

RÔZNE PRÍSTUPY K ANALÝZE INTERAKČNÉHO SYSTÉMU „ZÁKLAD – PODLOŽIE“

Ing. Peter Pollák, Katedra geotechniky, Stavebná fakulta STU Bratislava
e-mail: pollak.dubnica@gmail.com

RÔZNE PRÍSTUPY K ANALÝZE interakčného systému „základ – podložie“

1. Prístup podľa metodiky STN 73 1001

- riešenie deformačno-napätostného stavu analytickou metódou (Steinbrenner, 1934)

$$\sigma_z = \frac{f}{2\pi} \cdot \left[\operatorname{atan} \left(\frac{L \cdot B}{z \cdot \sqrt{L^2 + B^2 + z^2}} \right) + \left(\frac{L \cdot B \cdot z}{\sqrt{L^2 + B^2 + z^2}} \right) \cdot \left(\frac{1}{L^2 + z^2} + \frac{1}{B^2 + z^2} \right) \right]$$

VÝHODY

- jednoduché, ľahko kontrolovateľné výpočty
- vzťahy odvodené na základe experimentálnych meraní v laboratóriách, resp. in-situ

NEDOSTATKY

- platnosť analytického riešenia len na jednoduché tvary základov
- výpočet zvislých napätí v podloží nezohľadňuje tuhosť základu a rozloženie zaťaženia

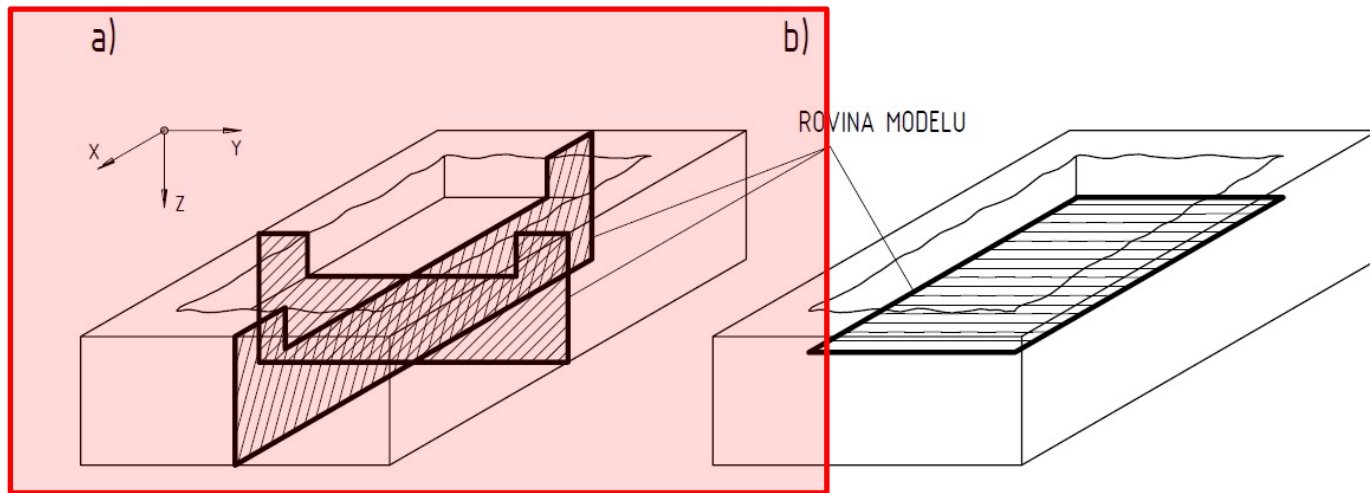
SOFTVÉRY:

GEO 5 – Modul „Pätka“, S-CALC, individuálny výpočet v tabuľkovom editore

RÔZNE PRÍSTUPY K ANALÝZE interakčného systému „základ – podložie“

2. Rovinná úloha v MKP

- numerický model charakteristického rezu konštrukciou s hrúbkou 1 meter



VÝHODY

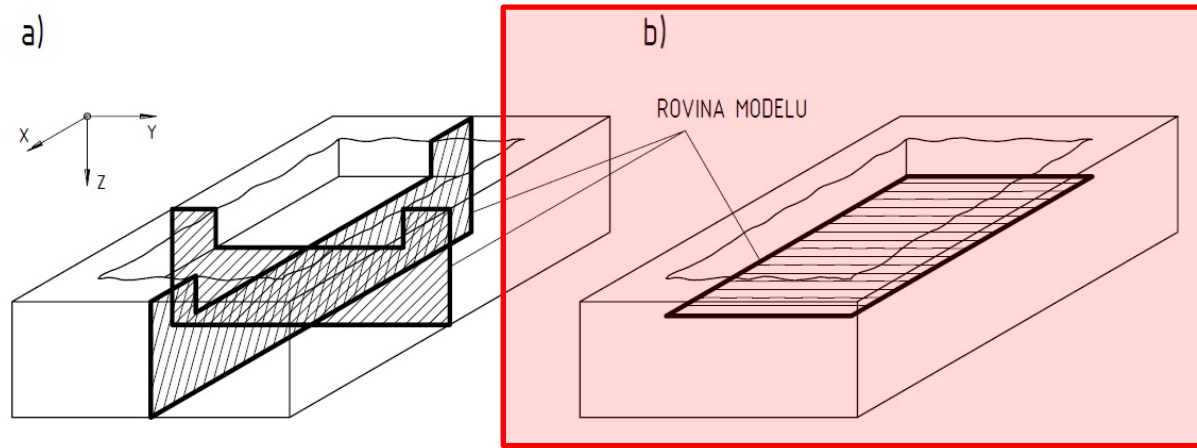
- zohľadnenie nehomogenity podložia
- zohľadnenie tuhosti základu
- zohľadnenie rozmiestnenia zaťaženia
- komplexnosť výsledkov

NEDOSTATKY

- rovinný model 1 bm konštrukcie – zanedbanie redistribúcie napätia v priestore
- väčšinou nadhodnotené výsledky deformácií

RÔZNE PRÍSTUPY K ANALÝZE interakčného systému „základ – podložie“

3. Riešenie základovej konštrukcie na Winklerovom / Pasternakovom podloží



- potrebujeme poznať koeficient ložnosti k [MN/m^3] pri Winklerovom modeli, resp. parametre C_1 [MN/m^3] a C_2 [MN/m] pri Pasternakovom modeli podložia
- numerický výpočet je realizovaný v rovine dosky (základu)
- parametre modelov podložia zohľadňujú vlastnosti podložia **v rámci DEFORMAČNEJ ZÓNY**. Parametre podložia ovplyvňujú globálnu maticu tuhosti konštrukcie [K].

**2D – VÝPOČET V
ROVINE ZÁKLADU**

+

**1D – VLASTNOSTI
PODLOŽIA V RÁMCI H_{def}**

=

**3D výpočtový model
interakčného systému**

RÔZNE PRÍSTUPY K ANALÝZE
interakčného systému „základ – podložie“

3. Riešenie základovej konštrukcie na Winklerovom / Pasternakovom podloží

VÝHODY

- v podstate priestorová úloha
- zohľadnenie nehomogenity podložia
- zohľadnenie tuhosti základu
- zohľadnenie rozmiestnenia zaťaženia
- komplexnosť výsledkov

NEDOSTATKY

!!! parametre „k“, resp. „C1 a C2“ sú konštanty premietnuté do ťažiska konečného prvku v rovine základovej dosky !!!

**NEZOHĽADŇUJÚ VRSTEVNATOSŤ
PODĽOŽIA POD ZÁKLADOVOU ŠKÁROU**
(výskyt stlačiteľných vrstiev v miestach s koncentrovanými napätiami)

SOFTVÉRY:

GEO 5 – Modul „DOSKA“, Scia Engineer – užívateľom definované konštanty podložia ($C_{1Z}, C_{1X}, C_{1Y}, C_{2X}, C_{2Y}$)

RÔZNE PRÍSTUPY K ANALÝZE interakčného systému „základ – podložie“

4. Scia Engineer – Výpočtový modul SOIL-IN

VÝPOČET DEFORMAČNO-NAPÄTOSTNÉHO STAVU V INTERAKČNOM
MODELI → **POTREBUJE POZNAŤ PARAMETRE PODLOŽIA**

ZAČAROVANÝ KRUH

VÝPOČET PARAMETROV PODLOŽIA → **POTREBUJE POZNAŤ
DEFORMAČNO-NAPÄTOSTNÝ STAV**

ITERAČNÝ PRÍSTUP K RIEŠENIU

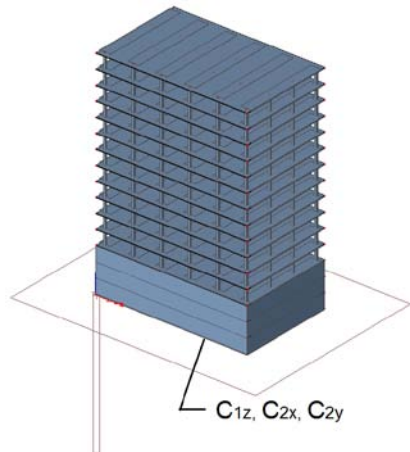
- zvolím počiatočné hodnoty parametrov podložia
(Nastavenie riešiča)
- vyriešim deformačno-napätostný stav v konštrukcii
(σ_z [kPa] u_z [mm])
- na základe kontaktného napätia a zadaných profilov
podložia vyriešim priebeh zvislých napätí v podloží
- DOPOČÍTAM NOVÉ HODNOTY PARAMETROV PODLOŽIA
- toto sa deje v ťažisku každého konečného prvku základu

$$C_{1z}^S = \int_0^H E_z \left(\frac{\partial f(z)}{\partial z} \right)^2 dz$$

$$C_{2x}^S = C_{2y}^S = \int_0^H G f'^2(z) dz$$

Porovnanie komplexných interakčných modelov „horná stavba – základ – podložie“

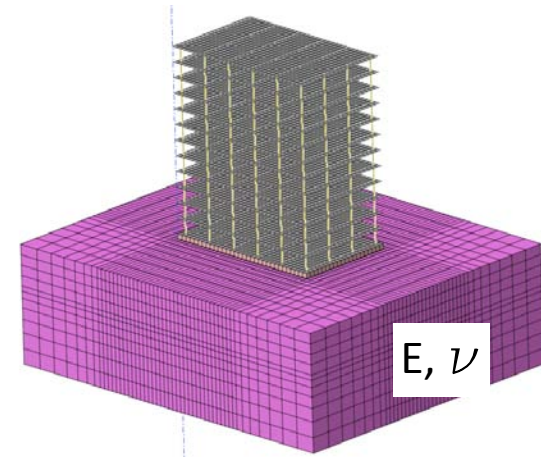
SCIA ENGINEER (SOIL-IN)
Dvojparametrický model podložia



- pri výpočte pružinových konštánt **ZOHĽADŇUJE** štruktúrnu pevnosť podložia => REÁLNEJŠIA KONEČNÁ HODNOTA SADANIA

- **NEZOHĽADŇUJE** VPLYV OKOLIA a vrstevnatosť podložia – vychádzajú menšie nerovnomerné sadnutia a menšie vnútorné sily v hornej stavbe od deformačného zaťaženia (nespoľahlivý návrh)

Midas GTS, Ansys, Sofistik....
Podložie ako PRUŽNÝ POLPRIESTOR



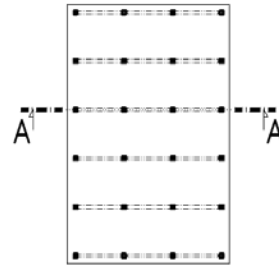
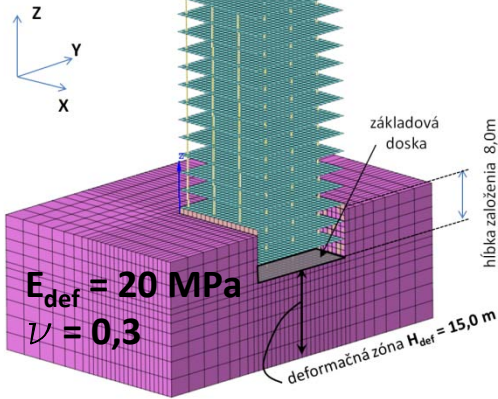
-pružný polpriestor uvažuje s reálnymi zadanými deformačnými parametrami podložia, **ZOHĽADŇUJE** zadanú vrstevnatosť, hĺbku založenia a vplyv okolia – vychádzajú väčšie nerovnomerné sadnutia a vnútorné sily v hornej stavbe (spoľahlivý návrh)

- **NEZOHĽADŇUJE** štruktúrnu pevnosť podložia a deformačná zóna je v každom bode rovnaká (užívateľom zadaná) – má vplyv na **NADHODNOTENÉ** výsledky konečných sadnutí základu

Výsledky kontaktných napätí, sadnutí a ohybových momentov v základovej doske (Soil-in vs. polpriestor)

REZ MODELOM

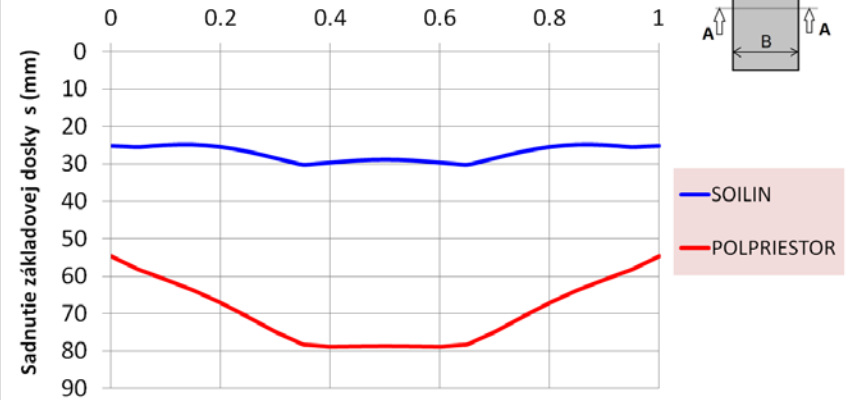
Poloha rezu A-A v pôdoryse základovej dosky



- modely v Midas GTS aj v Scia Engineer bez vlastnej tiaže betónu
- rovnorné zaťaženie stropov $f = 10\text{ kN/m}^2$

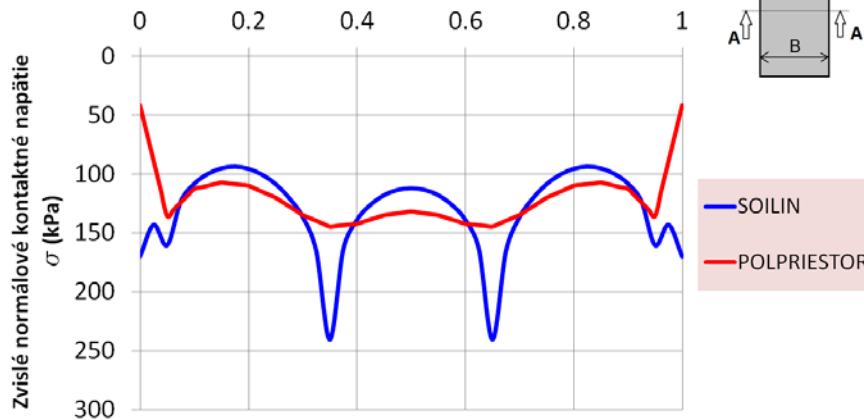
PRIEBEH SADNUTIA ZÁKLADU V REZE A-A

Relatívna poloha bodu v reze A-A: $\zeta = x / B$ (-)



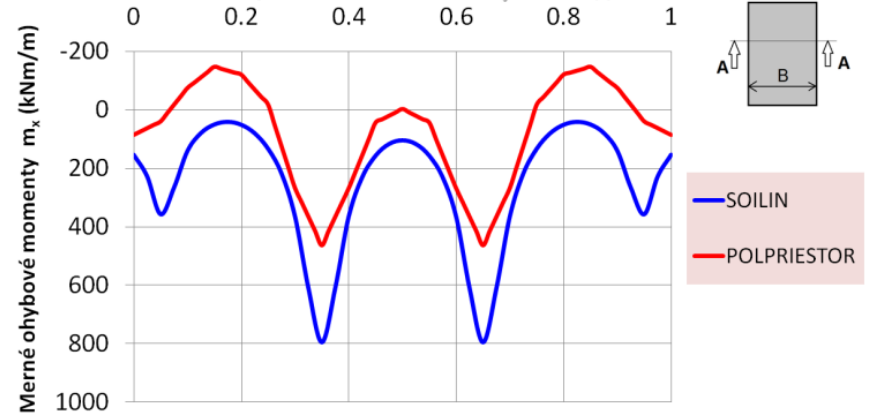
PRIEBEH KONTAKTNÝCH NAPÄTÍ V REZE A-A

Relatívna poloha bodu v reze A-A: $\zeta = x / B$ (-)



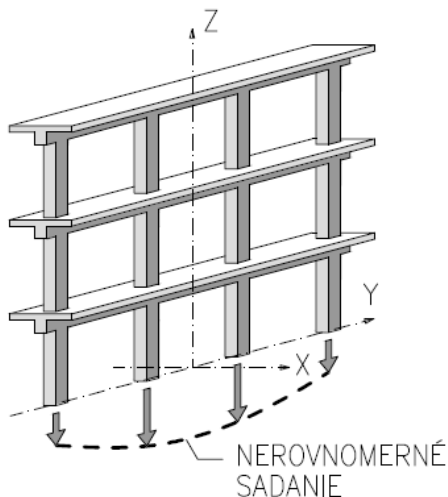
PRIEBEH OHYBOVÝCH MOMENTOV V ZÁKLADOVEJ DOSKE

Relatívna poloha bodu v reze A-A: $\zeta = x / B$ (-)



PREČO JE POTREBNÉ PRI NÁVRHU KONŠTRUKCIE UVAŽOVAŤ S INTERAKCIOU S PODLOŽÍM?

- vnútorné sily v nosných prvkoch od **DEFORMAČNÉHO ZAŽIŽENIA** (nerovnomerného sadania)



Schematický priebeh **ohybových momentov na stĺpoch** rámu vplyvom nerovnomerného sadania

