké a mírné, léto je mírné, mírně suché a normálně dlouhé, podzim je krátký a mírně teplý, zima je mírně chladná, suchá až mírně suchá a normálně dlouhá.

Z pedologického hlediska je území situováno na pseudoglejích s všesměrnou expozicí, jedná se o půdy hluboké až středně hluboké. Sondy byly situovány v místě vedoucí železnice, tedy zde jako první byly zastiženy vrstvy kolejového lože.

Zemětřesení (ČSN EN 1998) – ne.

Záplavová oblast – ne.

Poddolování – ne.

Sesuvy – ne.

3. Provedené průzkumné práce

Práce na železničním spodku byly zaměřeny na ověření skladby drážního tělesa, geotechnických vlastností zemin tvořících pražcové podloží, ověření úrovně hladiny podzemní vody a zjištění vsakovacích poměrů. Zrnitostní analýzy provedla akreditovaná laboratoř mechanicky zemin GEOTest a.s..

Geotechnický průzkum byl proveden v souladu s následujícími předpisy:

- předpisy SŽDC S3 a SŽ S4,
- vzorové řezy Z1, Z2, Z3 a Z4
- „Technické kvalitativní podmínky staveb celostátních drah“ (kapitoly 3, 6, 7 a 18),
- příslušnými ČSN, na které se výše uvedené předpisy odvolávají,
- příslušnými ČSN, souvisejícími s prováděnými průzkumnými pracemi.

Práce při provádění průzkumu (dle ZTP nutno provést návrh ZKPP) pražcového podloží spočívaly v:

- provedení 2 kopaných sond mezi hlavami pražců pod úroveň pláň tělesa železničního spodku a jejich dokumentace,
- pro získání modulu přetvárnosti byly provedeny 2 statické zatěžovací zkoušky v úrovni zemní pláň podle ČSN 72 1006, příloha B,
- provedení dynamických penetračních zkoušek v blízkém okolí kopaných sond střední dynamickou penetrační soupravou (STITZ), pro ověření mechanických vlastností zemin pražcového podloží, postup byl zvolen podle ČSN EN ISO 22476-2,
- laboratorní stanovení základních fyzikálních vlastností zemin na 2 vzorcích,
- odběr a výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1. pro železniční svršek a spodek (celkem 2 směsné vzorky) viz příloha 6.

Kopané sondy a dokumentace o provedených zkouškách je v textové části a přílohách označována staničením. Výškové údaje v dokumentaci sond a odběrů vzorků zemin jsou vztaženy k úložné ploše pražce nepřevýšeného kolejnicového pásu příslušné koleje. Dynamické penetrační zkoušky jsou vztaženy k povrchu kolejového lože.

Během prací byla sledována **hladina podzemní vody, která byla v průběhu průzkumu v sondách DPM4 a KS4 zastižena v hloubce 0,67 m**. Zaznamenány byly i drobné přítoky vody do výkopu z hranice vrstev (KL/podloží). Hladina podzemní vody bude výrazně závislá na množství atmosferických srážek vsáklých na přilehlých infiltračních územích, na morfologii okolního terénu. Mělce přípovrchová voda se bude v závislosti na morfologii terénu vyskytovat na hranici skalního podloží a pokryvných útvarů.

Vodní režim lze vzhledem k mělce pod povrchem vystoupané vodě očekávat – **nepříznivý**.

4. Výsledky průzkumu

4.1 Pražcové podloží přechodu na úroňový železniční přejezd

Výsledky průzkumných prací pražcového podloží v blízkosti plánované rekonstrukce přejezdu P6311 v km 12,993 za účelem zvýšení bezpečnosti, jsou doloženy v přílohové části této zprávy a přehledně též v následujících tab. 1.

Na základě projektu geologických prací byly realizovány 2 střední dynamické penetrační zkoušky (DPM3 – 2 m a DPM4 – 1,4 m). Tyto sondy byly doplněny o 2 kopané sondy (KS3 – 0,48 m a KS4 – 0,75 m) a 2 statické zatěžovací desky ZZB03 a ZZB04. Zatěžovací desky tvoří přílohu číslo 4.

Souhrn poznatků získaných průzkumem pražcového podloží:

Kopanými sondami (KS3 a KS4) byly zastiženy vrstvy kolejového lože a pod nimi byla zastižena vrstva jílovito-písčitého štěrku. Sondami střední dynamické penetrace (DPM3 a DPM4) byly zastiženy reziduální zeminy (frakce jemnozrnného písku, směrem do hloubky štěrku).

- mocnost štěrkového lože se v okolí přejezdu v km 12,993 pohybuje v rozmezí 0,18 – 0,2 m a je tvořeno frakcí drceného kameniva 32/63 s hlinitou příměsí (20-30% - silně zahliněný) a s příměsí kamenné drtě. Podle SŽ S4 (resp. ČSN 73 6133) lze kamenivo

kolejové lože zařadit jako třídu G4 GM, materiál je mírně namrzavý až namrzavý, štěrk je kyprý až středně uhlý, barva-černohnědá

- pod KL se nachází vrstvy deluvio-eluviálních štěrků jílovito-písčitých (G5 GC) v km 12,993 podle SŽ S4 (ČSN 73 6133), štěrk je středně uhlý až uhlý, úlomky hornin do 5 cm (mírně zvětřelé, poloostrohranné, barva šedohnědá. Podle laboartorních rozborů je štěrk mírně namrzavý (SŽ S4). Propustnosti pro analyzované zeminy, odečtené z křivky zrnitosti, jsou součástí přílohy 5,
- dynamickými penetracemi byly zastiženy vrstvy písčité frakce – jemnozrnný písek, který je kyprý až středně uhlý (Edef se pohybuje v rozmezí od 1-24,3 MPa.). Dynamická penetrace DPM3 byla ukončena v hloubce 2 m v jemnozrnném písku. Dynamická penetrace DPM4 zaznamenala do hloubky 0,8 m jemnozrnný kyprý písek (Edef 0,1-6,1 MPa), v hloubce 0,8 m středně uhlý písek (Edef 25,9 MPa) a od hloubky 0,9 do 1,3 m je přítomen uhlý štěrk (Edef 50-70,3 MPa). Dynamické penetrace jsou vyhodnoceny v příloze 2.
- Navětralá skalní hornina R6 byla zastižena od hloubky 1,3 m. Podle geologických map ČR se jedná o pararulu. Sonda byla ukončena v hloubce 1,4 m.
- Podrobný popis doporučených mechanických vlastností pro dimenzování únosnosti základových konstrukcí jsou uvedeny v příloze 2. Podrobné popisy jednotlivých vrstev zemin na základě provedených kopaných sond jsou součástí přílohy 3.
- Kopané sondy sloužily k podrobnému geologickému popisu jednotlivých vrstev, a dále k odběru vzorků zeminy.

Staničení (km)	Úroveň dna sondy (m)	Zařídění zemín	Vodní režim	Namrzavost	Statický modul přetvárnosti $E_{2,IGP}$ (MPa)	Modul přetvárnosti red. E_r (MPa)
13,001 PS	0,48	G5 GC	nepříznivý	mírně namrzavé	21	21
12,985 LS	0,75	G5 GC	nepříznivý	mírně namrzavé	29	29

Tab. 1: Přehled výsledků a interpretací zemin zemní pláně.

4.2 Podzemní voda

Během prací byla sledována hladina podzemní vody, která **byla v rámci DPM4 a KS4 zaznamenána v hloubce 0,67m**. Lze očekávat, že úroveň vodní hladiny bude výrazně závislá na atmosferických srážkách spadlých na přiléhající infiltrační území. Zastižené zeminy jsou průlinově propustné.

4.3 Hydraulické parametry zemin

Pro stanovení hodnot hydraulických parametrů pro možnost vsakování je možné využít propustností odečtených z křivky zrnitosti s **koeficientem propustnosti mezi $k = 71,4E-4$ až $1,2E-4$ m/s** (příloha 5). Zeminy jsou propustné.

4.4 Laboratorní výsledky

Byly odebrány porušené vzorky z KS3 (0,3-0,7 m) a z KS4 (0,2-0,5 m), tyto vzorky byly analyzovány v laboratoři mechaniky zemin v GEOTestu. Byly provedeny vlhkostní a zrnitostní zkoušky zemin. Umístění kopaných sond je patrné z přílohy 1. Výsledky laboratorních zkoušek tvoří přílohu 5.

Z kopané sondy KS3 byl odebrán porušený vzorek hlinito-písčitého štěrku z hloubky 0,3 – 0,7 m. Vlhkost zeminy je 10,1%. Zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133 – G3 G-F a zatřídění zeminy dle ČSN EN ISO 14688-2 je saGr. Propustnost zeminy z křivky zrnitosti je $1,4E-4$.

Z kopané sondy KS4 byl odebrán porušený vzorek z hloubky 0,2-0,5 m. Vlhkost zeminy je 14,2%. Zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133 – G3 G-F a zatřídění zeminy dle ČSN EN ISO 14688-2 je saGr. Propustnost zeminy z křivky zrnitosti je $1,2E-4$.

4.5 Ukládání odpadů na skládku

V rámci průzkumu byly odebrány vzorky na výluhové zkoušky dle 294/2005 Sb., tab. 2.1 pro třídy vyluhovatelnosti. Tato norma již k 1. 1. 2021 není platná a je nahrazená zákonem o odpadech č. 541/2020 Sb. Pro období, než budou vydány nové vyhlášky, platí následující: Pokud budou povinné subjekty postupovat tam, kde zákon č. 541/2020 Sb. odkazuje na prováděcí právní předpis, v souladu s dosavadními prováděcími předpisy, má se za to, že postupují v souladu s požadavky nového zákona. To navíc platí v řadě případů nejen pro dobu, než budou vydány nové vyhlášky, ale s ohledem na v návrzích vyhlášek obsažená přechodná ustanovení, i pro značnou dobu po jejich vydání.

Proto jsou výluhové zkoušky posuzovány podle 294/2005 Sb., tab. 2.1. Laboratorní chemické analýzy byly provedeny v analytické laboratoři – EMPLA AG spol. s r.o., zkušební laboratoř č. 1110 akreditovaná ČIA. Vodný výluh byl připraven podle ČSN EN 12457-4. Vzorek byl před loužením podrcen na velikost částic <10 mm.

Pro zájmovou oblast PZS (P6311) v km 12,993 trati Tábor-Bechyně, byl vodný výluh proveden na směsných vzorcích pražcového lože (KS3 hloubka 0,0 – 0,2 m a KS4 hloubka 0,0 – 0,18 m) a dále na zemině pláně železničního spodku (KS1 hloubka 0,2-0,4 a KS2 hloubka 0,18-0,30 m).

Směsný vzorek pražcového lože dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňuje hodnoty pro IIb. třídu vyluhovatelnosti (fenol je nad limit třídy I)**. Na základě provedených výsledků je možné odpad označit za negativní vůči třídě IIb. Pokud se bude jednat o odpad kategorie ostatní, může být tento odstraněn na skládce skupiny S-OO (ostatních odpadů) a vyšší.

Směsný vzorek zeminy pláně železničního spodku dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňuje hodnoty pro I. třídu vyluhovatelnosti** a není třeba s ním nakládat jako s odpadem skupiny S - nebezpečný odpad (S-NO).

Analytické výsledky jsou součástí přílohy č. 6 této zprávy.

4.6 Vstupní údaje pro návrh konstrukce pražcového podloží

Dráha Tábor - Bechyně je jednokolejná elektrizovaná trať. V dotčeném úseku trati je zavedena traťová rychlost 60 km/h. Trať spadá mezi traťové koleje na tratích regionálních s traťovou rychlostí menší než 80 km.h⁻¹.

Zeminy zastižené v úrovni zemní pláně jsou na základě laboratorního posouzení mírně namrzavé.

Dle tabulky 1, přílohy 21 SŽ S4 je skladba konstrukce pražcového podloží 1.

V okolí úrovnového přejezdu lze vodní režim, vzhledem ke zjištěné mělce uložené hladiny podzemní vody hodnotit jako **nepříznivý**.

Klimatické podmínky jsou charakterizovány indexem mrazu $I_{mn} = 475^{\circ}\text{C} \cdot \text{den}$ (dle přílohy 7, tab. 1, předpisu SŽ S4). $h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}} [\text{m}]$ s **hloubkou promrzání $h_{pr} = 0,98 \text{ m}$** .

V místech přechodu tělesa železničního spodku na úrovnový železniční přejezd se navrhuje zesílená konstrukční vrstva tělesa železničního spodku na délku minimálně 5,00 m, podrobnosti řeší vzorový list železničního spodku Ž 4.2..

Požadované parametry modulu přetvárnosti jsou stanoveny dle tabulky 1, přílohy 6 předpisu SŽ S4 – Železniční spodek:

- zemní pláň $E_{\min, ZP} \geq 20 \text{ MPa}$
- pláň železničního spodku $E_{\min, PL} \geq 40 \text{ MPa}$

Pro návrh zesílené konstrukce pražcového podloží (ZKPP) v oblasti úrovnového přejezdu je hodnota statického modulu přetvárnosti stanovena podle přílohy 24 k SŽ S4:

- pláň železničního spodku $E_{pl} \geq 60 \text{ MPa}$

Výsledky měření statických zatěžovacích zkoušek **vyhovují** pro zemní pláň v **km 12,993 i 12,985** pro tratě s maximální navrhovanou rychlostí v koleji $V_{\max} \leq 80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (výsledky měření statickou zatěžovací deskou viz příloha 4).

Výsledky realizace střední dynamické penetrační sondy (typ STITZ) podle normy ČSN EN ISO 22476-2 doplňují měření statickou zatěžovací zkouškou a jsou součástí přílohy 2.

5. Závěr a doporučení

Na základě objednávky od společnosti SAGASTA s.r.o. byl proveden geotechnický průzkum za účelem ověření geologické stavby a mechanických vlastností zemin pro rekonstrukci přejezdu P6311 v km 12,993 na trati Tábor - Bechyně. Byly provedeny 2 střední dynamické penetrační zkoušky DPM3 (2 m), DPM4 (1,4 m), 2 kopané sondy KS3 (0,48 m) a KS4 (0,75 m) a 2 statické zatěžovací zkoušky ZZB03 a ZZB04. Byly odebrány vzorky pro laboratorní analýzy, kde byly stanoveny základní fyzikální vlastnosti zeminy a 2 směsné vzorky byly podrobeny výluhovým zkouškám dle 294/2005 Sb..

Kolejové lože je tvořeno silně zahliněným ŠTĚRKEM 32/63 s podílem hlíny a kamenné drtě cca 20-30%, je kyprý až středně uhlý, vlhký. Geologická skladba vrstev je tvořena převážně deluvioeluvialními zeminami (ŠTĚRK jílovito-písčité), a skalním podložím (pararulou), které bylo v rámci DPM4 zastiženo v hloubce 1,3 m. **Zeminy jsou vlhké, kypré až středně uhlé** (hodnoceno podle ČSN 73 6133). Zastižené zeminy jsou dle normy ČSN 73 6133 přílohy A, tab. A. 1 **klasifikovány jako podmíněčně vhodné do násypu i do podloží vozovky (aktivní zóny)**.

Vodní režim lze hodnotit, vzhledem k mělce zastižené hladiny podzemní vody, jako nepříznivý. Zeminy budující zemní pláš jsou na základě laboratorních rozborů hodnoceny jako mírně namrzavé G5 GC, G4 GM. Hladina podzemní vody byla zastižena sondami KS4 a DPM4 v hloubce okolo 0,6 m a je vázána na průlinově propustné klastické nesoudržné zeminy. Dle archivních podkladů zobrazených na stránkách České geologické služby voda v povrchových vodotečích nevykazuje agresivitu na betonové konstrukce.

Výsledky statických zatěžovacích zkoušek hodnotily zemní pláš, kdy je **požadován deformační modul $E_{min,ZP} \geq 20$ MPa – výsledky $E_{0r} = 29$ MPa vyhovují, $E_{0r} = 21$ MPa vyhovují.**

Vzorky šterku pražcového lože dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňují hodnoty pro IIb. třídu vyluhovatelnosti (fenol je nad limit třídy I)**. Na základě provedených výsledků je možné odpad označit za negativní vůči třídě IIb. Pokud se bude jednat o odpad kategorie ostatní, může být tento odstraněn na skládce skupiny S-OO (ostatních odpadů) a vyšší.

Směsný vzorek pláně železničního spodku dle příl. č. 2 k vyhl. č. 294/2005 Sb. **splňuje hodnoty pro I. třídu vyluhovatelnosti** a není třeba s ním nakládat jako s odpadem skupiny S - nebezpečný odpad (S-NO).

Návrh zesílené konstrukce pražcového podloží je plně v kompetenci projektanta stavby.

V Brně dne 18.02.2021

Vyhotovili: Mgr. Michaela Buršíková

Odborný řešitel:

RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D., aut. ing., GIPENZ

(jednatel Projekce iGEO, s.r.o.)

autorizovaný inženýr pro geotechniku, č.a. 1005148

odborná způsobilost v inženýrské geologii 2101/2009

PŘÍLOHY: