

STAVBA: OPTIMALIZACE TRATI ČESKÝ TĚŠÍN - DĚTMAROVICE

TRAŽOVÝ ÚSEK: 2501 státní hranice SR - Dětmarovice

DEFINIČNÍ ÚSEK: 24

OBJEKT: SO 33-19-01 MOST V KM 332,420

**- VLIV PODDOLOVÁNÍ NA NOSNOU KONSTRUKCI MOSTU
(DLE POŽADAVKU OKD)**

OBSAH

1.	ZÁKLADNÍ INFORMACE	3
2.	VOLBA TYPU NOSNÉ KONSTRUKCE, VARIANTY ŘEŠENÍ NOSNÉ OK - NA ZÁKLADĚ DOSTUPNÝCH PŘEDPISŮ VZTAŽENÝCH K PODDOLOVÁNÍ A JINÝCH FAKTŮ	4
3.	UVAŽOVANÉ SITUACE DEFORMACE ZÁKLADOVÉ PŮDY	6
4.	VÝPOČET ÚČINKŮ DEFORMAČNÍCH PARAMETRŮ	6
	4.1. Základní informace, zásady práce v softwaru, speciální podmínky pro mostní konstrukce	6
	4.2. Podélný směr	10
	4.3. Příčný směr	18
5.	KOMBINACE ÚČINKŮ OD PODDOLOVÁNÍ	21
6.	VNITŘNÍ SÍLY, PŘÍRŮSTKY NAPĚTÍ NA PRVCÍCH - GERBERŮV NOSNÍK	26
	6.1. Základní informace	26
	6.2. Hlavní nosník	27
	6.3. Příčné výztuhy	27
	6.3.1. Příčné výztuhy v oblasti kloubu	28
	6.3.2. Příčná výztuha koncová	28
	6.3.3. Příčná výztuha nadpilířová	28
	6.3.4. Příčné výztuhy v poli	29
	6.4. Podélné výztuhy	29
	6.5. Oblouk	30
	6.6. Táhla	30
	6.7. Kontrola dostatečné mezery mezi HN v místě kloubu	31
7.	VNITŘNÍ SÍLY, PŘÍRŮSTEK NAPĚTÍ NA PRVCÍCH - SPOJITÝ NOSNÍK BEZ KLOUBŮ	31
	7.1. Základní informace	31
	7.2. Hlavní nosník	32
	7.3. Prvky mostovky	33
	7.4. Oblouk	34
	7.5. Táhla	34
8.	REKTIFIKACE	35
9.	ZÁVĚREČNÉ POROVNÁNÍ OBOU TYPŮ NOSNÉ KONSTRUKCE, DOPORUČENÍ VOLBY TYPU NK PRO REALIZACI	37

PŘÍLOHA

1. ZÁKLADNÍ INFORMACE

Řešená mostní konstrukce v km 332,420 SO 33-19-01 se nachází v chráněném ložiskovém území (CHLÚ) české části černouhelné pánve - území výhradního nerostu černé uhlí. Traťový úsek v okolí řešeného objektu je situován v DP Darkov Dolu Darkov.

Objekt se nachází na poddolovaném území a je třeba ho zajistit proti účinkům poddolování.

- Co se rozumí pod pojmem - *poddolované území* : " Území v dosahu účinků hlubinného dobývání. "
- *poklesová kotlina* : " Část zemského povrchu mísovitého nebo nálevkovitého tvaru, která vznikla poklesem nadložních vrstev do vyrubaného prostoru. "
 - *zajištění objektu proti účinkům poddolování* : " Opatření omezující rozsah důlních škod na objektu při splnění podmínek spolehlivosti podle obou mezních stavů. "
 - *rektifikace* : " Částečné nebo úplné uvedení objektu do použitelné polohy po dosažení částečného nebo konečného přetvoření. Výškovou rektifikací se odstraňují vzniklé poklesy nebo pootočení kolem vodorovné osy (naklonění), stranovou (směrovou) rektifikací vodorovné posuvy nebo pootočení kolem svislé osy. "

Posudek těžební organizace OKD ze 14.7.2010 - očekávané deformační parametry poddolování:
- def. par. pro objekty nacházející se ve staničení km 331,670 až km 332,760

$i_{\max} = 6,50E-03$	rad	... maximální naklonění (+/-)
$\varepsilon_{\max} = 4,00E-03$... max. vodorov. poměrné přetvoření (+/-)
$R_{\min} = 20000$	m	... minimální poloměr zakřivení (+/-)

Těžební společnost OKD se stavbou objektu z těžebního hlediska souhlasí pouze za předpokladu, že bude respektována česká státní norma ČSN 73 0039.

Vzhledem ke skutečnosti, že vliv poddolování není nijak obsáhnut v eurokodech, bereme v úvahu následující starší předpisy: ČSN 73 0039: Navrhování objektů na poddolovaném území - 11.10.1989.
Směrnice pro stavby na poddolovaném území - 1968.
Typizační směrnice pro stavby na poddolovaném území - 1975.

Z uvedených normativních předpisů a směrnic se nejvíce budeme v následujícím textu odkazovat na starší českou státní normu ČSN 73 0039.

Zatřídění staveniště na poddolovaném území dle ČSN EN 73 0039

- zatřídění se provede na základě hodnot deformačních parametrů dle 2.4.1, tab.1
- jedná se o návrhové hodnoty zatížení stav. k-cí pro výpočet dle mezních stavů

pozn.: Co se týká terminologie, v normativních předpisech ČSN byl používán název "výpočtové hodnoty". To není v souladu s dnešním označením "návrhové hodnoty", protože postup stanovení zatížení byl odlišný. OKD poskytuje maximální možné očekávané deformační parametry ZP, proto i s ohledem na charakter zatížení se domnívám, že je možné považovat uvedené hodnoty již za "návrhové" - dle evropských souborů norem. Nebudou tedy žádným způsobem již navyšovány. S účinky od poddolování bude zacházeno jako se zatížením stálým (viz ČSN EN 1990, 4.1.1.(1)P).

	rozsah		skupina stavenišť
- dle hodnoty i_{\max}	5E-03 - 8E-03	→	III
- dle hodnoty ε_{\max}	3E-03 - 5E-03	→	III
- dle hodnoty R_{\min}	12000 - 20000	→	IV

Stavenišťe zatřizujeme do **III. skupiny stavenišť**.

Dle zadaných deformační parametrů od OKD můžeme v zájmovém území očekávat:

- spojité přetvoření terénu (pro vícerojová či vícežilná ložiska platí v normě ČSN EN 73 0039 čl. 2.2.3)

Dle čl. 2.4.3 objekty na staveništi III. skupiny lze zpravidla zajistit proti účinkům poddolování ekonomicky přijatelným způsobem, pokud se postupuje dle konstrukčních zásad v odd. 3.2 normy a ostatních ustanovení.

V následujícím textu bude detailně popsán způsob zavedení účinků poddolování na mostní konstrukci řešeného objektu. Přitom se budeme odkazovat na označení vzorců a odstavců v normě ČSN 73 0039.

2. VOLBA TYPU NOSNÉ KONSTRUKCE, VARIANTY ŘEŠENÍ NOSNÉ OK - NA ZÁKLADĚ DOSTUPNÝCH PŘEDPISŮ VZTAŽENÝCH K PODDOLOVÁNÍ A JINÝCH FAKTŮ

Nepríznivé účinky poddolování na mostní objekty je doporučeno omezit nebo vyloučit volbou staticky určitého systému hlavní nosné konstrukce a jejího uložení, volbou příčného průřezu hlavní NK s malou torzní tuhostí (tedy otevřený příčný řez) a vhodnou úpravou konstrukčních detailů.

Mostní konstrukce o více polích je vhodné provádět jako SU nosníku:

- soustava prostých polí
- konzolové nosníky s přechodovými deskami
- spojité nosníky kloubové (Gerberův nosník): při 3 otvorech - klouby v prostředním poli
 - klouby v krajních polích

• Dvoukolejný most

- potřebujeme převést přes překážku koleje pro oba směry. Automaticky se tedy nabízí možnost 1 mostní konstrukce. Dvoukolejný mostní kce se však navrhuje na poddolovaném území jen výjimečně, neboť při jejich výškové rektifikaci jsou vyřazeny z provozu obě koleje. Dalším negativem je větší vlastní váha konstrukce, což je nevýhodné pro rektifikaci. V našem případě by nebyla splněna podmínka zachování provozu alespoň na 1 koleji v době výluky.

• Jednokolejný most

- pro poddolované území je to možnost velice praktická, neboť umožňuje nezávislou rektifikaci. V době rektifikace je zajištěn provoz na druhé mostní kci.

• Jednopolový most

- mezi prvními variantami se nabízí jednopolový most. To by byla výhoda vzhledem k nízkému počtu ložisek, která by se musela rektifikovat (4ks). Nevýhoda je však větší stavební výška. V zadávacích podmínkách se vyskytuje požadavek na zřízení bezстыkové koleje. Použití bezстыkové koleje nelze dosáhnout vzhledem k velké dilatační délce. Řešením by bylo posunout opěry více do prostoru bermy toku, avšak to je v rozporu s požadavkem Povodí Odry na nezmenšování mostních otvorů. Tuto

variantu zavrhuje.

• **Železobetonová konstrukce**

Takovéto mostní kce mají několik nevýhod.

- velká vlastní tíha ztěžuje rektifikaci
- hlavní nosný systém má velkou torzní tuhost
- hrozí nebezpečí tvorby trhlin od tahových a smykových namáhání (a s tím možnost koroze výztuže)
- při poruše nemožnost oprav a zesílení hlavní NK

• **Spřažená konstrukce**

- tento systém v sobě zahrnuje vyhodu otevřeného nosného systému s malou torzní tuhostí. Stále však přetrvávají potíže s tvorbou trhlin v betonu, odkrýváním výztuže a dalšími problémy s tím spojenými. V praxi ovšem již takovéto konstrukce byly použity. Dalším negativem je velké zvětšení stavební výšky. To není v našem případě žádoucí, protože potřebujeme udržet rezervu výškové kóty spodní hrany NK na přijatelné hodnotě, neboť očekáváme relativně velká celková sednutí. Zvedání nivelety koleje je nepřijatelné.

• **Ocelová konstrukce**

- ocelové konstrukce mají vše, co ostatním konstrukcím z jiných materiálů chybí

Železniční mosty na poddolovaném území se přednostně navrhují ocelové z následujících důvodů:

- snadno se upravují jako staticky určité pro hlavní směry zatížení
- malou torzní tuhostí otevřených soustav se snadno přizpůsobí příčnému zkroucení vyvozenému nestejným nakloněním nebo protisměrným nakloněním opěr/pilířů.
- snadno se rektifikují s ohledem na malou vlastní váhu
- podle místních potřeb se snadno zesilují, např. navařením přídavných pásů, přičemž vložený materiál je ihned nosný

Dle směrnice pro poddolovaná území je nutno pro poddol. území se stavenišťem kategorie I.-III. návrh jiné než ocelové konstrukce zdůvodnit. Pro ostatní staveniště se ocelové mostní kce doporučují. Řešený objekt se na základě deformačních parametrů nachází na III. skupině stavenišť (viz odst. 1.)

Pro zpracování v diplomové práci byla zvolena varianta jednokolejného GERBEROVA NOSNÍKU, tedy spojitý nosník o 3 polích s klouby v krajních polích. Hlavní nosná konstrukce bude ocelová a bude vyrobena z oceli pevnostní třídy S355. Střední mostní pole bude vyztuženo obloukem s táhly. Oblouky budou svislé a bez vodorovného zavětrování. Podélně pevná ložiska se nebudou nacházet na opěře, ale na dětmarovickém pilíři, a to proto, že lze v tomto případě zřídit na mostě bezstykovou kolej. Pro podélně pevná ložiska na opěře by nevyhověla maximální dilatační délka (dle normy).

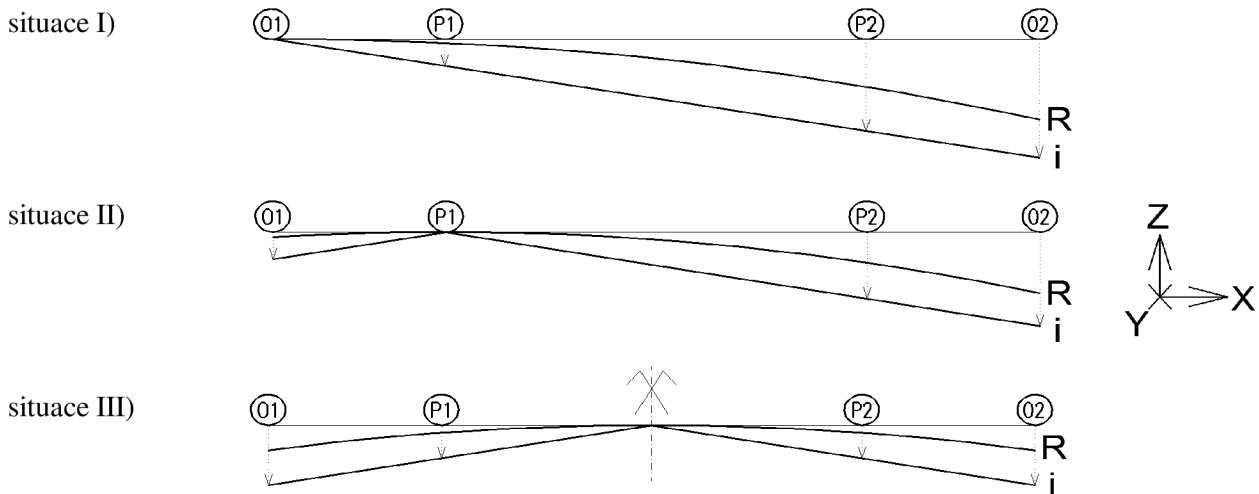
Pro tuto variantu bude zpracován statický výpočet a výkresová dokumentace.

Závěrem diplomové práce posoudíme druhou variantu typu nosné konstrukce. Ze spojitého nosníku odebereme klouby. Vznikne tedy staticky neurčitý spojitý nosník.

Cílem diplomové práce bude zhodnotit, zda by bylo možné za určitých okolností doporučit tento nosný systém místo Gerberova nosníku - viz odstavec 9. tohoto textu.

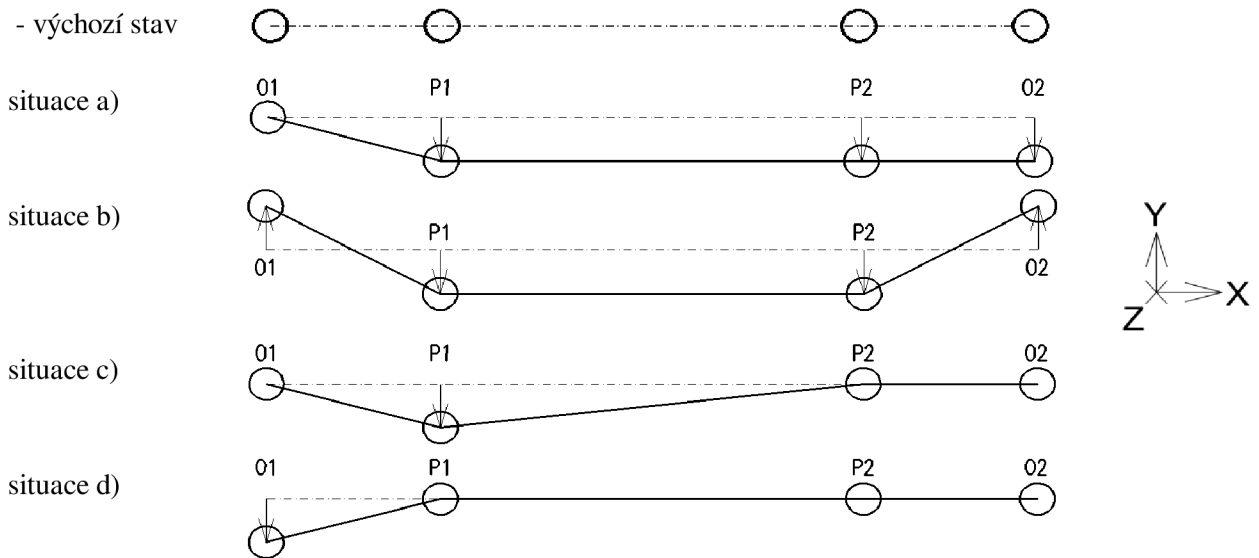
3. UVAŽOVANÉ SITUACE DEFORMACE ZÁKL. PŮDY

- uvažované deformace základové půdy od zakřivení "R" a naklonění "i": **PODÉLNÝ SMĚR**



- uvažované deformace základ. půdy od zakřivení "R" a naklonění "i": **PŘÍČNÝ SMĚR**

V souladu s odst. 4.5.7 pro mostní objekty uvažujeme také protisměrné naklánění opěr (kroucení k-ce)



pozn.: situaci podobnou situaci b), kdy by se nakláněly opěry a pilíře "CIK CAK", vylučujeme

4. VÝPOČET ÚČINKŮ DEFORMAČNÍCH PARAMETRŮ

4.1. Základní informace, zásady práce v softwaru, speciální podmínky pro mostní konstrukce

Průběh parametrů přetvoření terénu ve vztahu k půdorysným rozměrům posuzovaného dilatačního úseku objektu se vyjadřuje pomocí korekčního součinitele μ .

V báňském posudku nebyla uvedena hodnota poloměru plně účinné plochy r , proto se korekční součinitelé vypočítají dle tab.2 normy.

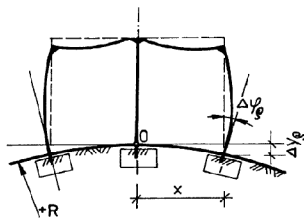
$$\rho = 1/R_{\min} = 1/20000$$

$$\rho = 5,000E-05$$

- délka dilatačního úseku L je v rozmezí 15,0 až 30,0m a proto

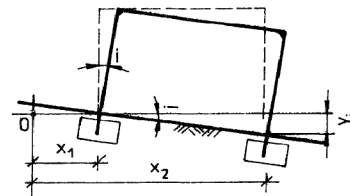
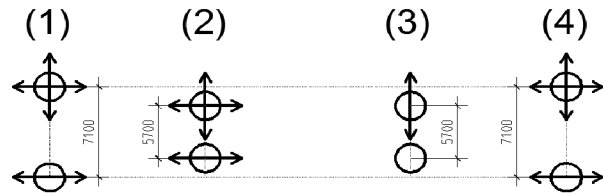
korekční součinitel	druh deformace
$\mu_i = 0,90$	naklonění i
$\mu_p = 0,85$	křivost ρ
$\mu_\varepsilon = 0,85$	vod. pom. přetvoření ε

- schemata z normy ČSN 73 0039, na které se v textu budeme odkazovat (obr. 2.,3.,4.)
- odkazovat se dále budeme na vztahy z této normy (čísla jsou značená obecně (X))

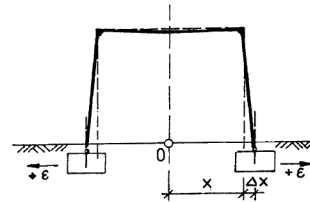


Obr. 2 Nerovnoměrný pokles a změna úhlu naklonění podzákladí účinkem zakřivení terénu

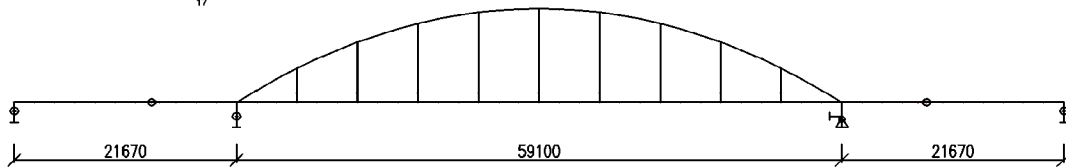
17



Obr. 3 Nerovnoměrný pokles podzákladí účinkem naklonění terénu



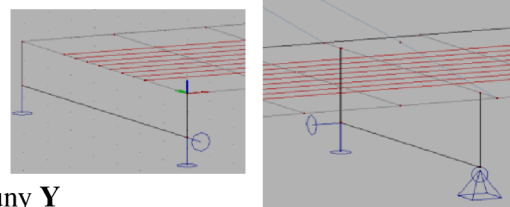
Obr. 4 Vodorovný posuv podzákladí účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu



- Zásady zadávání vypočtených účinků od poddolování do modelu konstrukce, modelování:

Vypočtená pootočení se na našich podporách projeví svislým poklesem a horizontálním posunem, které budou doloženy na základě hodnoty změny pootočení. Do zatěžovacích stavů tedy budou dosazovány poklesy ve směru **Z**. Posuny v podélném směru se na konstrukci neprojeví formou přírůstku napětí, neboť v podélném směru se konstrukce mostu "skluzne" po podélně pohyblivých ložiskách. Co se týče příčných posunů, zde je jiná situace. V příčném směru je na podpěrách 1 ložisko s pevnou vazbou ve směru **Y**. Zde tedy bude zadán posun podpory ve směru **Y**. Na dětmarovickém pilíři jsou obě ložiska příčně pevná, proto zde zadáme posuny u obou ložisek. Osu mostní konstrukce označíme jako **X**, příčný směr jako **Y** a svislou osu jako **Z** (kladný směr ↑).

Model konstrukce: použije se 3D prutový model s deskou se žebry (mostovkový plech). Ložiska budou umístěna excentricky vůči hlavnímu nosníku/nadpilířovému příčníku. Podpora bude spojena s prutem přes tuhé rameno zajišťující dokonalý přenos vnitřních sil a deformací. Tento způsob modelování je v souladu s reálným působením, neboť deformace ve směru **Y** působí vzhledem k těžišti mostu jako celku na excentricitě, tudíž vzniká navíc ohybový moment.



- posuvy **Y** budou zadávány do programu RELATIVNĚ
- poklesy **Z** budou zadávány do programu RELATIVNĚ
- podélný směr: zatěžovací stav bude obsahovat poklesy **Z**
- příčný směr: zatěžovací stav bude obsahovat poklesy **Z** a posuny **Y**

Co se týče zpracování účinků od poklesů a posunů na konstrukci mostu, budou podélný a příčný směr vyšetřovány odděleně.

Důležité upozornění: na dalších stranách budou vypočteny poklesy, posunu a pootočení. Vypočtené hodnoty reprezentují maximální možné hodnoty deformací. Na konstrukci uplatníme tzv. "**rektifikaci**" (více viz odstavec Rektifikace tohoto textu). Do softwaru zadáme deformace v plných hodnotách po kombinacích - viz odstavec Kombinace účinků od poddolování tohoto textu. Při tvorbě kombinací v softwaru však zadáme **redukční součinitel** (v tomto textu v tabulce "redukční součinitel závisející na rektifikačním kroku" vedle vypočtených kombinací), který bude redukovat všechny zadané deformace na základě hodnoty maximalního **POKLESU** v daném zatěžovacím stavu.

Zvolený **rektifikační krok** viz odstavec Rektifikace tohoto textu.

Podélné posuvy X nejsou vypočteny z důvodu zadání do programu, nýbrž budou sloužit k návrhu ložisek a k určení lokace příčných výztuh nad ložisky. Může totiž nastat situace, kdy se konstrukce mostu posune vlivem působení poměrného přetvoření základové půdy v podélném směru (+/-) tak, že by již nad ložiskem nebyla výztuha a mohlo by tak dojít k poruše. Umístění a počet těchto výztuh bude tedy navržen s ohledem na tuto skutečnost. Podélné posuvy by také sloužily pro návrh kapacity dilatace.

SPECIÁLNĚ U MOSTNÍCH KONSTRUKCÍCH O DEF. PARAMETRECH PLATÍ:

I) dle 4.5.7 normy - Zakřivení terénu o poloměru "R" vyvodí:

- u spojitě hlavní nosné kostrukce podélný ohyb v důsledku nerovnoměrného poklesu podpěr podle vztahu (5)
- vzájemné pootočení podpěr v základ. spáře, přičemž změna úhlu vzájemného pootočení $\Delta\phi_p$ se stanoví
 - ve směru podélné osy mostního objektu pomocí vztahu (6)
 - v příčném směru (nestejně nebo protisměrně naklánění podpěr) při působení hlavního směru přetvoření terénu pod úhlem α k podélné ose mostu pomocí následujícího vztahu

$$\alpha = 45,0 \quad ^\circ$$

... úhel vzájemného pootočení podpěr kolmo na osu mostního objektu nabývá maxima pro $\alpha=45^\circ$

příčný směr: ložiska na opěrách →		
$x_1 = 0,000$	m	... půdorysné souřadnice
$x_2 = 7,100$	m	
$h_{opěry} = 3,790$	m	
$\Delta\phi_p = 0,5 * \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * \sin(2 * \alpha) * 10^3$		(vz. (26))
$\Delta\phi_p = 0,5 * 0,85 * ((7,1 - 0) / 20000) * \sin(2 * 45) * 10^3$		
$\Delta\phi_p = 0,1349$	mrad	
	↓	
$\Delta y_{pZ} = 0,00096$	m	... odpovídající pokles u_Z
$\Delta y_{pY} = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta\phi_p / 10^3)$	$= 3,79 * \text{tg}(0,1349 / 10^3)$	
$\Delta y_{pY} = 0,0005$	m	... odpovídající příčný posun u_Y

příčný směr: ložiska na pilířích →	
$x_1 = 0,000$	m
$x_2 = 5,700$	m
$h_{pilíře} = 6,300$	m
$\Delta\varphi_p = 0,5 * \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * \sin(2 * \alpha) * 10^3$	
$\Delta\varphi_p = 0,5 * 0,85 * ((5,7 - 0) / 20000) * \sin(2 * 45) * 10^3$	(vz. (26))
$\Delta\varphi_p = 0,1083$	mrad
↓	
$\Delta y_{pZ} = 0,00077$	m ... odpovídající pokles u_Z
$\Delta y_{pY} = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta\varphi_p / 10^3)$	$= 6,3 * \text{tg}(0,1083 / 10^3)$
$\Delta y_{pY} = 0,0007$	m ... odpovídající příčný posun u_Y

II) dle 4.5.8 normy - Naklonění terénu "i" se uvažuje:

- a) při posuzování změn sklonu nivelety převáděné trati a funkce systému odvodnění mostního objektu
- b) při výpočtu vodorovných složek zatížení v důsledku příčného i podélného naklánění podpěr dle vz. (10)

$$H = \mu_p * i * V \quad \dots \text{vodorovná složka } H \text{ všech původně svislých stálých i nahodilých zatížení } V$$

$$\mu_p * i_{max} = 0,85 * 0,0065$$

$$\mu_p * i_{max} = 0,00553$$

... slouží pro návrh ložisek
(pro prvky NK mostu zanedbatelné)

- naklánění opěr/pilířů v příčném směru

příčný směr: ložiska na opěře	
$x_1 = 0,000$	m
$x_2 = 7,100$	m ... vzdálenost ložisek na opěře
$h_{opěry} = 3,790$	m
$\Delta y_{iZ} = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$	$= 0,9 * 0,0065 * (7,1 - 0)$ (vz. (7))
$\Delta y_{iZ} = 0,0415$	m ... svislý pokles
$i = 0,00553$	rad
$\Delta y_{i,y} = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta\varphi_p / 10^3)$	$= 3,79 * \text{tg}(5,525 / 10^3)$
$\Delta y_{i,y} = 0,0209$	m ... vodorovný posun ve směru Y
příčný směr: ložiska na pilířích	
$x_1 = 0,000$	m
$x_2 = 5,700$	m ... vzdálenost ložisek na pilíři
$h_{pilíře} = 6,300$	m
$\Delta y_{iZ} = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$	$= 0,9 * 0,0065 * (5,7 - 0)$ (vz. (7))
$\Delta y_{iZ} = 0,0333$	m ... svislý pokles
$i = 0,00553$	rad
$\Delta y_{i,y} = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta\varphi_p / 10^3)$	$= 6,3 * \text{tg}(5,525 / 10^3)$
$\Delta y_{i,y} = 0,0348$	m ... vodorovný posun ve směru Y

III) dle 4.5.9 normy - Vodorovné poměrné přetvoření terénu "ε" vyvodí:

- a) změnu vzájemné vzdálenosti podpěr mostního objektu se vzájemně nespojenými základy ve směru

podélné osy podle vz. (9)

b) silové účinky zatížení v osamělých základech nebo základech propojených táhly

Dle čl. 3.1.14 normy - Objekty s prostorovou konstrukční soustavou je třeba posoudit v případě potřeby i na obecný směr působení přetvoření terénu.

V našem případě to znamená zejména *kroucení mostní konstrukce* v důsledku obecné orientace válcové plochy zakřivení terénu vzhledem k půdorysu objektu - vlivem příčného naklánění mostních opěr a pilířů. V odstavci 2. tohoto textu byly uvedeny uvažované možnosti naklánění podpěr.

Dle čl. 3.1.15 normy - Zatížení od poddolování s předpokládaným spojitým přetvořením, je dovoleno uvažovat při alternativním výskytu 1) nebo 2), a to dle obrázku vpravo:

a) kladné zakřivení terénu poloměrem +R

kladné vodorovné pom. přetvoření +ε a naklonění i

nebo

b) záporné zakřivení terénu poloměrem -R

záporného vodorovného pom. přetvoření -ε a naklonění i

Dle čl. 3.1.16 normy - Zatížení od poddolování s předpokládaným

spojitým přetvořením je dovoleno uvažovat při alternativním výskytu

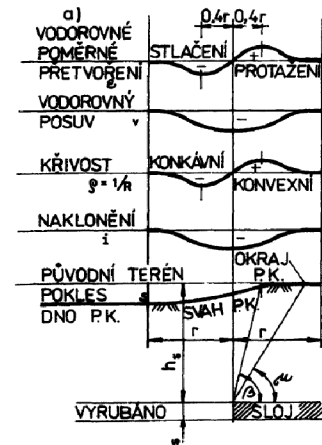
podle čl. 3.1.15 v následujících sestavách:

u vícerozložných ložisek

$$*) \epsilon_{\max} + 0,9 (1/R_{\max}) + 0,6 i_{\max}$$

$$**) 1/R_{\max} + 0,9 \epsilon_{\max} + 0,6 i_{\max}$$

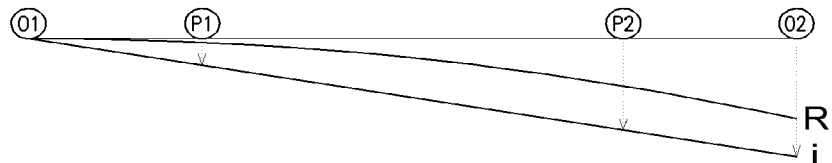
$$***) i_{\max} + 0,6 (1/R_{\max}) + 0,6 \epsilon_{\max}$$



pozn.: vodorovné posuny nastávají posunem horních vrstev, "vléváním" povrchových vrstev do metacentra podrubaného prostoru. Dle odborníků mají jednosměrný charakter.

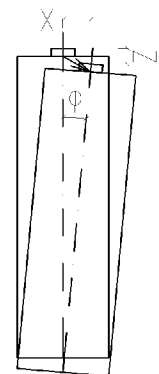
4.2. PODÉLNÝ SMĚR

SITUACE I)



ÚSEK 1: těšínská opěra (1) - těšínský pilíř (2)

legenda:		svislý posuv
		pootočení
		vodorovný posuv



• *svislý pokles, posun a natočení od R, i*

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích

x_1 a x_2 účinkem **zakřivení terénu o poloměru R**

- naklápění v podélném směru

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 21,670$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{pilíře} = 6,300$	m	
$\Delta y_{\rho Z} = \mu_{\rho} * ((x_2^2 - x_1^2) / (2 * R_{\min}))$		= $0,85 * ((21,67^2 - 0^2) / (2 * 20000))$ (vz. (5))
$\Delta y_{\rho Z} = 0,010$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_{\rho} = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \varphi_{\rho} / 10^3)$		= $6,3 * \text{tg}(0,921 / 10^3)$
$\Delta x_{\rho} = 0,0058$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \varphi_{\rho} = \mu_{\rho} * ((x_2 - x_1) / R_{\min}) * 10^3$		= $0,85 * ((21,67 - 0) / 20000) * 10^3$ (vz. (6))
$\Delta \varphi_{\rho} = 0,9210$	mrad	... návrhová hodnota změny úhlu naklonění

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem naklonění terénu "i"** (s hodnotou pootočení se však nepočítá)

těšínská opěra - těšínský pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 21,670$	m	
$\Delta y_i = \mu_i * i_{\max} * (x_2 - x_1)$		= $0,9 * 0,0065 * (21,67 - 0)$ (vz. (7))
$\Delta y_{iZ} = 0,127$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_i = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \varphi_i / 10^3)$		= $6,3 * \text{tg}(5,525 / 10^3)$
$\Delta x_i = 0,0348$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ε**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ε**

pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

těšínská opěra - těšínský pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 21,670$	m	
$\Delta x = \mu_{\varepsilon} * \varepsilon_{\max} * (x_2 - x_1)$		= $0,85 * 0,004 * (21,67 - 0)$ (vz. (9))
$\Delta x = 0,074$	m	

ÚSEK 2: těšínská opěra (1) - dětmarovický pilíř (3)

• **svislý pokles, posun a natočení od R, i**

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem zakřivení terénu o poloměru R**

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 80,770$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{pilíře} = 6,300$	m	
$\Delta y_{pZ} = \mu_p * ((x_2^2 - x_1^2) / (2 * R_{min}))$		= 0,85 * ((80,77^2 - 0^2) / (2 * 20000)) (vz. (5))
$\Delta y_{pZ} = 0,139$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_p = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \phi_p / 10^3)$		= 6,3 * \text{tg}(3,4327 / 10^3)
$\Delta x_p = 0,0216$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \phi_p = \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * 10^3$		= 0,85 * ((80,77 - 0) / 20000) * 10^3 (vz. (6))
$\Delta \phi_p = 3,4327$	mrad	

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2
účinkem naklonění terénu "i"

těšínská opěra - dětmarovický pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 80,770$	m	
$\Delta y_{iZ} = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$		= 0,9 * 0,0065 * (80,77 - 0)
$\Delta y_{iZ} = 0,473$	m	(vz. (7))
$\Delta x_i = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \phi_p / 10^3)$		= 6,3 * \text{tg}(5,525 / 10^3)
$\Delta x_i = 0,0348$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ϵ**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ϵ**
 pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

těšínská opěra - dětmarovický pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 80,770$	m	
$\Delta x = \mu_\epsilon * \epsilon_{max} * (x_2 - x_1)$		= 0,85 * 0,004 * (80,77 - 0) (vz. (9))
$\Delta x = 0,275$	m	

ÚSEK 3: těšínská opěra (1) - dětmarovická opěra (4)

• **svislý pokles, posun a natočení od R, i**

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem zakřivení terénu o poloměru R**

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 102,440$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{opěry} = 3,790$	m	
$\Delta y_{pZ} = \mu_p * ((x_2^2 - x_1^2) / (2 * R_{min}))$		= $0,85 * ((102,44^2 - 0^2) / (2 * 20000))$ (vz. (5))
$\Delta y_{pZ} = 0,223$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_p = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta \varphi_p / 10^3)$		= $3,79 * \text{tg}(4,3537 / 10^3)$
$\Delta x_p = 0,0165$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \varphi_p = \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * 10^3$		= $0,85 * ((102,44 - 0) / 20000) * 10^3$ (vz. (6))
$\Delta \varphi_p = 4,3537$	mrad	

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2
účinkem naklonění terénu "i"

těšínská opěra - dětmarovická opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 102,440$	m	
$\Delta y_{iZ} = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,9 * 0,0065 * (102,44 - 0)$
$\Delta y_{iZ} = 0,599$	m	(vz. (7))
$\Delta x_i = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \varphi_p / 10^3)$		= $0,223 * \text{tg}(5,525 / 10^3)$
$\Delta x_i = 0,00123$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ε**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ε**
pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

těšínská opěra - dětmarovická opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 102,440$	m	
$\Delta x = \mu_\varepsilon * \varepsilon_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,85 * 0,004 * (102,44 - 0)$ (vz. (9))
$\Delta x = 0,348$	m	

SITUACE II)



ÚSEK 1: těšínský pilíř (2) - těšínská opěra (1)

• **svislý pokles, posun a natočení od R,i**

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem zakřivení terénu o poloměru R**

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 21,670$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{opěry} = 3,790$	m	
$\Delta y_{pZ} = \mu_p * ((x_2^2 - x_1^2) / (2 * R_{min}))$		= $0,85 * ((21,67^2 - 0^2) / (2 * 20000))$ (vz. (5))
$\Delta y_{pZ} = 0,010$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_p = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta \phi_p / 10^3)$		= $3,79 * \text{tg}(0,921 / 10^3)$
$\Delta x_p = 0,0035$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \phi_p = \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * 10^3$		= $0,85 * ((21,67 - 0) / 20000) * 10^3$ (vz. (6))
$\Delta \phi_p = 0,9210$	mrad	... návrhová hodnota změny úhlu naklonění

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem naklonění terénu "i"** (s hodnotou pootočení se však nepočítá)

těšínský pilíř - těšínská opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 21,670$	m	
$\Delta y_i = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,9 * 0,0065 * (21,67 - 0)$ (vz. (7))
$\Delta y_{iZ} = 0,127$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_i = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta \phi_p / 10^3)$		= $3,79 * \text{tg}(5,525 / 10^3)$
$\Delta x_i = 0,0209$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ϵ**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ϵ**

pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

těšínský pilíř - těšínská opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 21,670$	m	
$\Delta x = \mu_\epsilon * \epsilon_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,85 * 0,004 * (21,67 - 0)$ (vz. (9))
$\Delta x = 0,074$	m	

ÚSEK 2: těšínský pilíř (2) - dětmarovický pilíř (3)

• **svislý pokles, posun a natočení od R, i**

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem zakřivení terénu o poloměru R**

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 59,100$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{\text{pilíře}} = 6,300$	m	
$\Delta y_{\rho Z} = \mu_{\rho} * ((x_2^2 - x_1^2) / (2 * R_{\text{min}}))$		= $0,85 * ((59,1^2 - 0^2) / (2 * 20000))$ (vz. (5))
$\Delta y_{\rho Z} = 0,074$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_{\rho} = h_{\text{pilíře}} * \text{tg}(\Delta \phi_{\rho} / 10^3)$		= $6,3 * \text{tg}(2,5118 / 10^3)$
$\Delta x_{\rho} = 0,0158$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \phi_{\rho} = \mu_{\rho} * ((x_2 - x_1) / R_{\text{min}}) * 10^3$		= $0,85 * ((59,1 - 0) / 20000) * 10^3$ (vz. (6))
$\Delta \phi_{\rho} = 2,5118$	mrad	

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2
účinkem naklonění terénu "i"

těšínský pilíř - dětmarovický pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 59,100$	m	
$\Delta y_{iZ} = \mu_i * i_{\text{max}} * (x_2 - x_1)$		= $0,9 * 0,0065 * (59,1 - 0)$
$\Delta y_{iZ} = 0,346$	m	(vz. (7))
$\Delta x_i = h_{\text{pilíře}} * \text{tg}(\Delta \phi_{\rho} / 10^3)$		= $0,346 * \text{tg}(5,525 / 2)$
$\Delta x_i = 0,0348$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ϵ**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ϵ**
pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

těšínský pilíř - dětmarovický pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 59,100$	m	
$\Delta x = \mu_{\epsilon} * \epsilon_{\text{max}} * (x_2 - x_1)$		= $0,85 * 0,004 * (59,1 - 0)$ (vz. (9))
$\Delta x = 0,201$	m	

ÚSEK 3: těšínský pilíř (2) - dětmarovická opěra (4)

• **svislý pokles, posun a natočení od R, i**

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem zakřivení terénu o poloměru R**

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 80,770$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{opěry} = 3,790$	m	
$\Delta y_{pZ} = \mu_p * ((x_2^2 - x_1^2) / (2 * R_{min}))$		= 0,85 * ((80,77^2 - 0^2) / (2 * 20000)) (vz. (5))
$\Delta y_{pZ} = 0,139$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_p = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta \varphi_p / 10^3)$		= 3,79 * \text{tg}(3,4327 / 10^3)
$\Delta x_p = 0,0130$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \varphi_p = \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * 10^3$		= 0,85 * ((80,77 - 0) / 20000) * 10^3 (vz. (6))
$\Delta \varphi_p = 3,4327$	mrad	

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2
účinkem naklonění terénu "i"

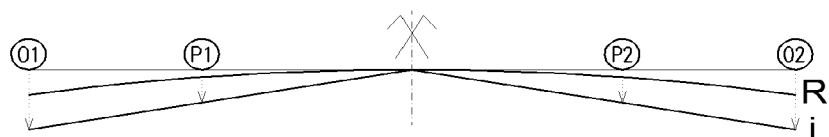
dětmarovický pilíř - dětmarovická opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 80,770$	m	
$\Delta y_{iZ} = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$		= 0,9 * 0,0065 * (80,77 - 0)
$\Delta y_{iZ} = 0,473$	m	(vz. (7))
$\Delta x_i = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \varphi_p / 10^3)$		= 0,473 * \text{tg}(5,525 / 2)
$\Delta x_i = 0,0209$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ε**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ε**
pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

dětmarovický pilíř - dětmarovická opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 80,770$	m	
$\Delta x = \mu_\varepsilon * \varepsilon_{max} * (x_2 - x_1)$		= 0,85 * 0,004 * (80,77 - 0) (vz. (9))
$\Delta x = 0,275$	m	

SITUACE III)



ÚSEK 1 = ÚSEK 3: L/2 nosné kce- těšínský pilíř (2)/dětmarovický pilíř (3)

• **svislý pokles, posun a natočení od R,i**

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem zakřivení terénu o poloměru R**

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 29,550$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{pilíře} = 6,300$	m	
$\Delta y_{pZ} = \mu_p * ((x_2 - x_1)^2) / (2 * R_{min})$		= $0,85 * ((29,55^2 - 0^2) / (2 * 20000))$ (vz. (5))
$\Delta y_{pZ} = 0,019$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_p = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \varphi_p / 10^3)$		= $6,3 * \text{tg}(1,2559 / 10^3)$
$\Delta x_p = 0,0079$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \varphi_p = \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * 10^3$		= $0,85 * ((29,55 - 0) / 20000) * 10^3$ (vz. (6))
$\Delta \varphi_p = 1,2559$	mrad	... návrhová hodnota změny úhlu naklonění

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem naklonění terénu "i"** (s hodnotou pootočení se však nepočítá)

L/2 nosné konstrukce - těšínský pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 29,550$	m	
$\Delta y_i = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,9 * 0,0065 * (29,55 - 0)$ (vz. (7))
$\Delta y_{iZ} = 0,173$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_i = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \varphi_p / 10^3)$		= $0,173 * \text{tg}(5,525 / 2)$
$\Delta x_i = 0,0348$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ϵ**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ϵ**

pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

L/2 nosné konstrukce - těšínský pilíř		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 29,550$	m	
$\Delta x = \mu_\epsilon * \epsilon_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,85 * 0,004 * (29,55 - 0)$ (vz. (9))
$\Delta x = 0,100$	m	

ÚSEK 2 = ÚSEK 4: L/2 nosné kce - těšínská opěra (1)/dětmarovická opěra (4)

• **svislý pokles, posun a natočení od R,i**

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem zakřivení terénu o poloměru R**

$x_1 = 0,000$	m	
$x_2 = 51,220$	m	... dle obr. 3 normy
$h_{opěry} = 3,790$	m	
$\Delta y_{pZ} = \mu_p * ((x_2^2 - x_1^2) / (2 * R_{min}))$		= $0,85 * ((51,22^2 - 0^2) / (2 * 20000))$ (vz. (5))
$\Delta y_{pZ} = 0,056$	m	... návrhový svislý relativní pokles
$\Delta x_p = h_{opěry} * \text{tg}(\Delta \phi_p / 10^3)$		= $3,79 * \text{tg}(2,1769 / 10^3)$
$\Delta x_p = 0,0083$	m	... návrhový vodorovný posun od zakřivení
$\Delta \phi_p = \mu_p * ((x_2 - x_1) / R_{min}) * 10^3$		= $0,85 * ((51,22 - 0) / 20000) * 10^3$ (vz. (6))
$\Delta \phi_p = 2,1769$	mrad	

- výpočtový nerovnoměrný pokles 2 bodů podzákladí objektu o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem naklonění terénu "i"**

L/2 nosné konstrukce - těšínská opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... dle obr. 3 normy
$x_2 = 51,220$	m	
$\Delta y_{iZ} = \mu_i * i_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,9 * 0,0065 * (51,22 - 0)$
$\Delta y_{iZ} = 0,300$	m	(vz. (7))
$\Delta x_i = h_{pilíře} * \text{tg}(\Delta \phi_p / 10^3)$		= $0,3 * \text{tg}(5,525 / 2)$
$\Delta x_i = 0,0209$	m	... návrhový vodorovný posun od naklonění
$i = 5,525$	mrad	... s korekč. souč. μ_i

• **vodorovný posuv od ϵ**

- výpočtový vodorovný posuv podzákladí mezi 2 body o půdorysných souřadnicích x_1 a x_2 **účinkem vodorovného poměrného přetvoření terénu ϵ**

pozn.: v příčném směru vodorovný posuv neuvažujeme, ložiska mají 1 společnou opěru/pilíř

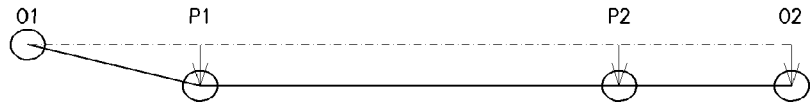
L/2 nosné konstrukce - těšínská opěra		
$x_1 = 0,000$	m	... vzdál. dle obr. 4 normy
$x_2 = 51,220$	m	
$\Delta x = \mu_\epsilon * \epsilon_{max} * (x_2 - x_1)$		= $0,85 * 0,004 * (51,22 - 0)$ (vz. (9))
$\Delta x = 0,174$	m	

4.3. PŘÍČNÝ SMĚR

Výpočet deformací viz odstavec 3.1.

- na dalších stranách je rekapitulace vypočtených parametrů

SITUACE a)



- těšínská opěra (1)

- bez deformace

- těšínský pilíř (2)

$$\Delta\varphi_p = 0,1083 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowright$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00077$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,033$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0007$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0348$	m	←

... natočení od "R" v příčném směru

... svislý pokles od "R"

... svislý pokles od "i"

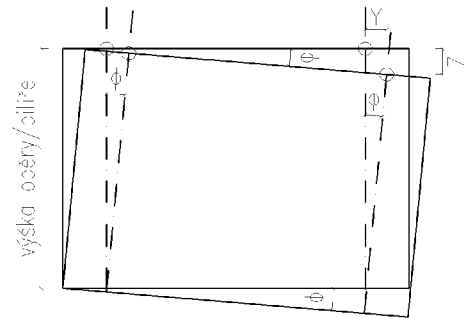
... vodor. posun od "R" v příčném směru

... vodor. posun od "i" v příčném směru

- dětmarovický pilíř (3)

$$\Delta\varphi_p = 0,1083 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowright$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00077$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,033$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0007$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0348$	m	←



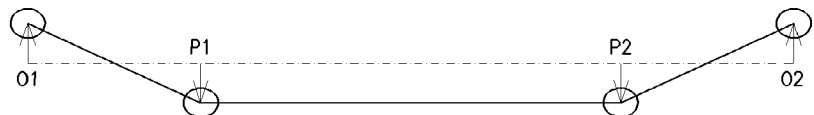
- naklápění v příčném směru

- dětmarovická opěra (4)

$$\Delta\varphi_p = 0,1349 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowright$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00096$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,042$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0005$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0209$	m	←

SITUACE b)



- těšínská opěra (1) - naklápění **doleva** ve směru staničení

$$\Delta\varphi_p = 0,1349 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowright$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00096$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,042$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0005$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0209$	m	←

- těšínský pilíř (2) - naklápění **doprava** ve směru staničení

$$\Delta\varphi_p = 0,1083 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowright$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00077$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,033$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0007$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0348$	m	←

- dětmarovický pilř (3) - naklání **doprava** ve směru staničení

$$\Delta\phi_p = 0,1083 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowright$$

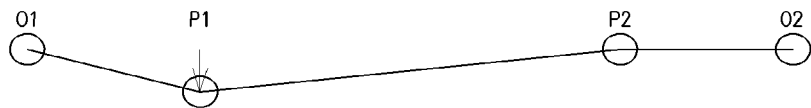
$\Delta y_{pZ} = 0,00077$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,033$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0007$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0348$	m	←

- dětmarovická opěra (4) - naklání **doleva** ve směru staničení

$$\Delta\phi_p = 0,1349 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowleft$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00096$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,042$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0005$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0209$	m	←

SITUACE c)



- těšínská opěra (1)

- bez deformace

- těšínský pilř (2)

$$\Delta\phi_p = 0,1083 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowright$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00077$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,033$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0007$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0348$	m	←

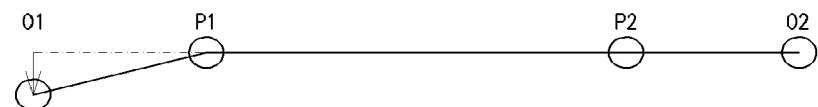
- dětmarovický pilř (3)

- bez deformace

- dětmarovická opěra (4)

- bez deformace

SITUACE d)



- těšínská opěra (1)

$$\Delta\phi_p = 0,1349 \quad \text{mrad} \quad \curvearrowleft$$

$\Delta y_{pZ} = 0,00096$	m	↓
$\Delta y_{iZ} = 0,042$	m	↓
$\Delta y_{pY} = 0,0005$	m	←
$\Delta y_{iY} = 0,0209$	m	←

- těšínský pilř (2)

- bez deformace

- dětmarovický pilř (3)

- bez deformace
- dětmarovická opěra (4)
- bez deformace

5. KOMBINACE ÚČINKŮ OD PODDOLOVÁNÍ

- rekapitulace a kombinace vypočtených účinků od def. parametrů v jednotlivých řezech a směrech

Uvedené hodnoty po kombinaci (*, **, ***) budou zadávány v jednotlivých zatěžovacích stavech. Co se týče podélného směru, v kombinacích bude vždy jen 1 ZS (s příslušným redukcujícím souč.). Zatěžovací stavy v příčném směru budou tvořit 1 kombinaci, neboť směry vyšetřujeme odděleně. Zatěžovací stavy v podélném směru budou tvořit VÝBĚROVOU skupinu zatížení LG1, ZS v příčném směru VÝBĚROVOU skupinu zatížení LG2.

Pravidla zacházení se zatěžovacími stavy v programu SCIA Engineer_2008:

- každá situace týkající se podélného směru bude obsažena ve 3 kombinacích:

I*, I**, I***

II*, II**, II***

III*, III**, III***

- situace týkající se příčného směru budou v 1 kombinaci:

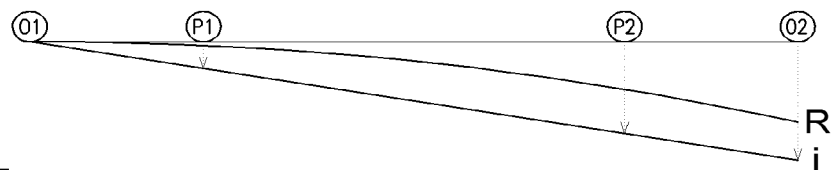
Příčný směr (obsahuje a,b,c,d - výběr)

Celkový počet kombinací bude tedy 10. Všech 9 kombinací týkajících se podélného směru budou shrnuty do 1 velké kombinace (v softwaru označení "třída výsledků", TR1), která vytvoří na konstrukci definitivní obálku od ZS z podélného směru. Budou posuzovány účinky na konstrukci od kombinací "TR1" a od kombinace "Příčný směr". Rozhodují větší hodnoty účinků.

- podélný směr: deformace obou ložisek na opěře/pilíři
- příčný směr: deformace pouze 1 ložiska na podpěře (dle ZS)

Nejdříve je však nutné vytvořit kombinace účinků od poddolování dle požadavku ČSN 73 0039. Při uvažování výskytu všech 3 složek deformačních parametrů se mají ověřit všechny jejich kombinace - viz odst.3 tohoto textu (označení *, **, ***). Při výpočtu budou respektovány všechny tyto možnosti.

SITUACE I)



- řez v ose těšínské opěry (1)

- opěra je bez svislých, vodorovných posunů a natočení v PODÉLNÉM směru

- řez v ose těšínského pilíře (2)

$\Delta y_p = 0,010$	m	↓
$\Delta y_i = 0,127$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0058$	m	→
$\Delta x_i = 0,0348$	m	→
$\Delta x = 0,074$	m	→
$\Delta \varphi_p = 0,9210$	mrad	↷

... svislý pokles od "R"

... svislý pokles od "i"

... vodorovný posun od "R"

... vodorovný posun od "i"

... vodorovný posun od "ε"

... natočení od "R"

$$\begin{aligned}
 *) \quad 0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,9 \cdot 0,01 + 0,6 \cdot 0,127 \\
 &= \mathbf{0,08520 \quad m} \quad \downarrow \\
 \Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,074 + 0,9 \cdot 0,0058 + 0,6 \cdot 0,0348 \\
 &= \mathbf{0,10010 \quad m} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 **) \quad \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,01 + 0,6 \cdot 0,127 \\
 &= \mathbf{0,08620 \quad m} \quad \downarrow \\
 \Delta x_p + 0,9 \cdot \Delta x + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,0058 + 0,9 \cdot 0,074 + 0,6 \cdot 0,0348 \\
 &= \mathbf{0,09328 \quad m} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ***) \quad \Delta y_i + 0,6 \cdot \Delta y_p &= 0,127 + 0,6 \cdot 0,01 \\
 &= \mathbf{0,13300 \quad m} \quad \downarrow \\
 \Delta x_i + 0,6 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x &= 0,0348 + 0,6 \cdot 0,0058 + 0,6 \cdot 0,074 \\
 &= \mathbf{0,08268 \quad m} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

• řez v ose dětmarovického pilíře (3)		
$\Delta y_p = 0,139$	m	↓
$\Delta y_i = 0,473$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0216$	m	→
$\Delta x_i = 0,0348$	m	→
$\Delta x = 0,275$	m	→
$\Delta \varphi_p = 3,4327$	mrاد	↷

$$\begin{aligned}
 *) \quad 0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,9 \cdot 0,139 + 0,6 \cdot 0,473 \\
 &= \mathbf{0,40890 \quad m} \quad \downarrow \\
 \Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,275 + 0,9 \cdot 0,0216 + 0,6 \cdot 0,0348 \\
 &= \mathbf{0,31532 \quad m} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

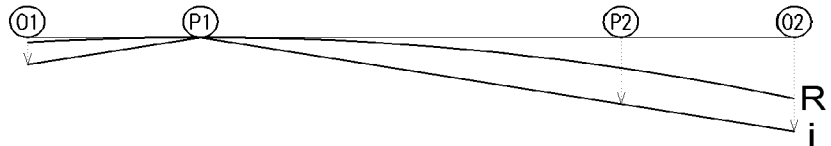
$$\begin{aligned}
 **) \quad \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,139 + 0,6 \cdot 0,473 \\
 &= \mathbf{0,42280 \quad m} \quad \downarrow \\
 \Delta x_p + 0,9 \cdot \Delta x + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,0216 + 0,9 \cdot 0,275 + 0,6 \cdot 0,0348 \\
 &= \mathbf{0,28998 \quad m} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ***) \quad \Delta y_i + 0,6 \cdot \Delta y_p &= 0,473 + 0,6 \cdot 0,139 \\
 &= \mathbf{0,55640 \quad m} \quad \downarrow \\
 \Delta x_i + 0,6 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x &= 0,0348 + 0,6 \cdot 0,0216 + 0,6 \cdot 0,275 \\
 &= \mathbf{0,21276 \quad m} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

• řez v ose dětmarovické opěry (4)		
$\Delta y_p = 0,223$	m	↓
$\Delta y_i = 0,599$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0165$	m	→
$\Delta x_i = 0,0012$	m	→
$\Delta x = 0,348$	m	→
$\Delta \varphi_p = 4,3537$	mrاد	↷

				redukční součinitel závisující na rektifikačním kroku		
*)	$0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i$	=	$0,9 \cdot 0,223 + 0,6 \cdot 0,599$		⇒	0,044635
		=	0,56010 m	↓		
	$\Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i$	=	$0,348 + 0,9 \cdot 0,0165 + 0,6 \cdot 0,0012$	→		
		=	0,36357 m			
***)	$\Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i$	=	$0,223 + 0,6 \cdot 0,599$		⇒	0,0429258
		=	0,58240 m	↓		
	$\Delta x_p + 0,9 \cdot \Delta x + 0,6 \cdot \Delta x_i$	=	$0,0165 + 0,9 \cdot 0,348 + 0,6 \cdot 0,0012$	→		
		=	0,33042 m			
****)	$\Delta y_i + 0,6 \cdot \Delta y_p$	=	$0,599 + 0,6 \cdot 0,223$		⇒	0,0341157
		=	0,73280 m	↓		
	$\Delta x_i + 0,6 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x$	=	$0,0012 + 0,6 \cdot 0,0165 + 0,6 \cdot 0,348$	→		
		=	0,21990 m			

SITUACE II)



• řez v ose těšínské opěry (1)		
$\Delta y_p = 0,010$	m	↓
$\Delta y_i = 0,127$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0035$	m	→
$\Delta x_i = 0,0209$	m	→
$\Delta x = 0,074$	m	→
$\Delta \varphi_p = 0,9210$	mrاد	↷

- ... svislý pokles od "R"
- ... svislý pokles od "i"
- ... vodorovný posun od "R"
- ... vodorovný posun od "i"
- ... vodorovný posun od "ε"
- ... natočení od "R"

*)	$0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i$	=	$0,9 \cdot 0,01 + 0,6 \cdot 0,127$		⇒	0,08520 m
		=	0,08520 m	↓		
	$\Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i$	=	$0,074 + 0,9 \cdot 0,0035 + 0,6 \cdot 0,0209$	→		
		=	0,08969 m			
***)	$\Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i$	=	$0,01 + 0,6 \cdot 0,127$		⇒	0,08620 m
		=	0,08620 m	↓		
	$\Delta x_p + 0,9 \cdot \Delta x + 0,6 \cdot \Delta x_i$	=	$0,0035 + 0,9 \cdot 0,074 + 0,6 \cdot 0,0209$	→		
		=	0,08264 m			
****)	$\Delta y_i + 0,6 \cdot \Delta y_p$	=	$0,127 + 0,6 \cdot 0,01$		⇒	0,13300 m
		=	0,13300 m	↓		
	$\Delta x_i + 0,6 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x$	=	$0,0209 + 0,6 \cdot 0,0035 + 0,6 \cdot 0,074$	→		
		=	0,06740 m			

• řez v ose těšínského pilíře (2)

- opěra je bez svislých, vodorovných posunů a natočení v PODÉLNÉM směru

• řez v ose dětmarovického pilíře (3)		
$\Delta y_p = 0,074$	m	↓
$\Delta y_i = 0,346$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0158$	m	→
$\Delta x_i = 0,0348$	m	→
$\Delta x = 0,201$	m	→
$\Delta \varphi_p = 2,5118$	mrاد	↷

$$\begin{aligned}
 *) \quad 0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,9 \cdot 0,074 + 0,6 \cdot 0,346 \\
 &= \mathbf{0,27420 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,201 + 0,9 \cdot 0,0158 + 0,6 \cdot 0,0348 \\
 &= \mathbf{0,23610 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 **) \quad \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,074 + 0,6 \cdot 0,346 \\
 &= \mathbf{0,28160 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x_p + 0,9 \cdot \Delta x + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,0158 + 0,9 \cdot 0,201 + 0,6 \cdot 0,0348 \\
 &= \mathbf{0,21758 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ***) \quad \Delta y_i + 0,6 \cdot \Delta y_p &= 0,346 + 0,6 \cdot 0,074 \\
 &= \mathbf{0,39040 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x_i + 0,6 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x &= 0,0348 + 0,6 \cdot 0,0158 + 0,6 \cdot 0,201 \\
 &= \mathbf{0,16488 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

• řez v ose dětmarovické opěry (4)		
$\Delta y_p = 0,139$	m	↓
$\Delta y_i = 0,473$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0130$	m	→
$\Delta x_i = 0,0209$	m	→
$\Delta x = 0,275$	m	→
$\Delta \varphi_p = 3,4327$	mrاد	↷

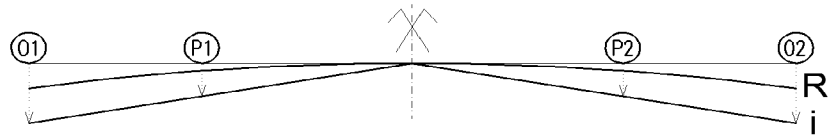
$$\begin{aligned}
 *) \quad 0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,9 \cdot 0,139 + 0,6 \cdot 0,473 \\
 &= \mathbf{0,40890 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,275 + 0,9 \cdot 0,0130 + 0,6 \cdot 0,0209 \\
 &= \mathbf{0,29924 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 **) \quad \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,139 + 0,6 \cdot 0,473 \\
 &= \mathbf{0,42280 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x_p + 0,9 \cdot \Delta x + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,0130 + 0,9 \cdot 0,275 + 0,6 \cdot 0,0209 \\
 &= \mathbf{0,27304 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ***) \quad \Delta y_i + 0,6 \cdot \Delta y_p &= 0,473 + 0,6 \cdot 0,139 \\
 &= \mathbf{0,55640 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x_i + 0,6 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x &= 0,0209 + 0,6 \cdot 0,0130 + 0,6 \cdot 0,275 \\
 &= \mathbf{0,19370 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

redukční součinitel závisající na rektifikačním kroku
0,0611
0,0591
0,0449

SITUACE III)



• řez v ose těšínské opěry (1)		
• řez v ose dětmarovické opěry (4)		
$\Delta y_p = 0,056$	m	↓
$\Delta y_i = 0,300$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0083$	m	→
$\Delta x_i = 0,0209$	m	→
$\Delta x = 0,174$	m	→
$\Delta \varphi_p = 2,1769$	mrاد	↷

... svislý pokles od "R"
 ... svislý pokles od "i"
 ... vodorovný posun od "R"
 ... vodorovný posun od "i"
 ... vodorovný posun od "ε"
 ... natočení od "R"

$$\begin{aligned}
 *) \quad 0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,9 \cdot 0,056 + 0,6 \cdot 0,3 \\
 &= \mathbf{0,23040 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,174 + 0,9 \cdot 0,0083 + 0,6 \cdot 0,0209 \\
 &= \mathbf{0,19401 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 **) \quad \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,056 + 0,6 \cdot 0,3 \\
 &= \mathbf{0,23600 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x_p + 0,9 \cdot \Delta x + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,0083 + 0,9 \cdot 0,174 + 0,6 \cdot 0,0209 \\
 &= \mathbf{0,17744 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ***) \quad \Delta y_i + 0,6 \cdot \Delta y_p &= 0,3 + 0,6 \cdot 0,056 \\
 &= \mathbf{0,33360 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x_i + 0,6 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x &= 0,0209 + 0,6 \cdot 0,0083 + 0,6 \cdot 0,174 \\
 &= \mathbf{0,13028 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

redukční součinitel závislejší na rektifikačním kroku
0,1085
0,1059
0,0749

• řez v ose těšínského pilíře (2)		
• řez v ose dětmarovického pilíře (3)		
$\Delta y_p = 0,019$	m	↓
$\Delta y_i = 0,173$	m	↓
$\Delta x_p = 0,0079$	m	→
$\Delta x_i = 0,0348$	m	→
$\Delta x = 0,100$	m	→
$\Delta \varphi_p = 1,2559$	mrاد	↷

$$\begin{aligned}
 *) \quad 0,9 \cdot \Delta y_p + 0,6 \cdot \Delta y_i &= 0,9 \cdot 0,019 + 0,6 \cdot 0,173 \\
 &= \mathbf{0,12090 \text{ m}} \quad \downarrow \\
 \Delta x + 0,9 \cdot \Delta x_p + 0,6 \cdot \Delta x_i &= 0,1 + 0,9 \cdot 0,0079 + 0,6 \cdot 0,0348 \\
 &= \mathbf{0,12799 \text{ m}} \quad \rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} **) \quad \Delta y_p + 0,6 * \Delta y_i &= 0,019 + 0,6 * 0,173 \\ &= \mathbf{0,12280} \quad \text{m} \quad \downarrow \\ \Delta x_p + 0,9 * \Delta x + 0,6 * \Delta x_i &= 0,0079 + 0,9 * 0,1 + 0,6 * 0,0348 \\ &= 0,11878 \quad \text{m} \quad \rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ***) \quad \Delta y_i + 0,6 * \Delta y_p &= 0,173 + 0,6 * 0,019 \\ &= \mathbf{0,18440} \quad \text{m} \quad \downarrow \\ \Delta x_i + 0,6 * \Delta x_p + 0,6 * \Delta x &= 0,0348 + 0,6 * 0,0079 + 0,6 * 0,1 \\ &= 0,09954 \quad \text{m} \quad \rightarrow \end{aligned}$$

SITUACE a)-d)

- hodnoty účinků od "R" a "i" v příčném směru budou sečteny. Počítáme tedy 100% účinků (na stranu bezp.). Bylo ověřeno, že celkové hodnoty po kombinacích *, **, *** vyvolávají na konstrukci téměř stejné vnitřní síly. Proto můžeme počítat s plnými hodnotami od "R" a "i".

6. VNITŘNÍ SÍLY, PŘÍRŮSTKY NAPĚTÍ NA PRVCÍCH - GERBERŮV NOSNÍK

6.1. ZÁKLADNÍ INFORMACE

Na následujících stránkách bude provedeno vyhodnocení účinků poddolování na nosné kci mostu. V řádku tabulky PŮVODNÍ budou hodnoty vypočtené a uvedené v části Statický výpočet, tzn. od standartního zatížení, jako je zatížení stálé, ostatní stálé, doprava, vítr, teplota. V dalším řádku označeném jako **PODDOLOVÁNÍ** budou zapsány přírůstky vnitřních sil od účinků poddolování. Budeme si však hlavně všimnout celkového srovnávacího napětí σ_N .

Gerberův nosník je staticky určitý systém. Proto se na konstrukci neprojeví podélný ohyb při poklesech opěr a pilířů. Na konstrukci nevzniknou vnitřní síly. Konstrukce se bude pouze deformovat, přičemž se bude "lámat" v kloubech. Hodnoty sednutí budou omezeny navrženou rektifikací.

Gerberův nosník je pro tento fakt výhodný systém pro poddolovaná území.

V konstrukci budou vznikat vnitřní síly pouze z příčného naklánění opěr (kroucení kce).

Při nutnosti změny průřezu: bude v tomto odstavci proveden návrh nových dimenzí. V části DP Statický výpočet již změny provádět nebudeme. Změna průřezu se projeví v části Technická zpráva a ve výkresové dokumentaci.

V kombinacích je s účinky poddolování zacházeno jako se zatížením stálým (viz poznámky v odst. 1). Uvedená ekvivalentní napětí jsou již **návrhová**.

pozn. autora: Vzhledem k omezenému rozsahu DP nedokládám přepočty napětí u prvků, kde bude potřeba změnit dimenze s ohledem na účinky od poddolování. V tabulkách bude pouze doplněno výsledné ekvivalentní napětí.

6.2. HLAVNÍ NOSNÍK

$$f_y = 355,0 \quad \text{MPa}$$

- vliv účinků poddolování v příčném směru na hlavní nosník je především pro průřez v oblasti dětmarovického pilíře, kde jsou umístěna podélně pevná ložiska
- napětí je vztaženo k horním vláknům, ohybový moment i s vlivem přídavného M_y od změny těžištní osy
- tah má na napětí v průřezu v tomto případě rozhodující vliv. Byla vybrána nebezpečná kombinace N+M.
- rozhodující situace: **b)**
- řez u dětm. pilíře; rektifikační krok viz odst. 8.

	M_y [kNm]	N [kN]	V_z [kN]	$\sigma_{N_dílčí}$ [MPa]	$\sigma_{N_celk.}$ [MPa]
původní	-10955,00	3087,1	2182,16	327,87	394,79
poddolování	-1927,61	1360,68	127,69	66,92	

tah

Je potřeba opravit dimenze průřezu!

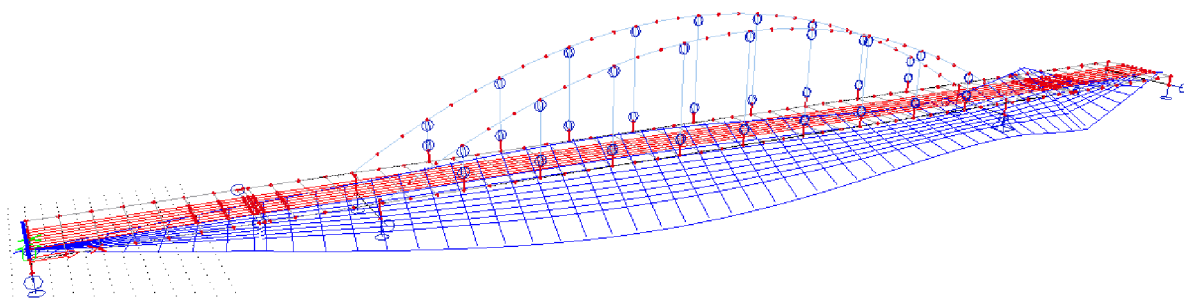
nový návrh: zvětšení pásnic z 650/25 na 700/30

	$\sigma_{N_dílčí}$ [MPa]	$\sigma_{N_celk.}$ [MPa]
od standartního zatížení po přepočtu	276,84	332,19
poddolování	55,35	

- rozhodují horní vlákna průřezu
- zároveň také zvětšíme pásnice také u HN ve 2.poli z **390/20 na 390/25**

Prvek vyhovuje.

pozn.: bylo také intenzivně zvažováno použití oceli S420. Použití této oceli by bylo pouze lokální (nadpil. oblast) a navíc se její cena pohybuje cca na stejné hodnotě jako u oceli S355.

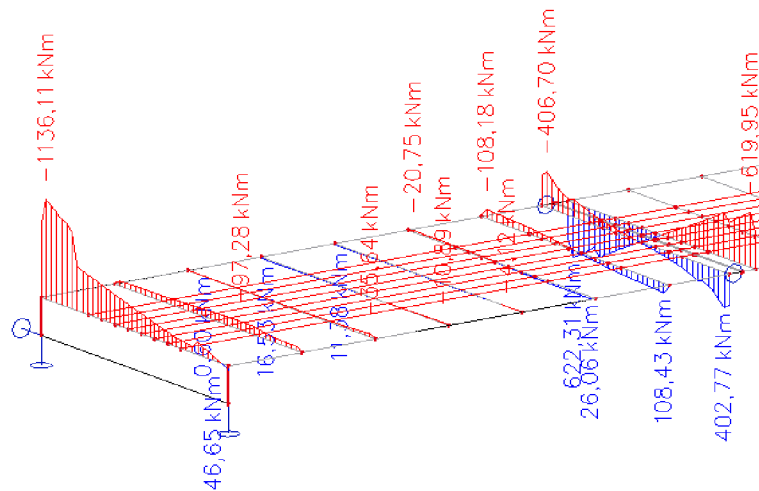


- deformace mostovky a HN od nebezpečné situace b)

6.3. PŘÍČNÉ VÝZTUHY

$$f_y = 355,0 \quad \text{MPa}$$

- vliv účinků poddolování zasáhne nejvíce příčné výztuhy koncové, v oblasti kloubu a nadpilířové, ty nejvíce vzdorují kroucení konstrukce (na obrázku lze vidět poměr namáhání jednotlivých výztuh)



- M_y od situace b) (hodnoty bez rektifikace)

6.3.1. PŘÍČNÉ VÝZTUHY V OBLASTI KLOUBU

Příčné výztuhy jsou od dopravy a ostatního zatížení v $L/2$ o 50% méně namáhány než výztuhy jinde v poli. Posuzovaná výztuha (blíže k pilíři) je v uložení namáhána kladným ohybovým momentem při všech ZS, jsou tedy namáhána spodní vlákna a účinkům od poddolování tak odlehčuje. Uvedeme přírůstek jen od poddolování v místě uložení, což je na stranu bezpečnou. Výztuha je zdatelně namáhána momentem M_z , který tvoří hlavní podíl při výpočtu ekvivalentního napětí.

- rozhodující situace: **b)**
- hodnoty v uložení od poddolování

	M_y [kNm]	M_z [kNm]	N [kN]	V_z [kN]	$\sigma_{N_podd.}$ [MPa]
poddolování	-274,49	-93,91	482,8	44,83	190,13

Prvek vyhovuje.

6.3.2. PŘÍČNÁ VÝZTUHA KONCOVÁ

Zde je situace jiná, než u výztuh v oblasti kloubu. Výztuha je namáhána podobnými vnitřními silami (méně od dopravy, více od teploty a větru), jako ostatní výztuhy v poli. Navíc se tato výztuha vysokou měrou podílí na přenosu napětí od účinků poddolování, konkrétně od rozdílného příčného naklánění pilířů a opěr.

- rozhodující situace: **b)**
- bude ověřeno napětí v místě uložení (M_y táhne horní vlákna, avšak N je tlaková-odlehčuje)

	M_y [kNm]	M_z [kNm]	N [kN]	V_z [kN]	$\sigma_{N_díleč}$ [MPa]	$\sigma_{N_celk.}$ [MPa]
původní	-110,27	0,00	100,83	381,54	73,42	183,98
poddolování	-537,64	-52,07	-1516,31	165,28	110,56	

Prvek vyhovuje.

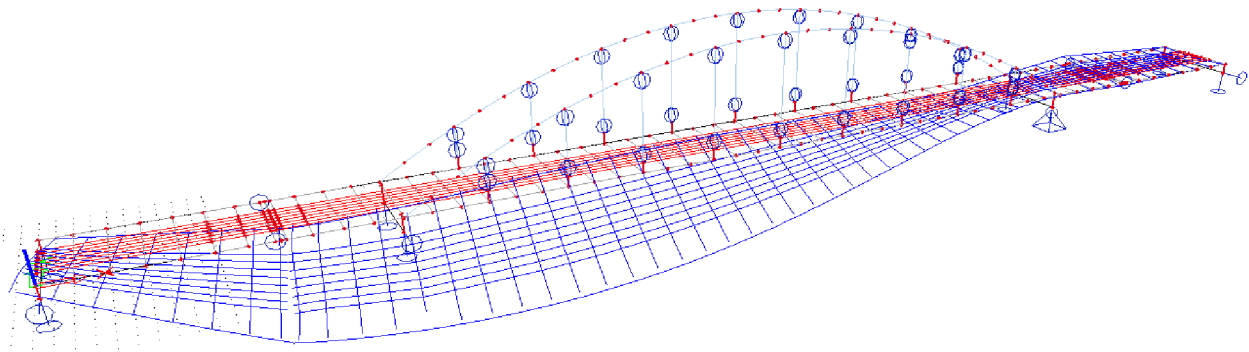
6.3.3. PŘÍČNÁ VÝZTUHA NADPILÍŘOVÁ

- rozhodující situace: **c)**

Byla prověřena taktéž situace b). Tato situace však vyvolává na příčnici u rozhodujících spodních vláken

kladné napětí, tudíž významně odlečuje.

- nebezpečný průřez je na výztuze dětmarovického pilíře



- deformace mostovky a HN od nebezpečné situace c)

Výztuha nad dětmarovickým pilířem "drží" konstrukci mostu při této deformaci a přebírá tak více napětí než výztuha nad těšínským pilířem.

- řez nad ložiskem, dolní vlákna (V_y ve výčtu vnitřních sil zanedbáme, zanedbatelná hodnota)

	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	N [kN]	V_z [kN]	$\sigma_{N_dířer}$ [MPa]	$\sigma_{N_celk.}$ [MPa]
původní	364,03	-4997,99	432,15	-1319,73	3424,90	214,96	267,59
poddolování	108,86	-730,93	423,48	-1199,79	308,88	52,63	

Prvek vyhovuje.

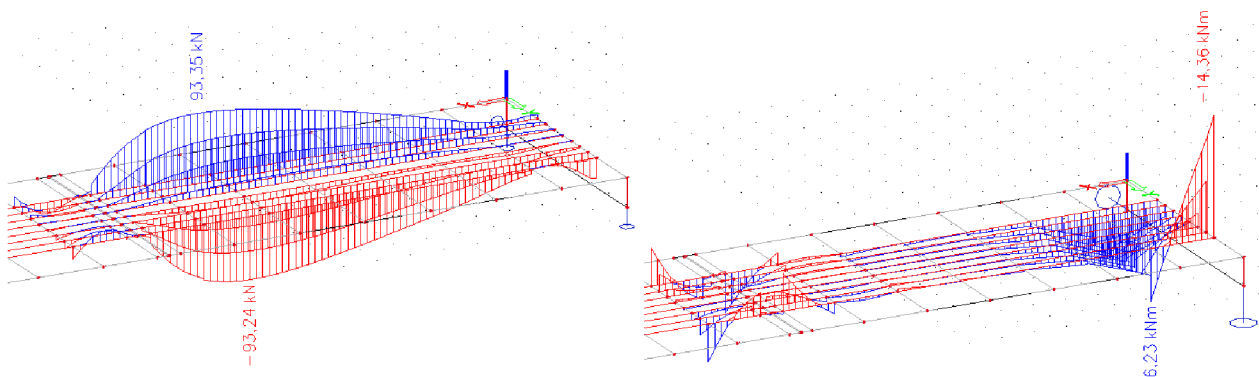
6.3.4. PŘÍČNÉ VÝZTUHY V POLI

Dle výsledků vnitřních sil můžeme konstatovat, že příčné výztuhy v poli se nepodílí na přenosu napětí od účinků poddolování vzniklých rozdílným nakláněním opěr a pilířů v příčném směru.

6.4. PODÉLNÉ VÝZTUHY

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

- rozhodující situace: **b)**



- průběh N od situace b) (hodnoty po rektifikaci) - průběh M_y od situace b)

Na obrázcích nahoře můžeme vidět, jak jsou namáhány podélné výztuhy v 1.poli. Ve statickém výpočtu byla ponechána velká rezerva v únosnosti (pro porovnání viz Statický výpočet, odst. 3.5.2).

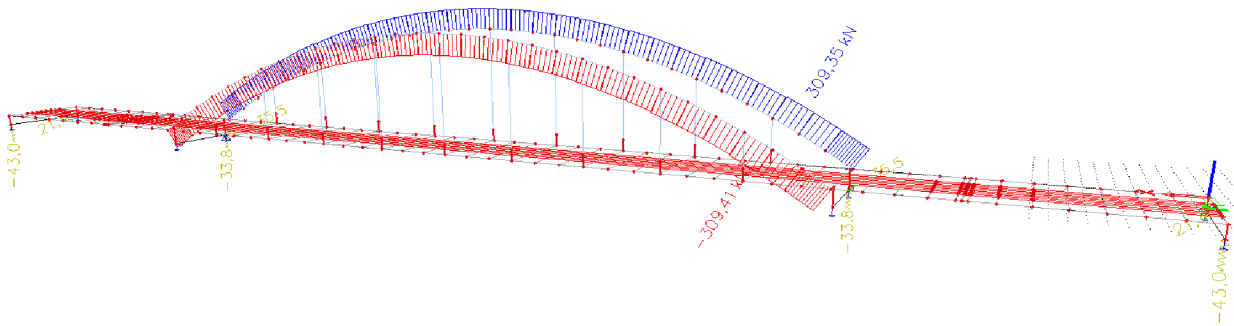
Nejvíce je namáhaná krajní výztuha. Zde dosahuje ekvivalentní napětí hodnoty 44,4 MPa. Prvek s rezervou vyhoví. Co se týče podélné výztuhy v oblasti nad pilířem, je zde situace obdobná. Pro srovnání opět viz odst. 3.5.2 Statického výpočtu. Navíc je v oblasti pilíře zvětšena tloušťka mostovkového plechu ze 14mm na 30mm ze statických důvodů (viz nadpilířový příčník v části Statický výpočet, odst. 5.1), což významně snižuje napětí v průřezu. Podélná výztuha vyhovuje ve všech řezech na mostě na kombinaci účinků standartního zatížení s účinky od poddolování.

pozn. autora: Při zpracování statického výpočtu byly zvoleny dimenze pod. výztuhy s ohledem na očekávaný významný vliv poddolování. Vzhledem k malé vzdál. příčných výztuh byly však tyto účinky významně eliminovány. Doporučuji snížit dimenze (cca 200x20mm).

6.5. OBLOUK

$$f_y = 355,0 \quad \text{MPa}$$

- rozhodující situace: **b)**



- průběh normálové síly na oblouku od nebezpečné situace b) (hodnoty bez rektifikace)

- bude ověřeno napětí na prutu B30 (M_y táhne horní vlákna, N je tlaková)
- posouzení průřezu ve statickém výpočtu se provedlo na základě jednotkového posudku

	M_y [kNm]	M_z [kNm]	N [kN]	V_z [kN]	jedn. pos. dílčí	jedn. posudek celkový
původní	1006,85	461,31	6958,67	323,19	0,952	0,984
poddolování	44,53	velmi malá hodnota	201,85	velmi malá hodnota	0,032	

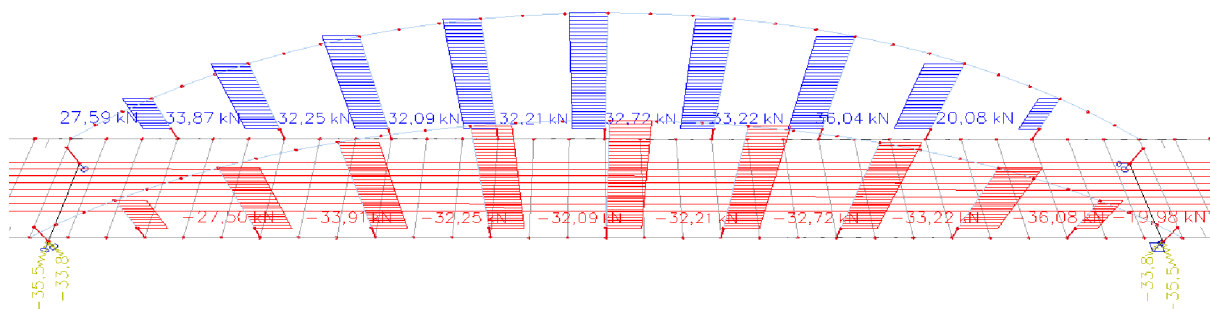
tažená horní vlákna

tlak

Prvek vyhovuje.

pozn.: oblouk lze dimenzovat na samé hranici únosnosti (viz Statický výpočet, čl. 8.5.2., pozn. v 6))

6.6. TÁHLA



- průběh normálových sil na táhlech od nebezpečné situace b) (hodnoty bez rektifikace)

$$f_y = 460,0 \quad \text{MPa}$$

- rozhodující situace: **b)**

Táhlo bylo ve statickém výpočtu navrženo s ohledem na únavu, MSÚ zde nerozhodovalo. Účinky od poddolování se nepodílí na napětí týkající se únavy, neboť jde o dlouhodobé stálé zatížení. Tlak v táhle je bohatě vyrovnán stálým zatížením, táhla tedy nebudou tlačena. Prvek vyhoví s velkou rezervou.

pozn. autora:

Bylo ověřeno, že všechny prvky NK mostu (Gerberův nosník) vyhoví i v případě dosažení maximálních vypočtených deformací. Pokud by nebyla provedena rektifikace včas, porušení mostu nehrozí. Problém by však mohl nastat s dopravou na mostě vzhledem k překročení MSP HN- vodorovný průhyb, respektive změnou poloměru křivosti hlavní NK.

6.7. KONTROLA DOSTATEČNÉ MEZERY MEZI HN V MÍSTĚ KLOUBU

V místě kloubu dochází k poměrně větším deformacím než kdekoli jinde na mostě. Na základě pootočení prutů HN v místě kloubu se vypočetly posuny krajních vláken (HP) nosníku. Musí se zajistit, že nedojde při provozu ke kontaktu krajních okrajů pásnic na sebe navazujících hlavních nosníků.

- výpočet posunů v části příloha tohoto textu

- vypočtené posuny (již součet přiblížení HP obou prutů)

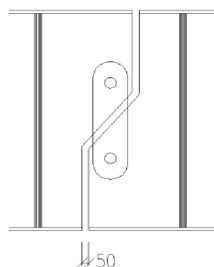
$$u_{x_1} = 3,75 \quad \text{mm}$$

$$u_{x_2} = 10,90 \quad \text{mm}$$

$$u_{x_3} = 7,34 \quad \text{mm}$$

$$u_x = 21,99 \quad \text{mm}$$

$$u_{x_{\max}} = 50,0 \quad \text{mm}$$



... od g_0 a g_1

... od vlaku SW/2 s dyn.souč. pro HN

... od poddolování (situace b))

... přiblížení konců HN (HP) celkové

... projekt. mezera mezi navazujícími HN

Je tedy zaručeno, že nedojde ke kontaktu pásnic hlavního nosníku při maximálním natočení.

7. VNITŘNÍ SÍLY, PŘÍRŮSTKY NAPĚTÍ NA PRVCÍCH - SPOJITÝ NOSNÍK BEZ KLOUBŮ

7.1. ZÁKLADNÍ INFORMACE

Na základě odstavce 2. tohoto textu byl jako statický systém mostu zvolen staticky určitý Gerberův nosník, s klouby v krajních polích. Volba typu nosné konstrukce proběhla v souladu s názvem diplomové práce "Vliv účinků poddolování na volbu typu nosné konstrukce mostu". Jak již bylo řečeno, Gerberův nosník je vhodný na poddolované území, neboť na něho nemají z hlediska napětí situace v podélném směru žádný vliv. Konstrukce mostu se při poklesech "zláme" v kloubech a napětí nevznikne.

Další možností je SPOJITÝ, STATICKY NEURČITÝ NOSNÍK, bez kloubů v krajních polích. U této varianty předpokládáme zvýšené namáhání hlavního nosníku. Mostovka by neměla poddolování výrazně pocítit. Tato varianta je oproti Gerberovu nosníku citlivá taktéž na zakřivení terénu v podélném směru. Pokud se prokáže, že průřez HN je dimenzovatelný při zvoleném rektifikačním kroku, bude předmětem zjednodušeného ekonomického porovnání variant zhodnotit (viz odst. 9), zda je možné přistoupit k tomu, že by bylo možné použít spojitý nosník bez kloubů místo Gerberova nosníku (!).

Výpočetní model je stejný jako v případě 1. varianty, jen byl odstraněn kloub a mostovka v místě kloubu byla upravena na spojitou.

7.2. HLAVNÍ NOSNÍK

$$f_y = 355,0 \quad \text{MPa}$$

I přesto, že v konstrukci vznikají vnitřní síly od deformace terénu v podélném směru, opět jsou nebezpečné zatěžovací situace v příčném směru, tedy nerovnoměrné, rozdílné naklánění opěr a pilířů. Zkušebně bylo ověřeno napětí na hlavním nosníku v řezu u pilíře od nebezpečné situace III** (2.kombinace) při zkušebním rektif. kroku 50mm - pro stejnoměrné klesání obou ložisek na podpěře. Přírůstek napětí od této kombinace na HN činil 14MPa.

- rozhodující situace: **b)**

- přírůstek ekvivalentního napětí na horních vláknech, průřez HN nadimenzovaný pro variantu Gerberova nosníku; situace b) **BEZ rektifikace**

- řez u pilíře, spodní vlákna: pásnice 700/30, celk. výška HN 2110mm

$\Delta\sigma_N = 165,63$	MPa	... tlak
$\sigma_{N_přiv.} = 211,43$	MPa	... tlak

- řez v L/4 2.pole, spodní vlákna: pásnice 390/20, celk. výška HN 2110mm

$\Delta\sigma_N = 98,97$	MPa	... tah
$\sigma_{N_přiv.} = 339,72$	MPa	... tah

Pro omezení účinků poddolování bude navržena rektifikace. Rozhoduje dimenze průřezu v L/4 a také vodorovný průhyb HN.

- situace b) s rektifikací -25mm ve svislém směru, +/- 20mm ve vodorovném směru

- řez u pilíře, horní vlákna: pásnice 700/30, celk. výška HN 2110mm (bez zvětšování dimenzí)

	$\sigma_{N_díleč}$ [MPa]	$\sigma_{N_celk.}$ [MPa]
původní	211,43	307,83
poddolování	96,40	

Prvek vyhovuje.

- řez v L/4 2.pole, spodní vlákna, zvětšení dimenzí pásnice z 390/20 na 390/25, výška HN 2110mm

	M_y [kNm]	N [kN]	V_z [kN]	$\sigma_{N_díleč}$ [MPa]	$\sigma_{N_celk.}$ [MPa]
původní	5579,7	4329,79	603,93	303,07	369,79
poddolování	475,09	2226,28	39,07	66,72	

Je potřeba opravit dimenze průřezu!

- řez v L/4 2.pole, spodní vlákna, zvětšení dimenzí pásnice z 390/25 na 450/25, výška HN 2110mm

	M_y [kNm]	N [kN]	V_z [kN]	$\sigma_{N_díleč}$ [MPa]	$\sigma_{N_celk.}$ [MPa]
původní	5579,7	4221,66	603,93	278,96	341,31
poddolování	475,09	2226,28	39,07	62,35	

Prvek vyhovuje.

Závěrem k HN: Hlavní nosník na spojitém nosníku bez kloubů je namáhán v 1.poli prakticky jen na spodních vláknech (na 1. HN nás na spodních vláknech tah nezajímá-odlehčuje). Tlak na spodních vláknech druhého HN (kroucení příčného řezu) dosahuje přibližně stejných hodnot (jen se záporným znaménkem), avšak v součtu s tlakovým napětím od ostatního zatížení nehraje roli, neboť spodní vlákna jsou odlehčena normálovou silou. Napětí na spodních vláknech je vlivem tahové N_x menší (v absolutní hodnotě).

Co se týče horních vláken hlavních nosníků, tam dosahuje napětí hodnot blízkých nule, protože se napětí od N_x a M_y cca vyruší.

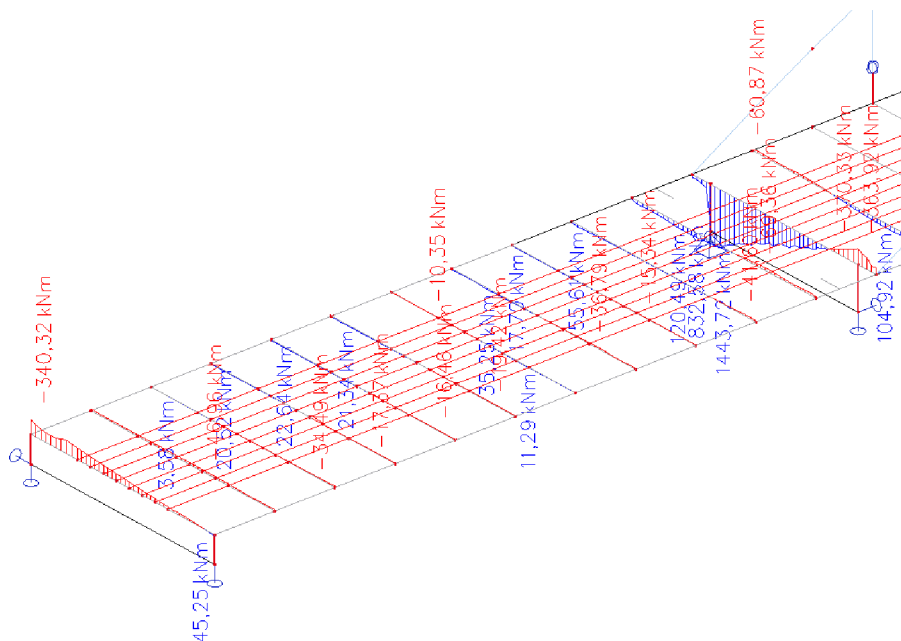
Oproti Gerberovu nosníku je více namáhán průřez HN po délce mostu, ve 2.poli. Zde jsme museli zvýšit **dimenze pásnic z 390/20 na 450/25**. Průřez u pilíře zůstává. **Intenzivně bylo zvažováno použití oceli S420 ML místo změny průřezu.**

7.3. PRVKY MOSTOVKY

Prvky mostovky jsou podle předpokladu méně zasaženy účinky poddolování. U typu nosné kce, kdy máme spojitý nosník bez kloubů, se více zapojuje do přenosu napětí od účinků poddolování hlavní nosník a méně mostovka. Proto se v tomto článku omezíme pouze na zjednodušené zhodnocení účinků.

$$f_y = 355,0 \quad \text{MPa}$$

- rozhodující situace: **b)**
- účinky od poddolování zasáhly nejvíce koncové příčnický a nadpilířový příčnick



- poměr namáhání příčnicků od situace b) se zvolenou rektifikací; průběh M_y

Příčná koncová výztuha je namáhána po nadpilířové příčné výztuze poměrově k ostatním příčnickům

nejvíce. Avšak podle předpokladů ohledně namáhání mostovky mostu je přírůstek napětí od poddolování menší než u Gerberova nosníku.

Výztuha je namáhána oproti stejnému prvku (na G.nosníku) cca o 50% méně. Není třeba ověřovat napětí, prvek vyhovuje.

Nadpilířová výztuha je cca o 40% méně namáhána než stejný prvek na Gerberově nosníku. Není třeba ověřovat napětí, prvek vyhovuje.

Příčné výztuhy v poli se opět minimálně podílí na přenosu napětí od účinků poddolování. Prvek vyhovuje (napětí v prvku viz Statický výpočet, odst. 4.5.2).

Podélné výztuhy jsou namáhány obdobně jako podélné výztuhy na Gerberově nosníku. Oproti zjištěnému ekvivalentnímu napětí na krajní výztuze 44,4 MPa (viz odst. 6.4) zde byla zjištěna hodnota $\sigma_N = 47,3$ MPa.

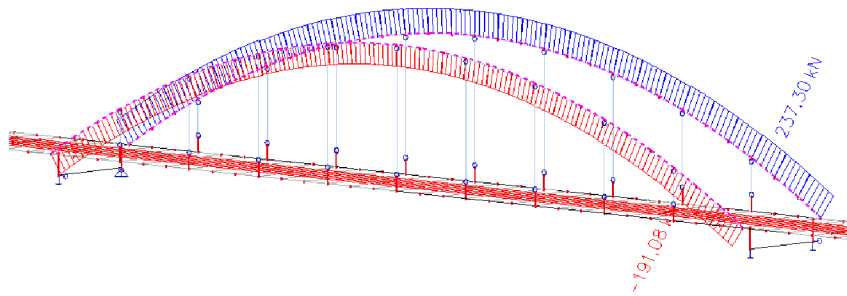
Podélné výztuhy vyhovují na kombinaci namáhání standartního zatížení s účinky poddolování.

7.4. OBLOUK

$$f_y = 355,0 \quad \text{MPa}$$

- rozhodující situace: **b)**

Pro srovnání s průběhem N_x na oblouku Gerb. nosníku uvádíme průběh N_x na oblouku spojitého nosíku:



- průběh normálové síly na oblouku od situace b) (hodnoty bez rektifikace)

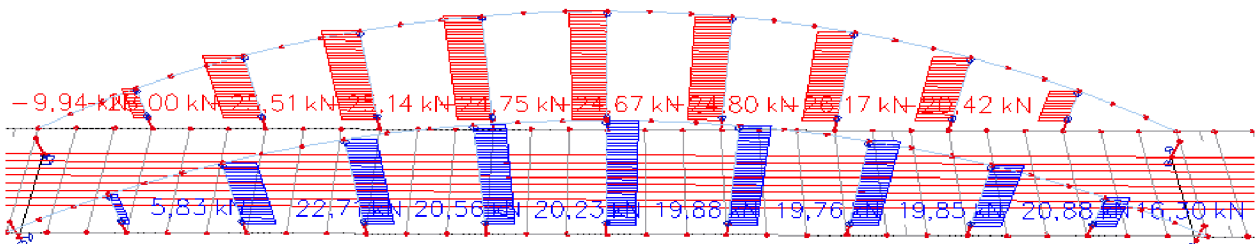
Průřez oblouku je v rozhodujícím řezu namáhán cca o 60% méně než oblouk na Gerberově nosníku. Není třeba prokazovat napětí, prvek vyhovuje.

7.5. TÁHLA

$$f_y = 460,0 \quad \text{MPa}$$

- rozhodující situace: **b)**

Pro srovnání s průběhem N_x na táhlech Gerb. nosníku uvádíme průběh N_x na táhlech spojitého nosíku:



- průběh normálové síly na oblouku od situace b) (hodnoty bez rektifikace)

Jednotlivá táhla jsou v rozhodujícím řezu namáhána stejně jako oblouk cca o 60% méně než táhla na Gerberově nosníku. Není třeba prokazovat napětí, prvek vyhovuje.

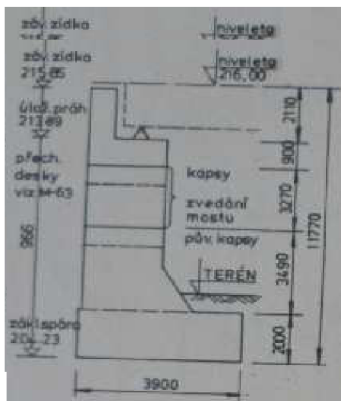
- více viz 6.6

8. REKTIFIKACE

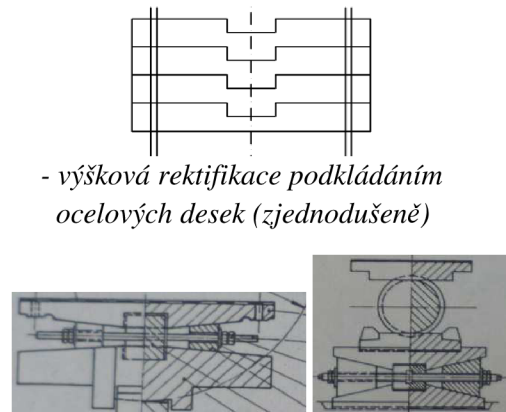
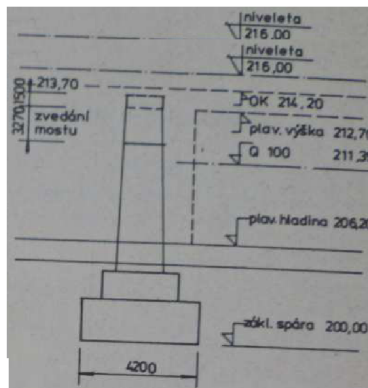
V zásadě máme 2 základní varianty rektifikace polohy mostu. Můžeme zvedat celý úložný práh opěry nebo pilíře. Možnost zvedání celého úložného prahu je zajištěna navrženými kapsami v konstrukci prahu. Práh i s mostem se nadzvedne hydraulickými lisy a volný prostor mezi prahem a dřikem se vybetonuje. Práh může být standartně navržen ze železobetonu, nebo také z oceli. Dále je možno nadzvednout NK mostu a podlít ložiska.

Další možností, která se jeví z hlediska provádění příznivější (rychlejší postup bez čekání na zatvrdnutí betonu, kratší doba výluky na trati,...), je podkládání ložisek ocelovými, speciálně tvarovanými deskami. Tato možnost může být kombinována s dalším způsobem rektifikace polohy, kdy se vahadlo rektifikuje pomocí utahování distančního klínu (samostatně v našem případě tento způsob nelze použít, neboť řeší pouze "jemnou" rektifikaci).

Použijeme rektifikaci ložisek podkládáním tvarovaných ocelových plechů, přičemž zvedání mostní kce se provede synchronizovanou skupinou hydraulických zvedáků umístěných pod koncovým příčnickem (popřípadě nadpilířovým příčnickem) pod roznášecí terče.



- rektifikace zvedáním úložného prahu opěry a pilíře
(obr. je jen informační, parametry se nevztahují k našemu objektu)



- výšková rektifikace podkládáním ocelových desek (zjednodušeně)

- jemná rektifikace pomocí utahování distančního klínu

Podrobný návrh rektifikace tvoří ve stavební praxi samostatnou přílohu projektu mostu. V rámci DP se omezíme pouze na dovolené deformace s ohledem na to, jestli dané nepřímé zatížení přenesne NK mostu mostu (avšak s ohledem na dodržení MSP hlavní nosné kce).

Obecně pro oba typy nosné konstrukce:

Posuny v podélném směru

Obecně při rektifikaci mostu v podélném směru (vodorovný posun X) musíme myslet na 2 věci, a to na spolupůsobení mostu s kolejnicemi přes šterkové lože (souvisí i s návrhem počtu dilatačních zařízení) a při větších posunech i na to, aby nám konstrukce nesjela z ložisek.

Od toho se odvíjí tedy i návrh ložisek a umístění výztuh nad nimi pro situaci krajní polohy ložiska. Na vypočtené posuny X a na dilataci mostu od teploty musíme myslet i při návrhu dilatačního zařízení. Po vyčerpání dilatační schopnosti se provede rektifikace.

Co se týče návrhu pohyblivých ložisek, musí umožňovat posuny NK od samotných účinků poddolování alespoň 200mm.

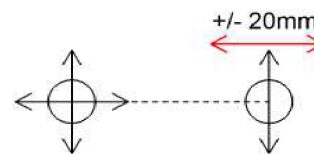
Společnost OKD doložila očekávané deformační parametry podzákladí, avšak nedoložila **časový vývoj sedání a maximální celkové sednutí**, což je pro mostní konstrukce důležité, a to kvůli celkové výškové rektifikaci relativně k niveletě koleje a také pro výškovou kontrolu spodní hrany kce mostu, abychom nešli pod hladinu Q_{100} při celkovém sednutí. Z tohoto důvodu nebude řešena celková výšková rektifikace, pouze rektifikace po krocích relativně vzhledem k ostatním ložiskům na mostě.

Byly vypočteny maximálně dosažitelné deformace podpěr. Na napětí v konstrukci má vliv hlavně rozdílné naklánění podpěr v příčném směru.

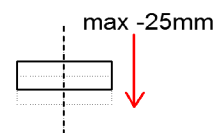
V rámci diplomové práce se autor soustředil na deformace, které je možné konstrukcí přenést s ohledem na finanční stránku projektu mostu. Není možné neekonomicky zvyšovat dimenze průřezů NK mostu. Tímto se budeme řídit při návrhu rektifikačního kroku.

varianta 1) Gerberův nosník: při návrhu dimenzí prvků NK mostu nebyly dovolené příčné posuny a poklesy podřízeny únosností prvků při dosažení maximálních deformací, ale mezním stavem použitelnosti pro hlavní nosník - vodorovný průhyb. Při návrhu rektifikace jsme se tedy drželi kontroly dodržení tohoto MSP - max. vodorovný průhyb hlavní nosné konstrukce. Rektifikace ložisek je tedy navržena s ohledem na maximální poloměr zakřivení (MSP viz Statický výpočet, čl. 7.5).

- konstrukce se bude rektifikovat **v příčném směru** vždy při dosažení vodorovné deformace (příčný posun): **+/- 20mm**

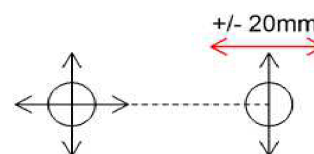


- konstrukce se bude rektifikovat **ve svislém směru** vždy při dosažení svislé deformace (svislý posun): **- 25mm**

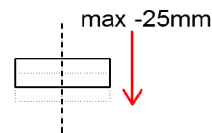


varianta 2) Spojitý nosník bez kloubů: při návrhu dimenzí prvků NK mostu byly možné příčné posuny a poklesy opět omezeny. Při návrhu rektifikace jsme byli omezeni únosností průřezu hlavního nosníku. V tomto případě nehrál roli MSP - vodorovný průhyb OK. Byla navržena rektifikace, kdy je ještě možné dimenzovat hlavní nosník ekonomicky. Při zvýšení rozsahu rektifikačního kroku se neúměrně zvedají dimenze HN.

- konstrukce se bude rektifikovat **v příčném směru** vždy při dosažení vodorovné deformace (příčný posun): **+/- 20mm**



- konstrukce se bude rektifikovat **ve svislém směru** vždy při dosažení svislé deformace (svislý posun): **- 25mm**



Provádění rektifikace při vychýlení v příčném směru: Při vychýlení podpory se s ní posune celé pevné ložisko i s mostem. Proto bude potřeba upravit polohu samotného ložiska. Nabízí se varianta použití ocelové desky, která by byla dostatečně široká na to, aby zahrnula všechny rektifikační kroky. Deska bude zakotvena do úložného prahu. V desce budou otvory, do kterých se bude kotvit deska ložiska. Otvory budou buď předem vyvrtané (s řádným zajištěním proti vnikání vody a vlhkosti vůbec), nebo se budou vrtat přímo při provádění rektifikace.

Kontrolní geodetická četa bude v pravidelných intervalech kontrolovat polohu kontrolních bodů na ložiskách. Pokud do následujícího stupně projektové dokumentace obdržíme od OKD doplňující informace o parametrech poddolování, zejména pak jejich předpokládaný časový vývoj, bude dokumentace doplněna o časový návrh prohlídek a měření.

Při provádění kontroly geodetických dat získaných při pravidelných měření konstrukce musí být věnována hlavně pozornost stavu polohy ložisek, kdy se deformace budou blížit ke způsobu deformace popsané v **situaci b)**. Tato situace je totiž pro nosnou konstrukci nejnebezpečnější z hlediska napětí v průřezech, ale je také nebezpečná pro dodržení předepsaného maximálního vodorovného zakřivení nosné konstrukce mostu.



- *nebezpečná situace b): naklánění opěr/pilířů v příčném směru (kroucení)*

pozn.: ostatní situace jsou vyobrazené v odstavci 3 tohoto textu

Provádění rektifikace ve svislém směru: ložiska se budou podkládat speciálními ocelovými deskami

pozn. autora:

Shodou okolností byla navržena stejná rektifikace ložisek u obou typů nosné konstrukce. U Gerberova nosníku rozhodovalo kritérium v MS použitelnosti hlavního nosníku, u spojitěho nosníku bez kloubů rozhodovala dimenzovatelnost hlavního nosníku, kdy se při zvyšování rektifikačního kroku neúměrně zvyšují dimenze HN. Rektifikace ložisek bude hrát také roli při závěrečném zhodnocení obou typů NK.

9. ZÁVĚREČNÉ POROVNÁNÍ OBOU TYPŮ NOSNÉ KCE DOPORUČENÍ VOLBY TYPU NK PRO REALIZACI

V odstavci 2. tohoto textu byla vybrána pro realizaci a ke zpracování varianta Gerberova nosníku. Tato varianta je obecně doporučována pro mosty o 3 polích na poddolovaném území. Na tuto variantu byl zpracován Statický výpočet, Technická zpráva a výkresová dokumentace.

Dle požadavku v zadání DP provedeme srovnání 2 variant, které je vhodné v našem případě použít. Jedná se o variantu 1) Gerberův nosník a variantu 2) Spojitý nosník bez kloubů.

DIMENZE PRŮŘEZŮ

Vycházejme z dimenzí průřezů u Gerberova nosníku (dále jen **GN**). Co se týče spojitého nosníku bez kloubů (dále jen **SPN**), dle předpokladů byl hlavní rozdíl v hlavním nosníku, který byl po délce mostu více namáhán. Přebíral poměrně více napětí od účinků poddolování než HN u GN. Rozdíl v dimenzi průřezu byl kvůli namáhání především spodních vláken průřezu ve 2. poli. V 1. poli je shodný průřez u obou variant. Rezerva v únosnosti NK je příznivější u varianty GN.

Co se týče **ceny oceli**, u SPN se jí spotřebuje více s rozdílem u HN v celém 2. poli.

REKTIFIKACE

Shodou okolností byl na ložiskách zvolen totožný rektifikační krok. U **GN** byla hodnota rekt. kroku zvolena především z toho důvodu, abychom dodrželi MSP hlavního nosníku - vodorovný průhyb. Bylo ověřeno, že prvky hlavní nosné konstrukce vyhoví i při dosažení maximálních vypočtených posunech a poklesech. Při nedodržení rektifikačního kroku může však být omezena na mostě doprava, nebo pohodlí cestujících.

Co se týče **rektifikace a její provádění po časových intervalech**, není zde rozdíl mezi oběma variantami.

VÝROBA OK

U **GN** musíme počítat s vyššími výdaji při projekci i při samotné výrobě OK, a to z důvodu výskytu poměrně složitého detailu kloubu na hlavním nosníku a přerušení mostovky v místě kloubu. Detail kloubu vyžaduje bezchybný návrh pro zajištění přenosu smyku mezi navazujícími HN a dále musí být zajištěna správná funkčnost kloubu v průběhu životnosti.

Dále vyvstává otázka, jestli bude možné na takovémto mostě možné dlouhodobě udržet rychlost souprav. V praxi by pravděpodobně byla použita varianta nastíněná v technické zprávě, v odst. 8., kdy se jeví jako lepší řešení použít místo doporučeného konstrukčního detailu detail jiný. Jednalo by se o kloub zajišťovaný ložiskem umístěným na krakorcích hlavních nosníků. Tato varianta se jeví jako vhodnější řešení takového detailu, avšak jak již bylo řečeno, vyžadoval by si tento detail speciální návrh. S tímto konstrukčním řešením kloubu částečně odpadají obavy s dodržáním rychlosti souprav a se správnou funkčností v průběhu životnosti. Tato varianta však přináší zdražení v podobě výroby speciálních ložisek.

U **SPN** odpadá kloub a s tím spojené obavy a finanční navýšení ceny projektu i ceny OK. Autorovi není znám přesný rozdíl částky, avšak je jasné, že varianta SPN představuje relativně nezanedbatelné úspory.

MONTÁŽ

Montáž **GN** bude zřejmě dražší než montáž **SPN**. Toto je způsobeno opět výskytem kloubu, kdy by byly nutné dočasné montážní podpěry pro zhotovení tohoto detailu. Dále by byla potřeba těžký pásový jeřáb, další mont. plošina a portálový jeřáb. **To znamená navýšení ceny práce a ceny za podpěry v bermě toku.** Při montáži **GN** musíme dále počítat s **navýšením doby výluky na trati.**

To není v souladu se zněním zadávacích podmínek, kdy je kladen důraz právě na omezení doby výluky.

KOLEJ NA MOSTĚ

V rámci diplomové práce nebylo řešeno spolupůsobení systému kolej-most. V případě **GN** by mohl vzniknout požadavek na zřízení dodatečného dilatačního zařízení v místě kloubu vzhledem k průhybům mostu v tomto místě. To by záviselo na detailnější analýze tohoto spolupůsobení. Na druhou stranu je však možné, že v případě kolejového lože tento požadavek nevznikne, jelikož KL není tuhé

těleso pevně spojené s NK mostu a tudíž se kolej průhybům "přizpůsobí".

pozn. autora: Problematika poklesů v místě kloubového uložení byla projednána se železničním projektantem z firmy SUDOP Brno. Pravděpodobně by se požadovalo malé dilatační zařízení na mostě v místech kloubů.

Přehledné zhodnocení na základě dílčích hodnotících parametrů:

	Gerberův nosník	Spojité nosník bez kloubů
množství spotřeb. oceli (dle Kč/t) - 1 ocelová konstrukce	46 950 700 Kč (99,07%) ⊕	47 389 600 Kč (100%) ⊖
rektifikace	rekt. krok 25 a 20mm ⊕	rekt. krok 25 a 20mm ⊕
rezerva v únosnosti HN při nedodržení rekt. kroku	⊕	⊖
náročnost výroby OK	⊖	⊕
základní montáž	13 615 790 Kč (143,66%)	9 478 000 Kč (100%)
náročnost montáže, další náklady (mont. podpěry, jeřáb, počet plošin)	145% oproti SPN ⊖	100% ⊕
časové nároky na výluku cena výluky	16 týdnů 30 128 000 Kč (114%) ⊖	14 týdnů 26 362 000 Kč (100%) ⊕
udržování provozuschopnosti	udržování kloubu a dil. zařízení ⊖	⊕
ostatní náklady → dilatační zařízení	2+2 malé na mostě v místě kloubů ⊖	2 ⊕

ZÁVĚR

Závěrem diplomové práce, po zhodnocení dílčích hodnotících parametrů, autor v roli INVESTORA by vybral finančně méně náročnou variantu SPOJITÝ NOSNÍK S VYLOUČENÍM KLOUBŮ.

Autor v roli STATIKA PROJEKTANTA by zvolil zcela jistě bezpečnější nosný systém GERBERŮV NOSNÍK.

V Brně dne 13.1.2012

.....
zpracoval: Bc. Martin Chaloupka

PŘÍLOHA

• Posouzení natočení hlavního nosníku v místě kloubu - výpočet přiblížení krajních vláken průřezu hlavního nosníku

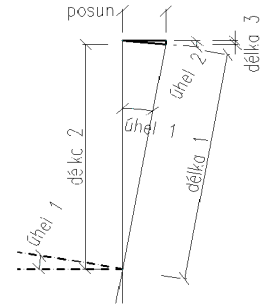
- budou zjištěna jednotlivá svislá pootočení HN v kloubu. Dílčí hodnoty se sečtou na základě charakteristické kombinace zatížení dle rov. 6.14b.

a) charakteristická kombinace:

$$E_d = E \{ G_{k,j}; P; Q_{k,1}; \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (6.14a)$$

v níž kombinaci zatížení v závorkách { } (nazývaná charakteristická kombinace) lze vyjádřit výrazem:

$$\sum_{j=1}^n G_{k,j} + P + \sum_{i=1}^m \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14b)$$



1) Od poddolování

Vložené pole - pootočení ---> vodorovný posun dolní hrany hlavního nosníku doprava
(h/2 HN)

úhel 1 [rad]	délka 1	délka 2	délka 3	úhel 2 [rad]	posun horní hrany NK [mm]
3,796E-03	1060	1059,99	0,0100	1,898E-03	5,27

- nebezp. situace b); pokles HN; posun horní hrany NK doprava; pootočení zleva

Krakovské pole - pootočení ---> vodorovný posun dolní hrany hlavního nosníku doleva

úhel 1 [rad]	délka 1	délka 2	délka 3	úhel 2 [rad]	posun horní hrany NK [mm]
1,932E-03	1060	1059,998	0,0020	9,660E-04	2,07

- situace b); pokles HN; posun horní hrany NK doleva; pootočení zprava

délky v [mm]

dílčí posun horní hrany NK [mm]
7,34

2) Od vlaku (charakt. hodnoty zatížení, klasifikované, s dyn. souč. pro HN)

Vložené pole - pootočení ---> vodorovný posun dolní hrany hlavního nosníku doprava

úhel 1 [rad]	délka 1	délka 2	délka 3	úhel 2 [rad]	posun horní hrany NK [mm]
7,820E-03	1060	1059,97	0,0300	3,910E-03	7,67

- vlak SW/2; posun horní hrany NK doprava; pootočení zleva

Krakovské pole - pootočení ---> vodorovný posun dolní hrany hlavního nosníku doleva

úhel 1 [rad]	délka 1	délka 2	délka 3	úhel 2 [rad]	posun horní hrany NK [mm]
3,100E-03	1060	1059,995	0,0050	1,550E-03	3,23

- vlak SW/2; posun horní hrany NK doprava; pootočení zprava

dílčí posun horní hrany NK [mm]
10,90

3) Od g₀+g₁

Vložené pole - pootočení ---> vodorovný posun dolní hrany hlavního nosníku doprava

úhel 1 [rad]	délka 1	délka 2	délka 3	úhel 2 [rad]	posun horní hrany NK [mm]
9,000E-04	1060	1059,9996	0,0004	4,500E-04	0,89

- vlak SW/2 s příslušným dyn. souč; posun horní hrany NK doprava; pootočení zleva

Krakorcové pole - pootočení ---> vodorovný posun dolní hrany hlavního nosníku doleva

úhel 1 [rad]	délka 1	délka 2	délka 3	úhel 2 [rad]	posun horní hrany NK [mm]
2,800E-03	1060	1059,996	0,0040	1,400E-03	2,86

- vlak SW/2 s příslušným dyn. souč; posun horní hrany NK doprava; pootočení zprava

dílčí posun horní hrany NK [mm]
3,75

celkový posun horní hrany NK [mm]
21,99

≤

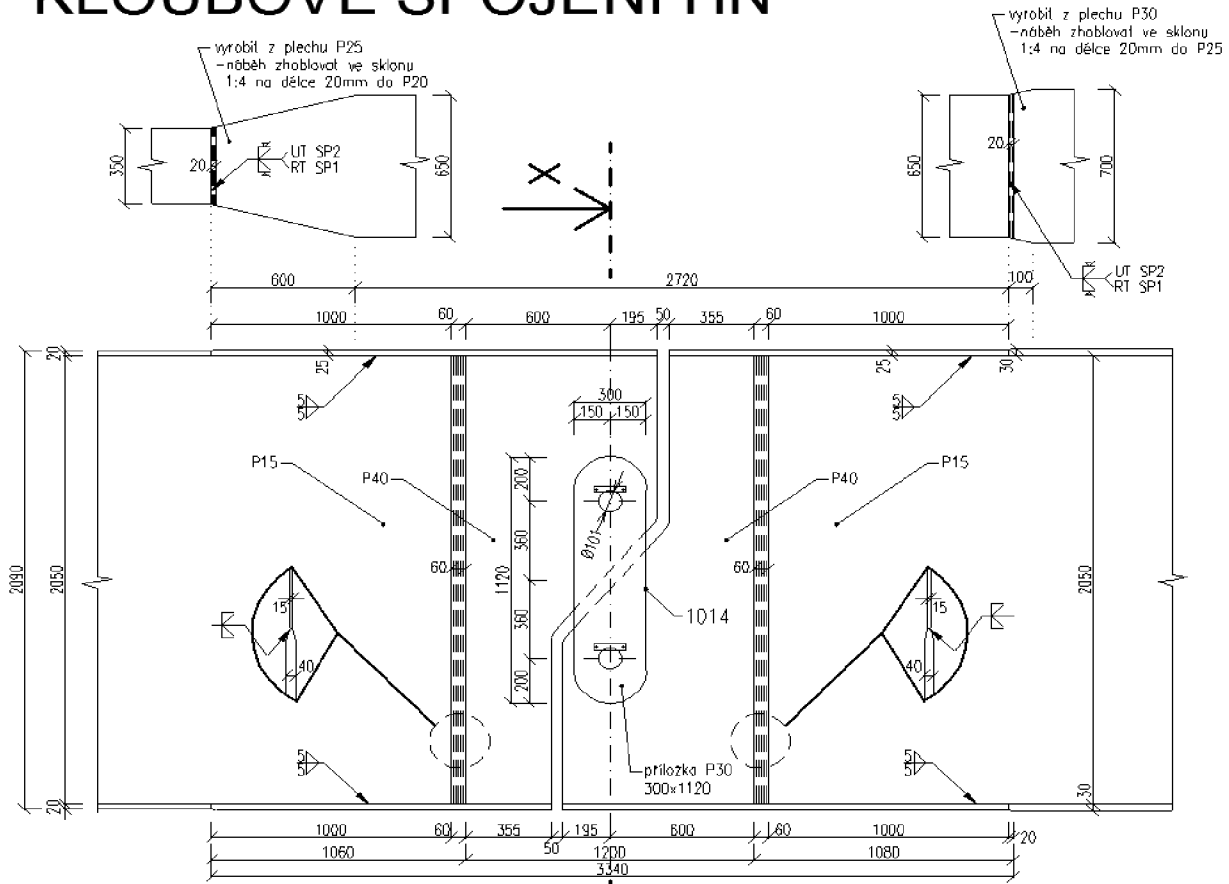
projektovaná vodorovná vzdálenost hran navazujících částí HN [mm]
50

Vyhovuje.

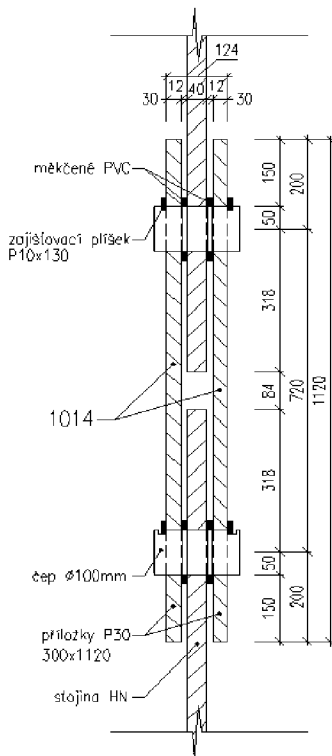
• Schema detailu kloubu na HN (dle směrnice pro poddol. území)

- níže se nachází detail kloubu na HN doporučený směrnicemi pro poddolovaná území. Nutno však podotknout, že **TENTO DETAIL NEBYL POUŽIT NA DOTČENÉM OBJEKTU**, proto se nenachází ve výkresové dokumentaci, ale jen informačně zde v této příloze.

KLOBOVÉ SPOJENÍ HN



ŘEZ X-X



DETAIL ČEPU A PODLOŽKY

