

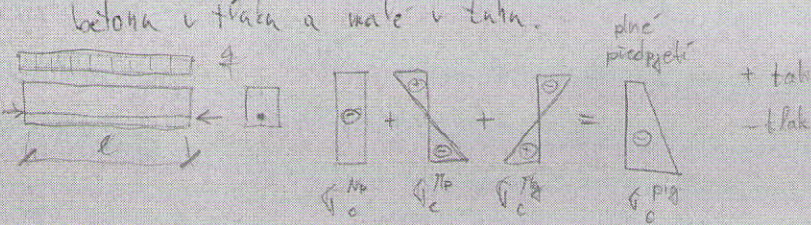
# Předpjatý beton

## ÚVOD

### Podstata přeb.

ŽB - vjetře přenač. tah, beton tlak

PB - vjetře přenač. tlak, talona nap. - navíc je ale předepřa a vnáči do betonu přídavná tlak vnáči - ta jsou využita jako tlaková rezerva při zatížení - využívá se velké pevnost betonu v tlaku a mále v tahu.



ŽB - pasivní přisobení vjetře - vjetře vzdome tahem v pod vnějšího zatížení

PB - můžeme aktivně rozložení vnější sil - soustavu př. kan. můžeme snažit o vyrovnání účinku - např. statika zat.

v mezním stavu však platí stejný princip - vnějšímu momentu vzdome dvojice sil (beton, ocel) na určitom vanech

### Statické přisobení PB

- schopnost odolávat většímu zatížení před vnikem trhlin
- trhliny jsou méně rozvinuté a menší šířky. Při částeč. před. se po odložení uzavírají - neovodí
- díky menším tlakovým napětím má prvek větší tuhost a tím menší průhyb (průhyb)
- proto při stejných požadavcích na průhyb, můžeme navrhovat štíhlejší a delší prvky
- nižší a tenčí průřez - úspora materiálu a přečve vjetře
- PB prvek je velmi kvalitativní a má vysokou tuhost
- ~~roz~~ srovnání ŽB a PB. Kvalita vjetře a výrobní proces

### MAT. VLASTNOSTI - str. 11-31

# TECHNOLIE PB

## Zákl. terminologie

- předp. výtah se součzností - přenos před. síly z výtahu do betonu po celé její délce
- " " - bez zajištění součznosti - kotvi se prostřednictvím kotveního zařízení - volná předp. výtah

## I předem předpjetý

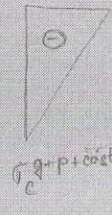
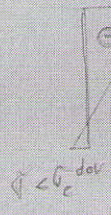
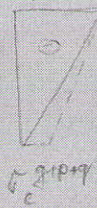
### dodatečně

- předpínací kabel

bez součznosti - vnitřní volná výtah  
se součzností - vnější - " "

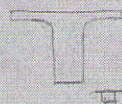
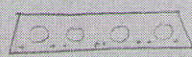
- stupeň předpjetí plně předpjetí - v průběhu uzavírání tah

částečně - při zatížení provozním vznikají tahůvek, které se po odlehčení uvolňují  
omezené - při plném zatížení vzniká v pr. tah, ale ve stanovených mezích



## Předem PB

- přeřta dílce ve specializovaných výrobnách
- délka výrobní linky (200m) - předpínací drážky - stropní panely
- tuha formy



izolace - při spojení se součzností

rozšířené podložka

kot. kuželík

kot. do jímky

kotva

smýčková kotva

## Dodatečně PB

- Délka kabelů se kotví předpínají z obou stran, ale kotví se postupně - až 150m, dopomůže se však max 100m
- spojka - především v místě prac. spáry, kde je kabel přerušen
- základna spojky jsou dvě objímky - kotvení a napojování a spojovací část
- nitva kotva - pasivní konec v nedostupném místě
- předpínací síla se přeměří - radiální tlakem a součzností (smýčková kotva)

kotvení deskami  
součzností rozpletou drážky

mez. křela (plovnoucí) kotva - předpínání ze středu kabelu

systemy s plošnými kab. kanálky - přizpůsobeny pro desky, velká excentricita, 4 lina napřímou zvlášť

jednostranné předpínací systemy bez součznosti - 1 směrně lina, mazivo PE trubka, předpjetí zajišťuje kotva

- systémy vyvíjenější před tyče - pro menší části; kde jako zemní katy  
 - hladké tyče na konci se závitom - nulový poskluz a vysoká odolnost proti únavě  
 - celozávitové

## ZMĚNY PŘEDPĚTÍ

ztráty okamžité (výrobní) ← tření mezi kabelem a stěnami kabel. kanálky

- 1- poskluz v kotvě
- 2- okamžité pružné přetvoření betonu
- 3- postupné předpínání
- 4- relaxace před vyjetíže
- 5- přetvoření opěrného zařízení
- 6- ztráta způsobená rozdílem teplot vyjetíže a opěrného zařízení

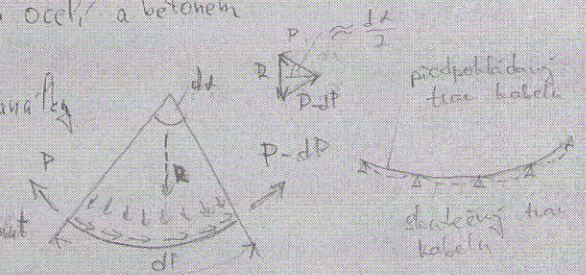
ztráty dlouhodobé (provozní) a relaxace oceli

- b) smršťování betonu
- c) dotvarování betonu
- d) ————— " ————— od mnohokrát opakovaného cykl. zatížení
- e) pružné přetvoření betonu způsobené proměnným zatížením

Pro výpočet se přijímají zjednodušující předpoklady. Beton i ocel se pro výpočet krátko-  
 dobých považují za dokonale pružné látky.  
 Další předpokladem je dokonalá soudržnost mezi ocelí a betonem

### 1) Ztráta třením

- hlavně u bod PB - tření mezi kabelem a stěnami kanálky
- ztráta třením v oblouku
- " " " " v důsledku nežádoucího zryhnutí různé tření u kanálky - ocel/přít



### 2) Poskluzem v kotvě

v důsledku poskluzu kot. kuzelku a lana v kot. objímce

- v přímém i dotáčném PB

→ při napínání z obou konců nesmí nikdy poskluz překročit bod minimálního napětí, jinak je napínání neúčinné.

postup napínání - napnutí z konce A

napnutí z konce B

zakotvení v A

dopnutí z B

zakotvení v B

### 3) Ztráta okamžitým pružným přetvořením betonu

Po zatčení kabelu se vyztuž stává součástí kce a spolupůsobí na přenosu všech zatížení. Při působení jakéhokoli zatížení tak dochází k deformaci prutu a kabelu. Dochází ke změně vzdálenosti jakéhokoli 2 bodů kabelu. Tím se mění napjatost kabelu  $\Rightarrow$  změna napětí = ztráta

### 4) Mětrování betonu při předpínání

- Pouze u předem PB

ti předpínání má beton nulové napětí. Po přetvoření lze se převést předpínací síla na letivky čímž dojde ke zkrácení a ztratí se  $n$  samotná káma = ztráta

$$\Delta N_e = \frac{P}{(1+n)}$$

- u dodatečně PB se ztráta vprorokuje protože kabel není v okamžiku vnesení napětí součástí prutu a nevzdoruje zatížení, které sám vyvolává

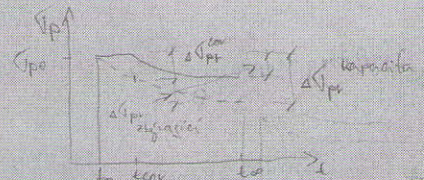
### 5) Ztráta postupným předpínáním

- Pouze u dodatečně PB v důsledku okamžitého pružného přetvoření betonu. Při napínání kabelu je ztráta od pruž. bet. eliminována zdvihem válce v pistolí, ale předestřeno kabelu změni síla = ztráta

### 6) Ztráta při přetr. betonu od vnějšího zatížení

- ztráta dlouhodobí, platí pro předem, dodatečně PB

- před vyztuž je již součástí kce a vzdoruje vnačenému zatížení



(2-10 mm)

### 7) Ztráta relaxace vyztuže

- Uplatnění v dlouhodobém i krátkodobém studiu

- závisí na úrovni vnesené napětí a na čase

- Snížení relaxace I speciální materiály

- Je třeba určit ztrátu ve všech stádiích vyztuže

- korekce relaxace podzatčením napětí při předpínání pomocí tabulek nebo vzorce (od výrobce)

### 8) Ztráta předpětí dotlačováním a smršťováním

- Dlouhodobé

- Je třeba určit ve všech stádiích

# ÚČINKY PŘEDPĚTÍ NA KCI, NÁVRH

## Fáze působení předpětí kee

- před vnesením předpětí - beton má malou schopnost přenášet tah
  - důležitá je ochrana, zabránit vysušení a ylovit změny teploty
  - ztluk by mohl eliminovat schopnost přenášet tah
- v průběhu předpínání - je potřeba vnovit předpětí postupně a symetricky
  - vztuž je nejvíce namáhána
  - největší napětí pod kotvou - charakteristická kotva a kot. oblast
  - využívání vl. tahy prvků k redukci účinku předpětí - zajištění obrát. podmínek zejména dostatečně tuhá podklad aby se konce nezabouřily
- po vnesení předpětí - předpětí je směřeno pouze výbornými strukturami a brání vl. tahy nepůsobí přímo
  - často se mění podpory při manipulaci a transportu - dbát na uložení dílce
- v průběhu výstavby - ověřit působení kee ve všech možných stavech
- v provozních stavech - ověřit schopnost odolat mezurnu zatížení - určení mezurního stavu únosnosti
  - určení mezurního zatížení - dovolená namáhání
  - zjistit úroveň zatížení kdy dochází k rozvoji trhlin
  - určení aktuální předp. síly v jednotlivých sázcích - výpočet ztrát

## Metoda ekvivalentního zatížení

Aplikaci ekv. zatížení získáme průběh vnitř. sil od předpětí

## Silové působení kabelu na beton

- kabel působí osamělou silou v místě zakotvení a dále silami v místech změny směru

- působení kabelu na beton lze také vyjádřit horizontální silou  $H$  a vertikální  $V$

Součtina všech sil od předpětí působících na beton se nazývá ekvivalentní zatížení

- Pokud síla přerušuje z místa působení, mášine součtina sil doplnit momentem pro ruční výpočty přibližně zjednodušující předpoklady. Uvažuje se prům. hodnoty sil po celé délce kabelu. Plocha paraboly  $\frac{f}{L} \leq \frac{1}{15} \Rightarrow H = f = konst$

## Zatížení od paraboly kabelu

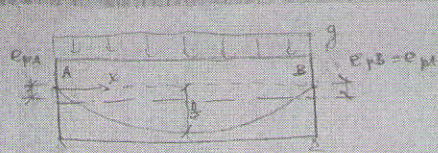
$H = f = konst$

$$e_p = -\frac{4f}{L^2} x^2 + \frac{4f}{L} x + e_{pA}$$

$e_{pL} = e_{pB}$

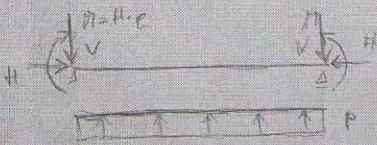
$M_p = H e_p$

$$p = H \frac{8f}{L^2}$$

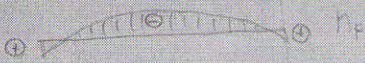


$$\tan \alpha = \frac{4f}{L}$$

$$r = \frac{L^2}{8f}$$

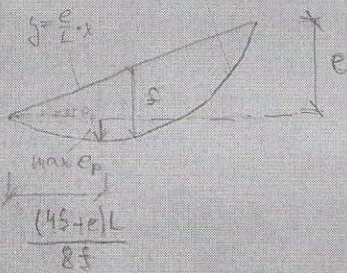


Ekv. zatížení - rovnoměrné zatížení p  
 - osové síly H a V  
 - osové momenty M

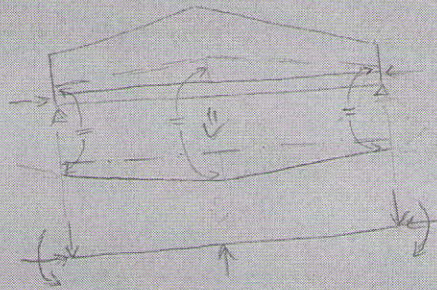


Vzhledem k vzájemnému rovnováze ekv. zat. nevzniknou v prostém nosníku působením předpětí reakce.

$$f = \frac{4s}{L^2} x^2 + \left( \frac{4s}{L} + \frac{e}{L} \right) x$$



Nosníky s proudícím průřezem



Staticky neurčité účinky předpětí

v prostého nosníku dochází k volné deformaci. U spojiteln je vzepětí bráněno jeho vnitřní podpora, kde vzniká staticky neurčitá reakce R - v krajních podpárách pak síly poloviční donesebná směru. Nosník je ohlžen sekundárním momentem od předpětí M<sub>ps</sub>. Působí i primární účinky od předpětí, neboli staticky určité M<sub>pp</sub>. Celkové účinky jsou potom součtem M<sub>ps</sub> + M<sub>pp</sub> = M<sub>p</sub>.

- Metoda ekv. zatížení - lze určit účinky předpětí pro jakýkoliv typ bce
- postup - tvorba statického modelu - tvar, poloha tahů, excentricity
- určení ekv. zatížení
- výpočet reakcí u staticky neurčitých reakcí
- určení průběhu vnitřních sil

# Konkordantní kabel

tl. čára

## tlaková čára - poloha

V stat. určité kce je poloha působící předpětí totožná s polohou kabelu

Sekundární moment u st. určit. kce však posune působící před. síly  $V_0 = \frac{M_{ps}}{V_{pp}}$

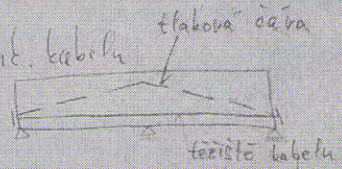
Pokud se kabel blíží geometrii tlakové čáry, pak se zmenšují sek. momenty

Pokud kabel splývá s tlakovou čarou, pak kabel nezpůsobí sekund. momenty = konkordantní

kabel Neuvolná stat. neurčité reakce  $\rightarrow$  průhyb nad podporami bude nulový

každý kabel ve st. určité kce je konkordantní a nezpůsobí sek. momenty

kteře kol. st. určité kce můžeme káždě polohu tl. čáry a také kont. kabelu



## Lineární transformace kabelu

Stat. účinky kabelu se rozmění, pokud se ~~je~~ změnou jeho geometrie rozmění ekv. zatížení

svislé síly nad podporami jsou přesunuty do podpor

př. změně je třeba zachovat

- stejné koncové excentricity
- stejnou křivost (včetně paraboly)
- stejné úhlové diskontinuity (znění úhlu kabelu)



Pokud při změně dodržíme podmínky, pak je transformace lineární

Transformované kabely vyvolají stejné celk. vnitřní síly, ale jiné sekund. reakce

## Návrh předpětí metodou vyrovnání zatížení

návrh předpětí

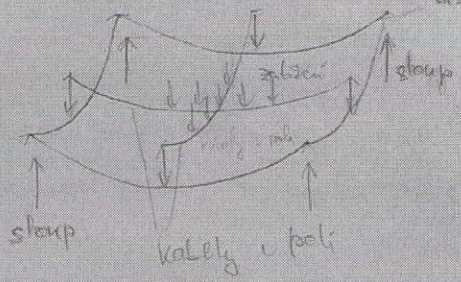
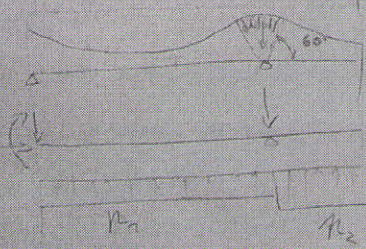
- dovolené namáhání - napětí v betonu se pohybuje v pozad. mezích

- vyrovnání zatížení - vyrovnat dílčové a svazk. namáhání od stálých zat. - málo ekonomická, více kabelů, ale větší trvanlivost

Doporučuje se vyrovnat 80-100% stálých zatížení v závislosti na stupni předpětí

Změněný kabel - skupina kabelů podobae geometrie Předpínací síla je součet všech ve skupině. při p

Vlhody vzniknou zejména u složitějších prst. kce. prostorojích



Cílem je vyrovnat zatížením  $M_1$  a  $M_2$  od předpětí požadované stálých zatížení, ve měsi být dosaženo max excentricity v krajních polích - neekonomičtější ale větší trvanlivost

# OMEZENÍ NORMÁLOVÝCH NAPĚTÍ OD PROV. ÚČINKU, PŘÍPUSTNÁ ZÓNA

## Omezení norm. napětí od prov. účinku zatížení

- založeno na předpokladu lineární-pružného chování betonu
- s ohledem na tlakovou rezerva se předpokládá tlaková napětí nebo malé tahy, které bet. přežije
- napětí v bet. od prov. zatížení se považuje ve všech stádiích působení bet.
- hledáme kombinace vyvolující největší a nejmenší tlak, ale také nejmenší tlak
- vypočtená extrémní napětí se porovnají s dovol. hodnotami namáhání (různé podle typu předpětí, zatížení)
- případná tah. napětí se doplnějí, zadržet bet. oceli

## Odolnost proti vzniku trhlin

- požadavek hlavně u vodotěsných ker a v agresivním prostředí
- podle hypotézy o rovinnosti průřezu po deformaci se předpokládá lineární průběh poměrného přetvoření betonu. Také je v nejvíce taženou vlákně dosaženo mezního tahov. napětí
- je žádoucí aby vznik trhlin vstával na porušení bet. - vez. trhlina je 99 násobkem mez. <sup>trhlinicit</sup>

## Přípustná zóna polohy kabelu

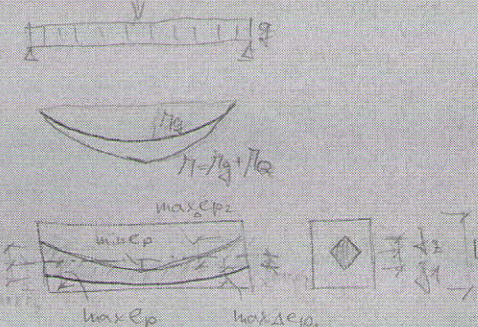
- provedení sítě předpínací síly buď podle vyhovujícího zatížení nebo podle dovolených namáhání
- kabel bychom měli umístit tak ab. usazovaly v průřezu tahy  $\Rightarrow$  umístění v jádře průřezu

postup: vypočítat účinné jádro průřezu

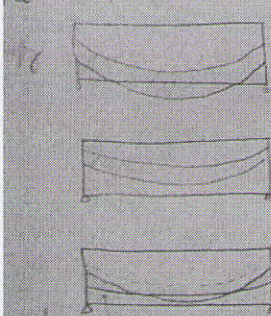
Vypočítáme  $N_g$  od statika a  $M$  od provozního + statika

$$\max \sigma_{ep} = -\frac{N_g}{A} \quad \max \sigma_u = f_{ct} + \max \sigma_{ep}$$

$$\min \sigma_{ep} = -\frac{M}{W} \quad \min \sigma_u = -f_{ct} + \min \sigma_{ep}$$



Podně-li kabel mezi vyznačené hranice, pak v ker. nezávisle na působení statika ani provoz. zatížení tah. napětí



nedostatečná předpínací síla  $\Rightarrow$  zvýšit sílu nebo průřez

opak

zvyšují  $N_g$  a snížení  $M_p$   
zvyšit př. sílu nebo průřez

sumární předpětí = provozní tah  
omezení předpětí = provozní tah

## Přípustná zóna tlakové záhy

Přípustná zóna pro st. užití lze velké aplikovat na stěnovité. Lze poleh učit přímo, ale lze stanovit přípustnou zónu pro poleh tl. záhy.

postup návrhu - Vypočteme  $M_g$  od stálosti a  $M_{max}$  od provozního způsobující max moment v poli a  $M_{min}$  od provozního způsobující min moment nad podporou

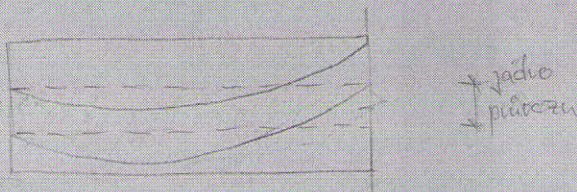
- Vypočteme ~~min~~ jádro průřezu

$$\alpha_{ep} = \frac{M_{min}}{N_{p, max}} \quad \alpha_{ep, g} = \frac{M_g}{N_{p, g}}$$

- label by se měl přitisk lisit od přípustné zóny

Pokud neodpovídá zóně lze lineárně transformovat

- Možné rozšíření poletem omezeného předpětí



## STATICKÁ ANALÝZA POSTUPNĚ BUD. KČI

### Nehomogenita kči

homogenní kči - dotvaruje v každém bodě stejně rychle  
nehomogenní kči - dotvaruje různě rychle - na styku materiál je bráněn volně deformaci a dotvar.

1 věta Collonnettiho - Je-li homogenní kči zatížena stálým v čase neměnným zatížením, mění se pouze deformace kči, napjatost zůstává (stejná) konstantní

nehomogenní kči - při činy nestejného dotvarování - různé statické působení - působí kontrast, zatížení

- rozdílné stáří betonu v různých částech
- kombinace beton - ocel proti jiným materiálům
- rozdílné teploty na různých místech
- rozdílné vyzrání různých částí

2 věta Collonnettiho - Je-li homog kči zatížena v čase konstantním či proměnlivým zatěžovacím pohybem (např. pohyb podpor), mění se napjatost kči

Redistribuce momentů sil vyvolaná pohybem podpor - změna napjatosti kči v čase

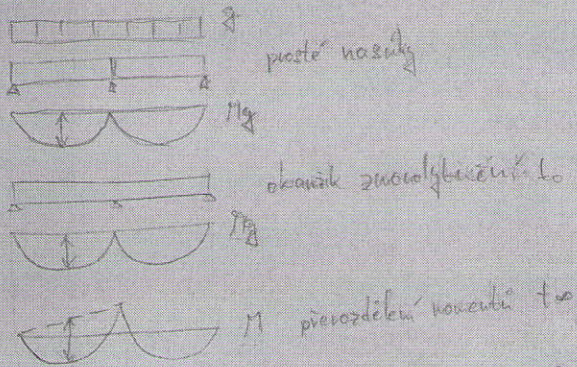
- Pohyb způsobí změnu reakce a přenesení nadpodporového momentu. Díky dotvarování (relaxaci) které se se stářím zvedá, se mají hodnoty dr. přivodit státní

zpr. výpočet, že všechny kce jsou nehomogenní. Jsou ale těžší na výpočet  
 počítají se obecnými numerickými metodami. Pro kontrolu metody řešení reologických  
 účinků

reologické účinky - dotvarování, smršťování a státní betonu interakce:  
 - obojí chování, působení ve vzájemné interakci

Řešení reol. účinků v uzavřené formě

- zanedbáme vzájemnou interakci. Počítáme samostatně a účinky se sčítají
- státní betonu = růst modulu pružnosti - počítá se s konstantním  $\rightarrow$  státní se zanedbá
- redistribuce vnitřních sil -

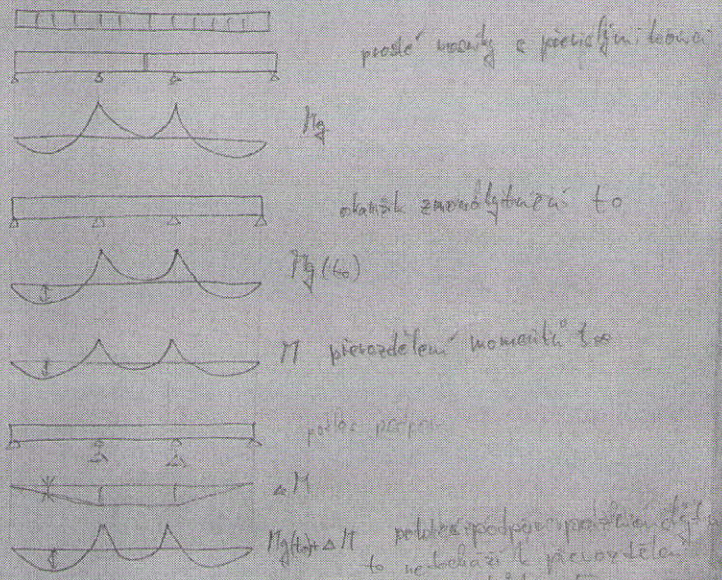


Dotvarování působí tak, že v čase  $t_0$  se průběh vnitřních sil přiblíží symetrickému  
 statickému schématu. Začíná na čase a kapacitě dotvarování

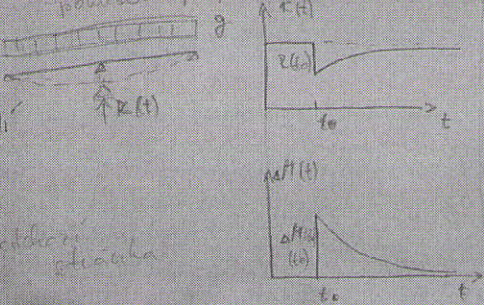
Proto musíme dimenzovat na oboje extrémy  $t_0$  i  $t_0$ .  $\Rightarrow$  neúspěšné

Dimenzovat na vnitřní síly na spojité nosníky  $\Rightarrow$  speciální montážní postupy

1. způsob - ihned po zsmalotváření provedené poklesy podpěr
2. zp. - plně vyrovnaní stálých zatížení předpětím  $\Rightarrow$  kce se pouze ekvuje



Redistribuce vnitřních sil vyvolaná  
 pohybem podpěr



atolání  
 reakci

přerozdělení  
 momentů

# MEZNI ÚNOSNOST PRVKŮ NAMAHOVANÝCH OS. SILOU A OHYBEM

předpoklady pro posouzení prvku na namáhání os. silou a ohybem:

- rovinnost průřezu po deformaci
- v tažné části beton nepůsobí
- dokouká sondovat oceli a betonu
- možná i výpočtové prac. diagramy betonu a oceli
- mezní stav nastane pokud - nastane mezní přetvoření betonu v tlaku
- nastane mezní přetvoření výztuže v tahu

## Předpjatý tažený prut

počáteční napjatost (stav) průřezu

- napjatost od statických zatížení předpětí a v obecném případě a dotvoření a smrštinám
- napjatost před aplikací provozního zatížení

- kapacita prutu v tahu - z tlakové rezerva v betonu vytvořené předpětím a únosnosti předp. výztuže

- Abychom mohli určit výpočet únosnosti průřezu jako pro nepředpjatý beton, musíme ~~z~~ jako výchozí stav brát stadium, kdy je v betonu nulové napětí. => to lze vyvodit působením větší tahové síly => stav dekomprese (nulová napětí v bet.)  $N^0 = N_p^0 + N_{G0}$

základní napětí (předp. síla) - napětí (síla) v předpínací výztuži, kdy je v příslušných vláknách betonu nulové napětí

největší tah. síla - součet normálních sil od předpětí a od zatížení působící na průřez

Podmínka spolehlivosti - levá strana - větší zatížení - vlt zat + sekund. účinky

- pravá - únosnost - příkrm. účinky předpětí a zbytková únosnost výztuže

$$N_{G0} + N_{G1} + N_{G2} + N_0 - \text{levá strana} \quad - N_0 = N_{G0} + N_p$$

účin. záhl.

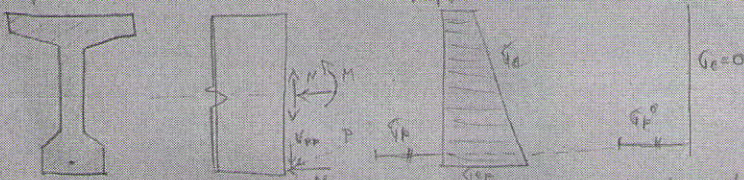
## Mezní únosnost ohybového průřezu s využitím stavu dekomprese

Určení záhl. napětí v ohybovém průřezu

Zavedením stavu dekomprese převedeme výpočet mezní únosnosti na výpočet nepředpjatého

ŽB průřezu

V předp. výztuži působí záhl. napětí skutečná napjatost stav dekomprese



Určení základního napětí v předpínání betonu

stav dekomprese - do bet. můžeme vložit přírustek poněkud přetvořený, stlačovací napětí ale v obráceném směru stejný přírustek vložíme do výsluže  $\Rightarrow$  přírustek

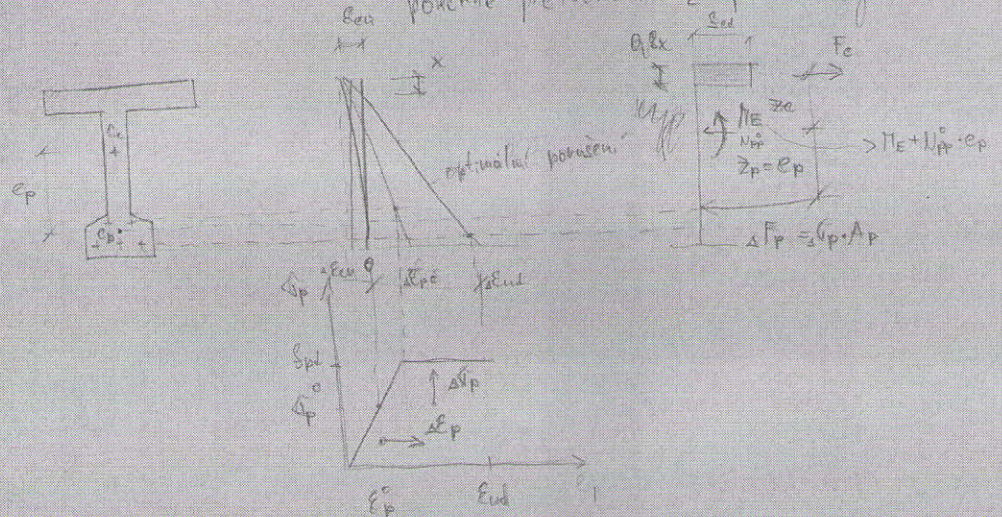
$$\Delta \epsilon_{cr} = \frac{\sigma_{cp}}{E_c}$$

zátěž napětí - součet skuteč. napětí ve výsluži a přírustku  $\Delta \epsilon_{cp} = \epsilon_p$

Jelikož je před uvozením předpětí v betonu nulová napětí, tak stlačovací napětí je rovna základnímu - u předem PB

úroveň mezní únosnosti ohybového průřezu

princip mezních přetvoření - úroveň napětí v každém vlákně se počítá pro zjištění poměrného přetvoření z prac. diagramu



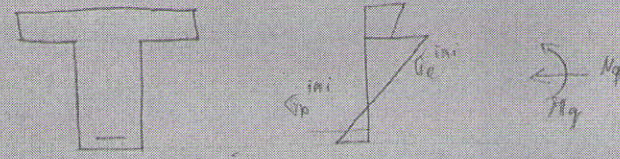
$$M_R = \bar{f}_c z_c + \Delta F_p \cdot z_p$$

$$M_E + N_{irr} e_r \leq M_R = \text{podmínka spolehlivosti}$$

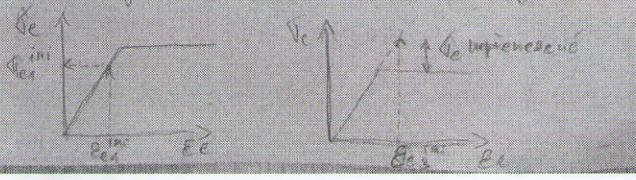
Mezní únosnost ohybových průřezů v závislosti na počáteční napjatosti průřezu

počáteční napjatost průřezu - napjatost od stálých zatížení, předpětí, dotlačování a smrštění - každá mezní únosnost od norm. síly a momentu

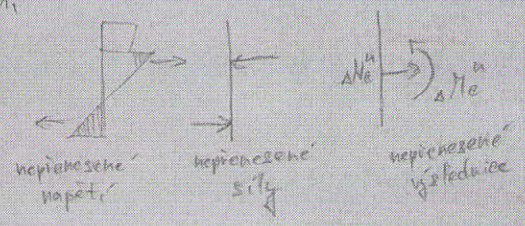
Naučte se stavu dekomprese  $\Rightarrow$  každé vlákně průřezu postřívá odlišného poměrného přetvoření a napětí



Takže lze pro pom. přetvoření nalézt na diagramu hodnotu napětí, pak vypočítaná napětí odpovídají a průřez je přepracovaný

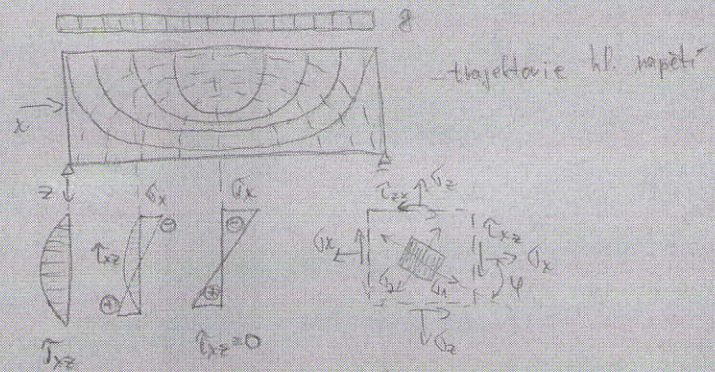


Integrací nepřenesených sil napětí získáme nepřenesené vnitřní síly - jejich výslednice musíme přičíst k vnitřním silám od působivých zatížení



## PRVKY NAMAHOVÉ SMYKEM A KROUCEMÍM

Namáhání předpř. prvky



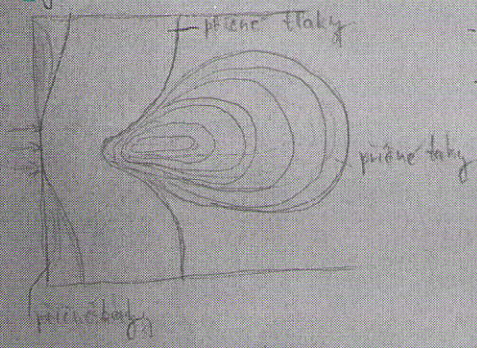
síly od předpř. - snížení velikosti hlavních napětí v tahu } zvýšením smykové únosnosti  
 - redukce působivých sil od vnějšího zat.

## ANALÝZA KOT. OBLASTI

- důležité posouzení - kotvení oblast - tah. síla z předpř. prvků m. beton
- vnější předpř. síly - předem PB - soudržnost vřetáže s betonem  
 - dodatečné PB - kotvy

### Kotvení pomocí kotvy

- vysoká koncentrace tlak. napětí - přechází v roztahových místech v tahu - špatně síly - natáhnout
- příčné tlaky jsou příčné - trojosa napjatost
- příčné tahy - v lici stěny vedle kotvy - odpružení ústev bet. (odlupování)



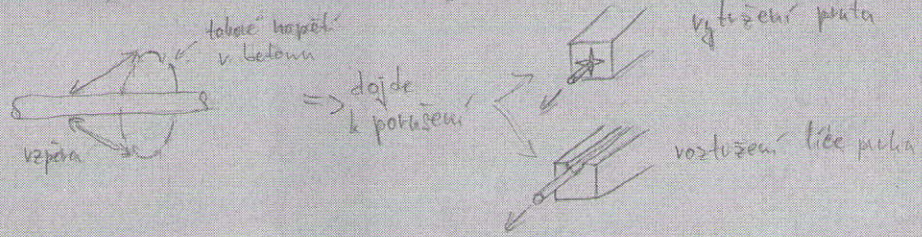
rozměry délka - část kce, ve které napětí ustává produkují síly, přičítá se obecně uvolněního do lokálního rozdělení po průřezu

- posouzení - namáhání betonu soustředěným tlakem pod kotvou (otlačení)
- roztržení oblasti špičky sil (rozměry oblasti)
- roztržení lici

MEZM  
 - ovržení  
 - odsko  
 - detour  
 Působen  
 Beton  
 Deform  
 - rajen  
 - repret  
 - stlačov  
 - Průběh

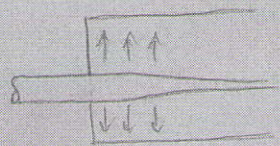
Kotvení soudržnosti

zdvojnásobení - oblast šikmých vzpěr - od prutu k prstenici tahu  
 - nelze používat hole hladké výztuže

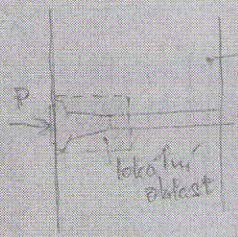


Hoyerův efekt - při napínání se lano ~~stahuje~~ stěncí  
 - Po osvobození opět v lici zvětší svůj objem (nulové napětí) a zůstane účinnost kotvení

Kotvení délka - délka kde se zcela přenesla možná předp. síla



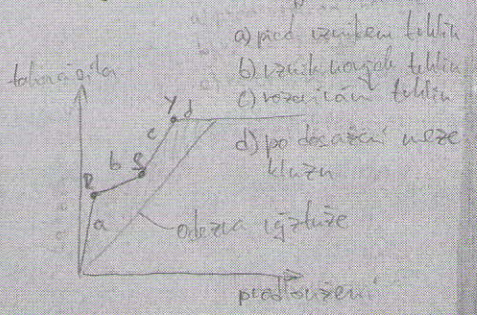
Výpočetní model a posouzení oblastí pod kotvami



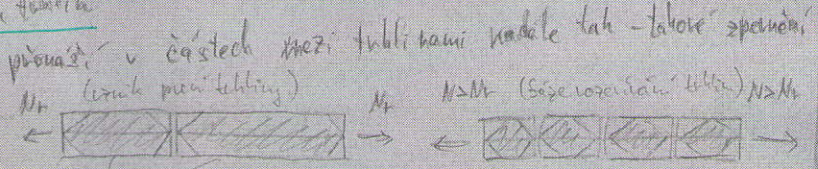
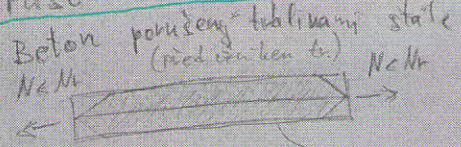
řešení: variací, metody příhrad, analogie - typický příklad oblastí diskontinuit  
 -> lokální oblast pod kotvou - příčná výztuž - šroubovice  
 kotevní oblast - příčná výztuž - víceřadná nebo třířadná - svařované mřížky

MEZNI STAVY POUŽITELNOSTI

- omezení normálových napětí od provozního zatížení
- odolnost proti trhlinám nebo omezení šířky trhlin
- deformace



Působení bet. v tahu po vzniku trhlin



Deformace PB ker

- nejen přírůbek od příčné zatížení
- vzepětí
- stlačení od příděti
- přírůbek vždy větší než u ŽB

zóna možného vzniku trhlin

