

Vysoká škola technická a ekonomická  
V Českých Budějovicích

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

## Tepelné mosty spodní stavby

Autor bakalářské práce: Luboš Pokorný

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavlína Charvátová

Oponent bakalářské práce: Ing. Jan Krlín

České Budějovice, červen 2016

# Motivace a důvody k řešení daného problému

- Aktuálnost tématu
- Osobní zájem o dané téma
- Součást odborné praxe

# Cíl práce

- Cílem práce je vyhodnotit jednotlivá řešení detailů spodní stavby a najít optimální řešení.

# Výzkumný problém

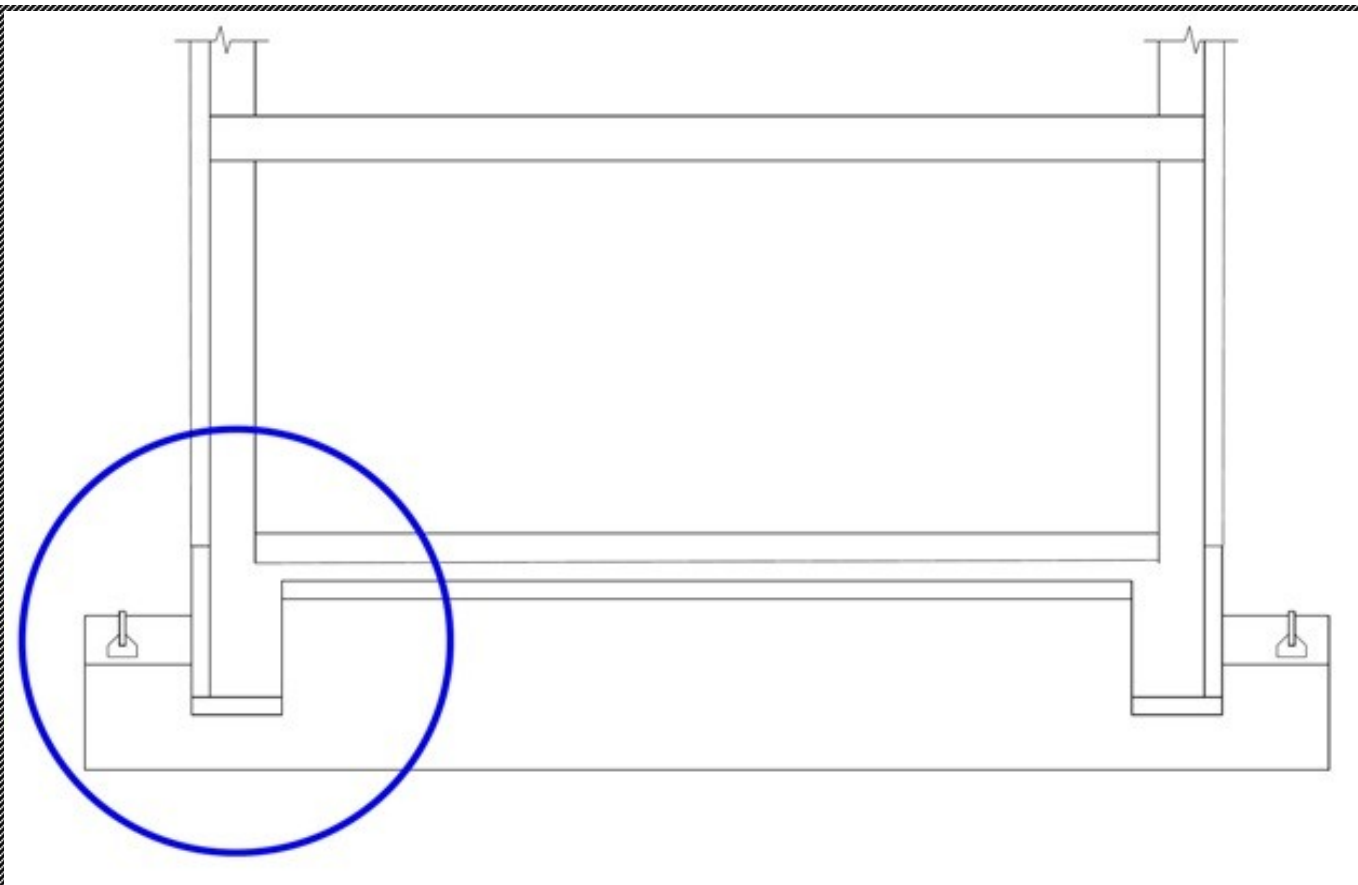
Hlavní úkoly:

- Kvantifikovat tepelné mosty
- Posoudit jednotlivé detaily mezi sebou
- Zvolit optimální řešení

# Metodika práce

- Navržení a zakreslení vybraných detailů spodní stavby
- Výpočet součinitele prostupu tepla
- Výpočet lineárního činitele prostupu tepla
- Posouzení na faktor nejnižší povrchové teploty
- Porovnání výsledných hodnot

# Schéma zvoleného detailu



# Vzorce pro výpočty

Lineární činitel prostupu tepla

$$\Psi = L - U_w * b_w - L_g * \frac{bf,e}{bf,i} \quad [W/(m.K)]$$

Faktor nejnižší povrchové teploty

$$f_{Rsi} = 1 - (\theta_{ai} - \theta_{si}) / (\theta_{ai} - \theta_e)$$

# Lineární činitel prostupu tepla

Typ lineární tepelné vazby	Normové hodnoty lineárního činitele prostupu tepla [W/(m.K)]		
	Požadované $\Psi_{e,N}$	Doporučené $\Psi_{e,rec}$	Doporučené pro pasivní domy $\Psi_{e,pas}$
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkón, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, boční ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Typ bodové tepelné vazby	Normové hodnoty bodového činitele prostupu tepla [W/K]		
	Požadované $\chi_{e,N}$	Doporučené $\chi_{e,rec}$	Doporučené pro pasivní domy $\chi_{e,pas}$
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,40	0,10	0,02



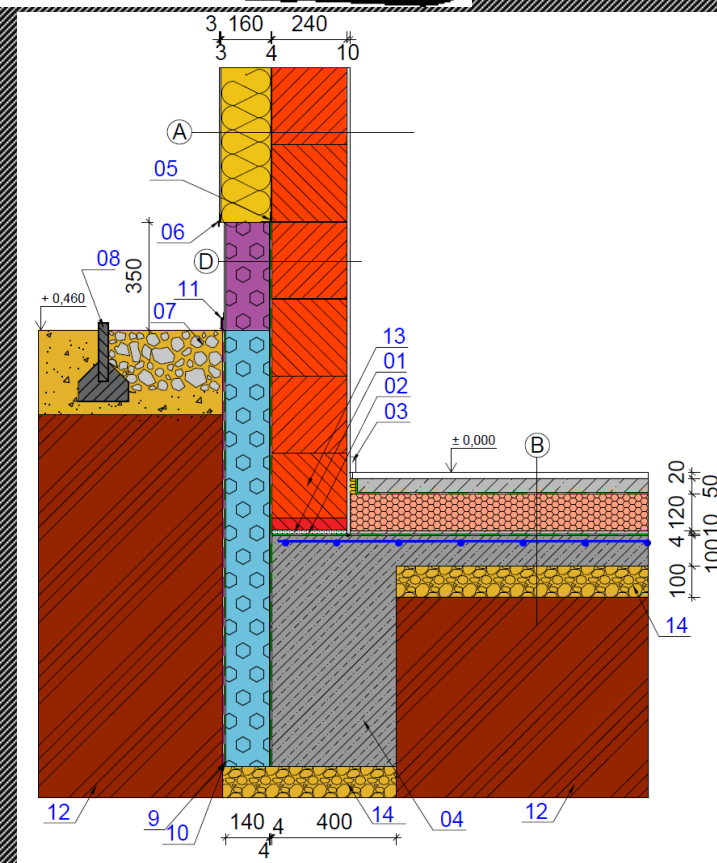
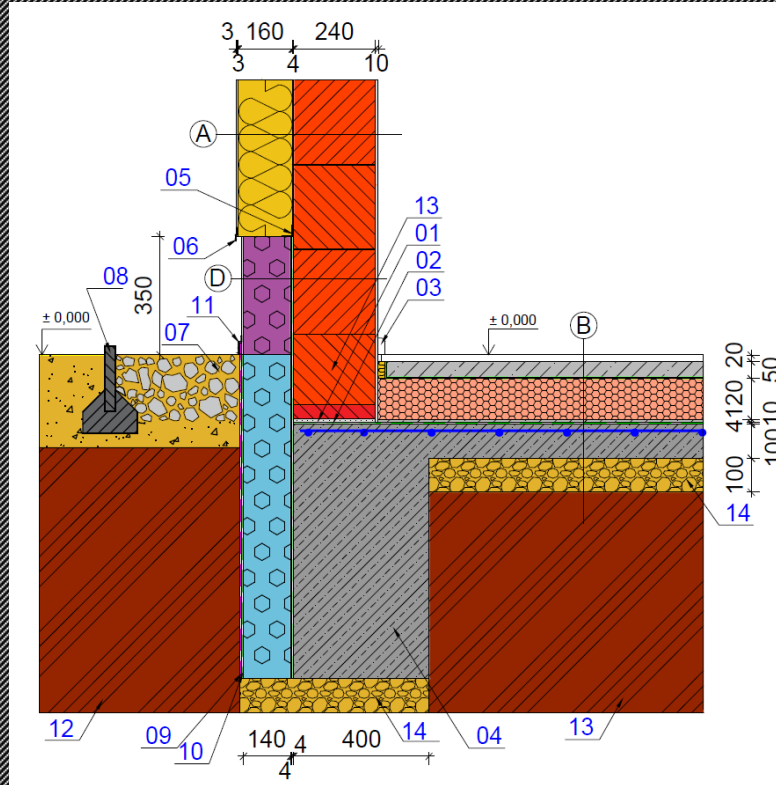
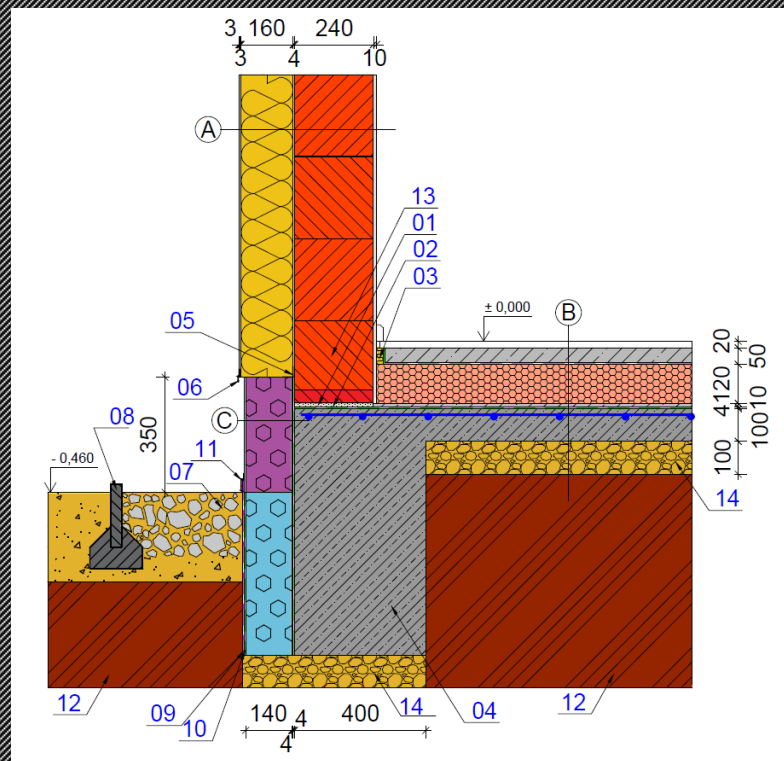
# Faktor nejnižší povrchové teploty

Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
	-13	+14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
	Minimální hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785

# Okrajové podmínky

- Teplota v exteriéru:  $-15^{\circ}\text{C}$
- Teplota v interiéru:  $21^{\circ}\text{C}$
- Tepelný odpor stěny:  $R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 $R_{se} = 0,040 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Tepelný odpor podlahy:  $R_{si} = 0,170 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 $R_{se} = 0,000 \text{ m}^2\text{K/W}$

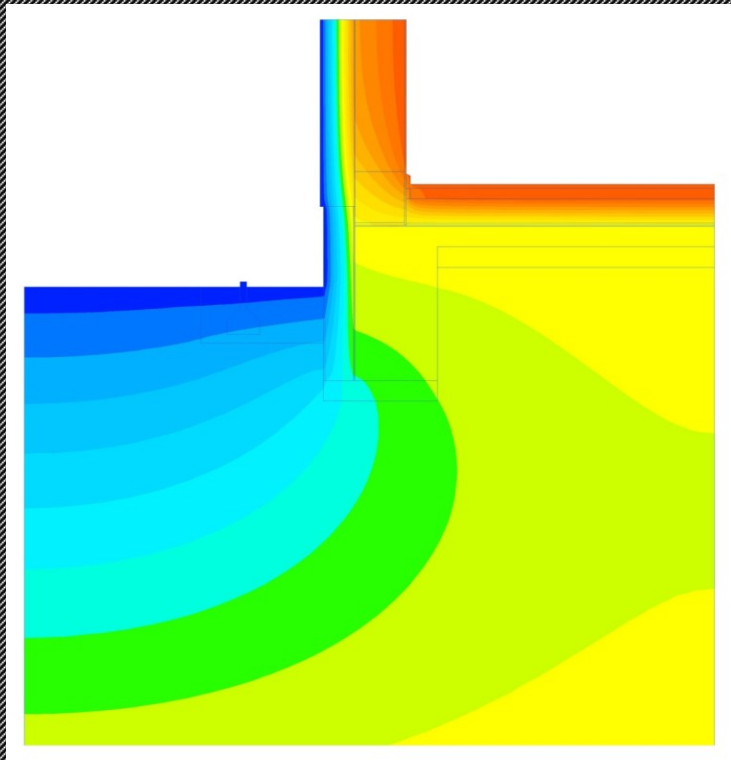
# Posouzení dle úrovně terénu



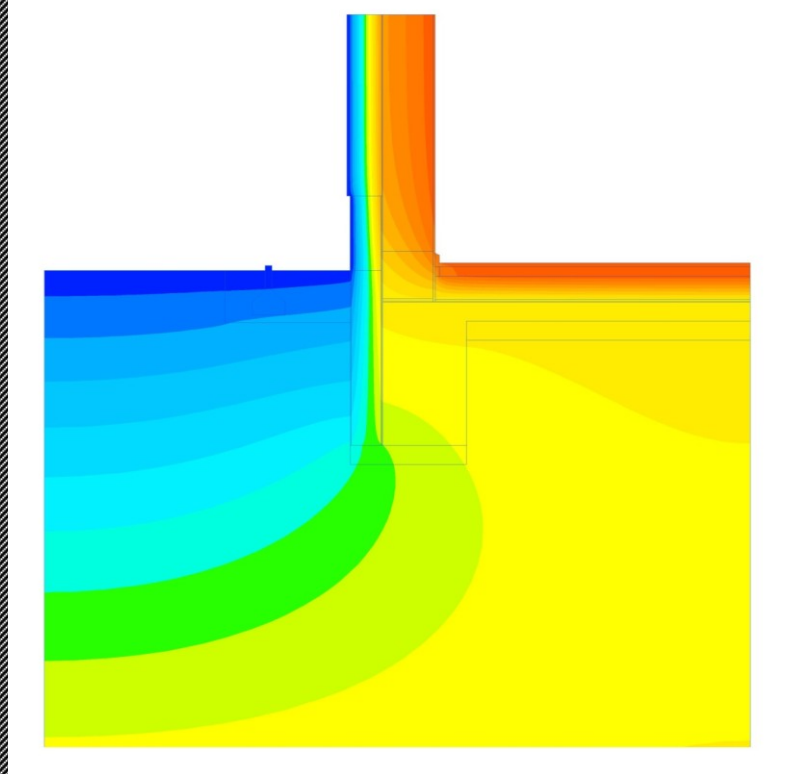
# Porovnání výsledků

	Lineární činitel prostupu tepla z exteriéru $\psi$ [W/(m.K)]
Detail 1	- 0,02926
Detail 2	- 0,02443
Detail 3	- 0,03871

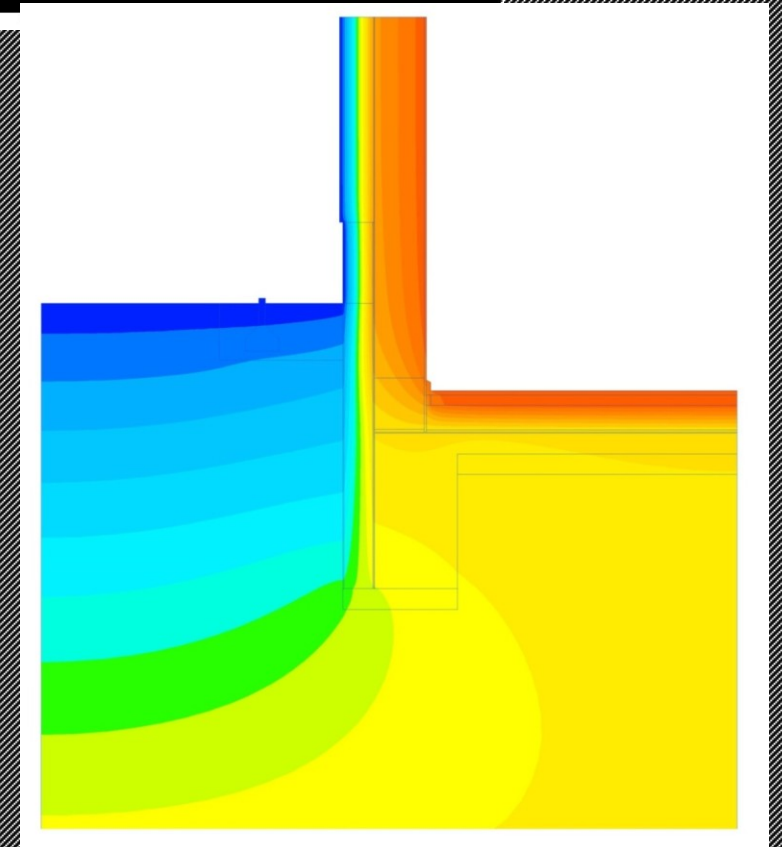
# Teplotní pole a faktor nejnižší povrchové teploty



$$f_{Rsi} = 0,872$$

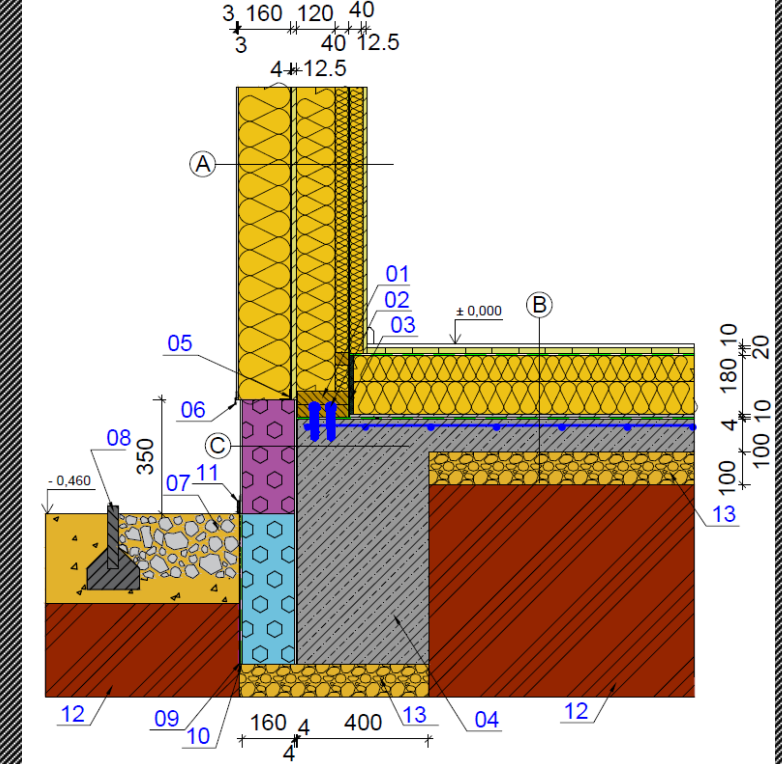
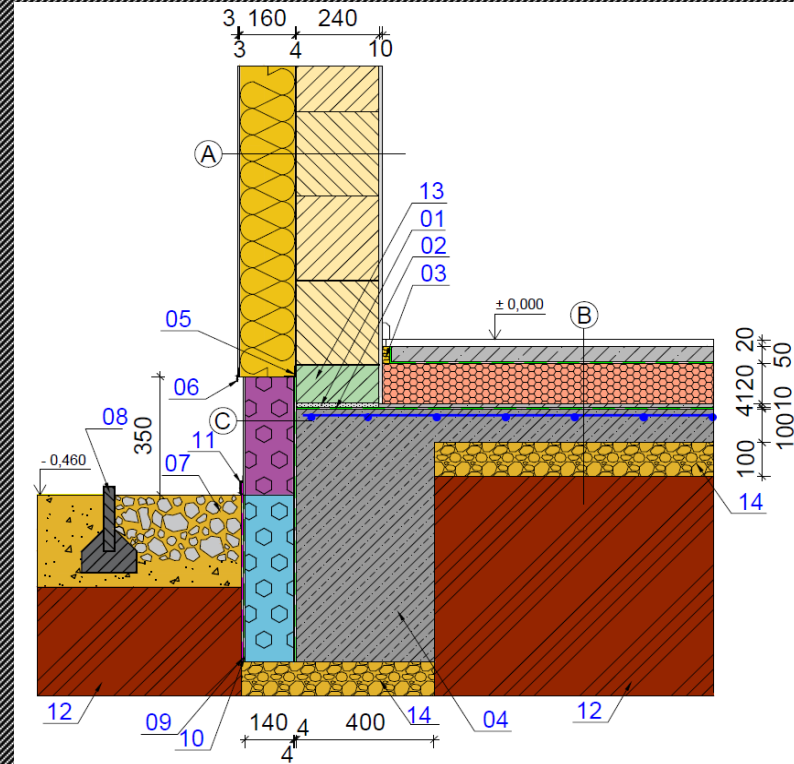
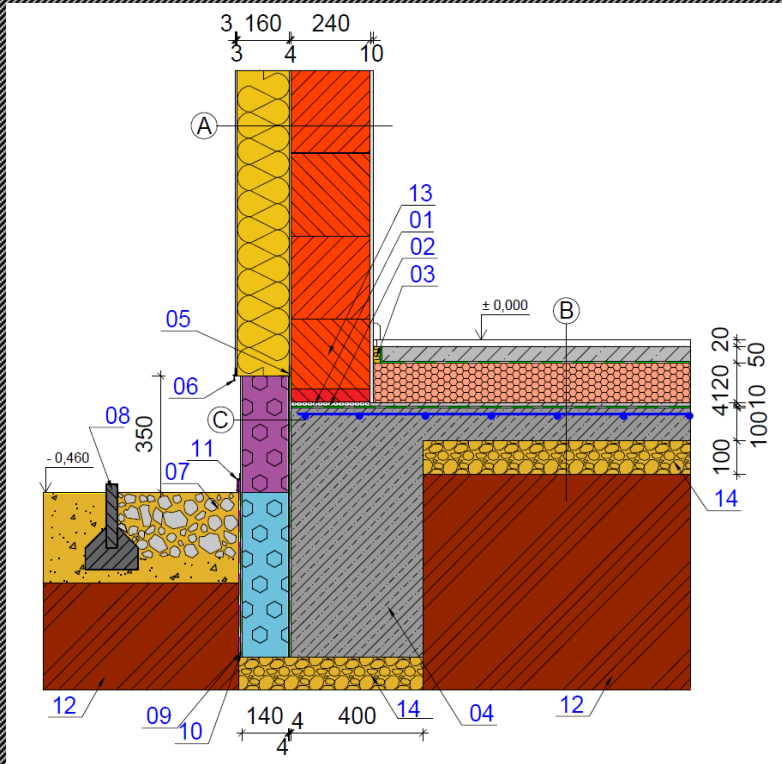


$$f_{Rsi} = 0,882$$



$$f_{Rsi} = 0,892$$

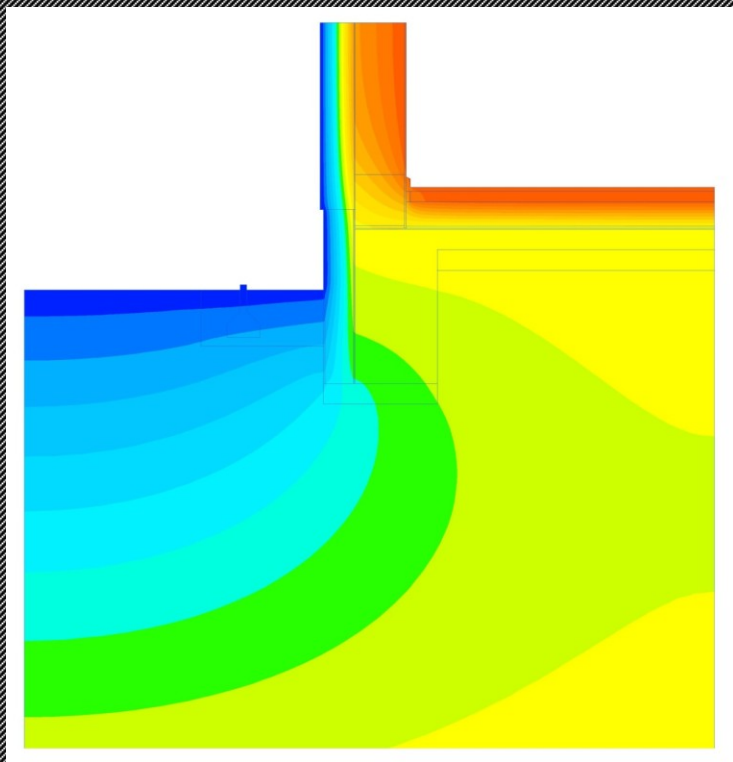
# Posouzení dle použitého materiálu nosné konstrukce



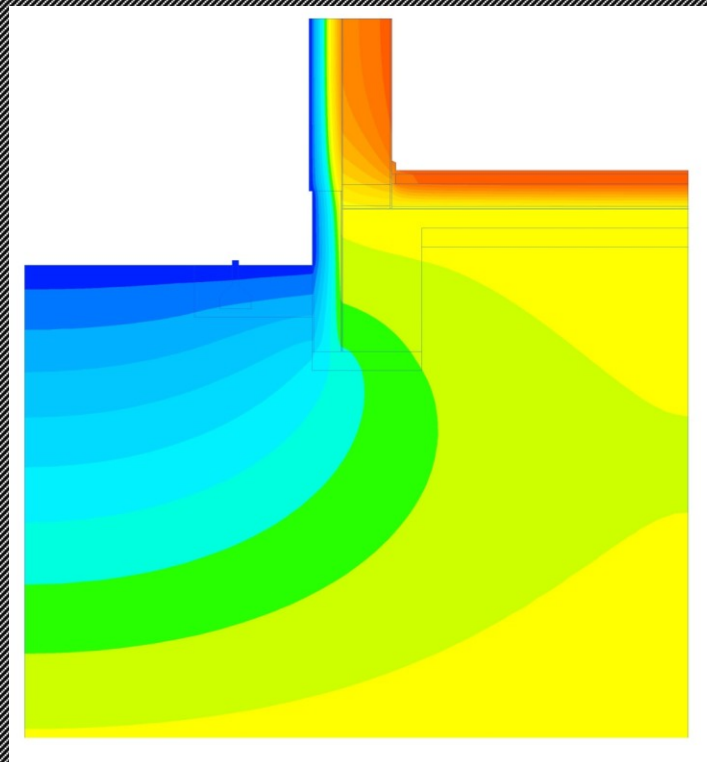
# Porovnání výsledků

	Lineární činitel prostupu tepla z exteriéru $\psi$ [W/(m.K)]
Detail 1	- 0,02926
Detail 4	- 0,03377
Detail 5	- 0,07047

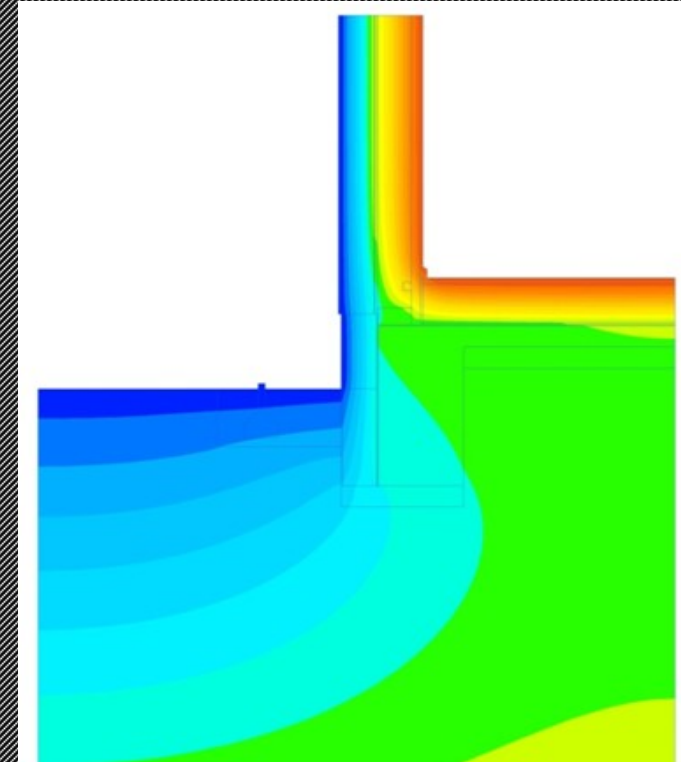
# Teplotní pole a faktor nejnižší povrchové teploty



$$f_{Rsi} = 0,872$$



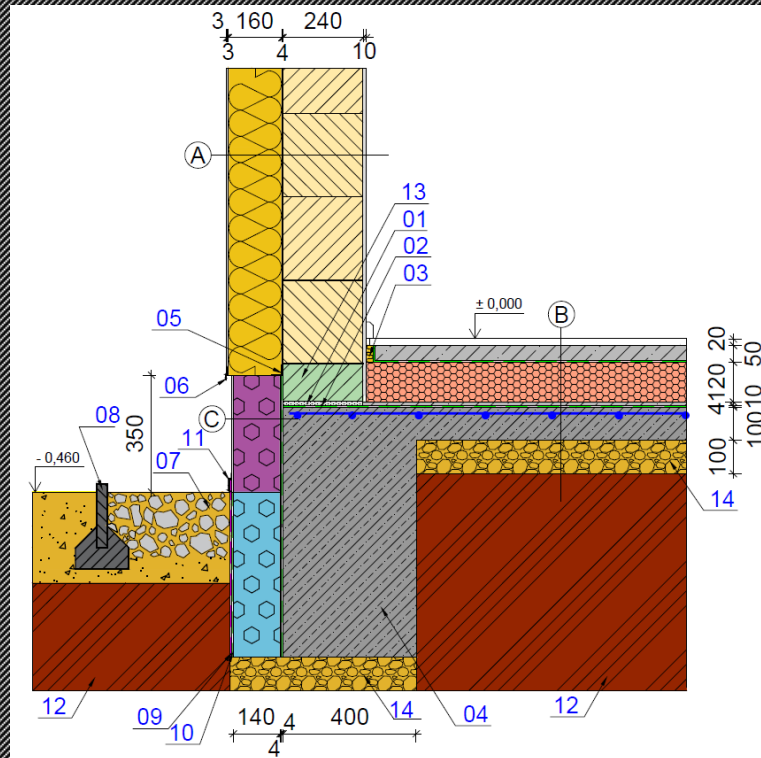
$$f_{Rsi} = 0,885$$



$$f_{Rsi} = 0,917$$



# Posouzení dle druhu a tloušťky tepelné izolace



Varianta 1: MV (100 mm) + EPS (80 mm)

Varianta 2: MV (160 mm) + EPS (120 mm)

Varianta 3: MV (220 mm) + EPS (180 mm)

Varianta 4: EPS Grey (100 mm) + EPS Grey (80 mm)

Varianta 5: EPS Grey (140 mm) + EPS Grey (120 mm)

Varianta 6: EPS Grey (200 mm) + EPS Grey (180 mm)

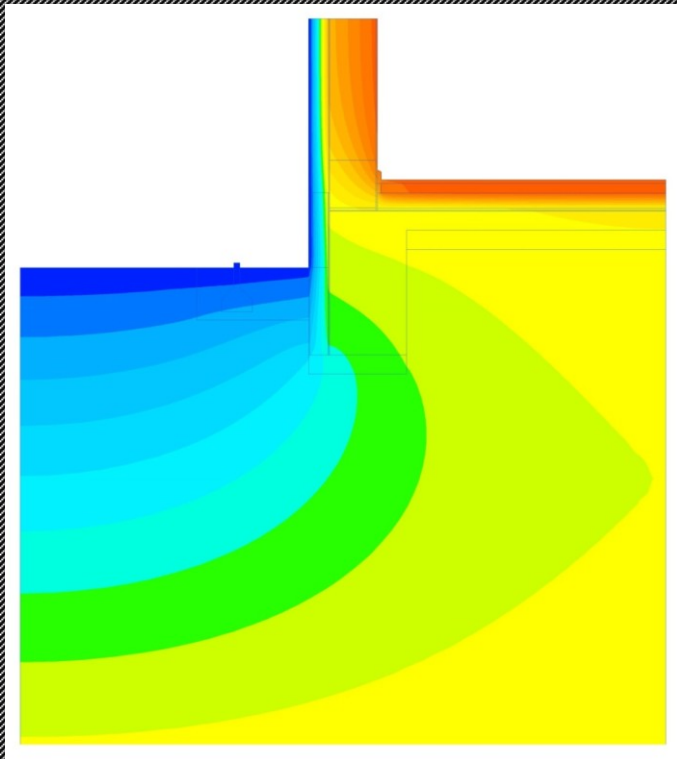
# Vyhodnocení výsledků

	Lineární činitel prostupu tepla z exteriéru $\Psi$ [W/(m.K)]
Varianta 1	- 0,08933
Varianta 2	- 0,03377
Varianta 3	- 0,00001
Varianta 4	- 0,04997
Varianta 5	- 0,00110
Varianta 6	0,02587

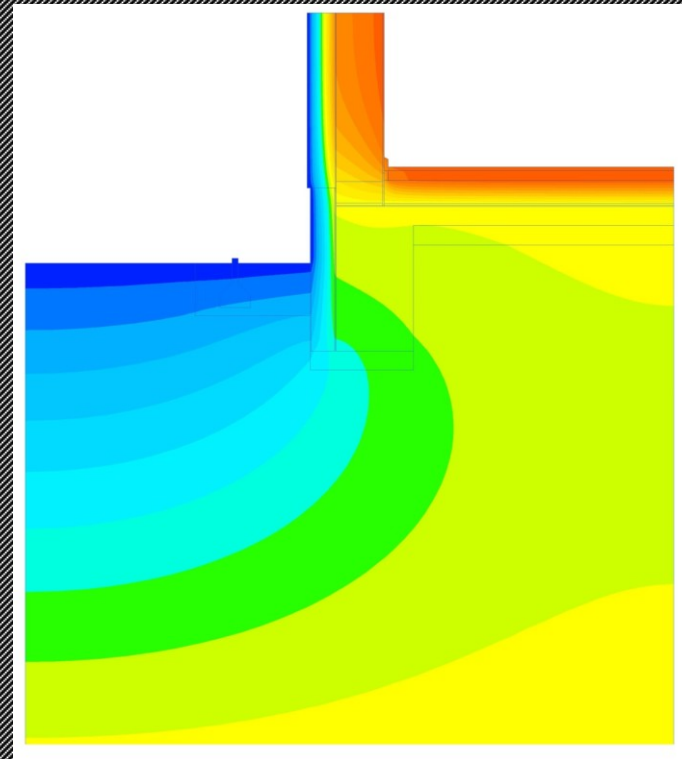
# Optimální řešení

Typ materiálu	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/(m.K)]	Tloušťka vrstvy [mm]
Isover TF PROF1	0,038	160
Isover EPS 100 S	0,037	120

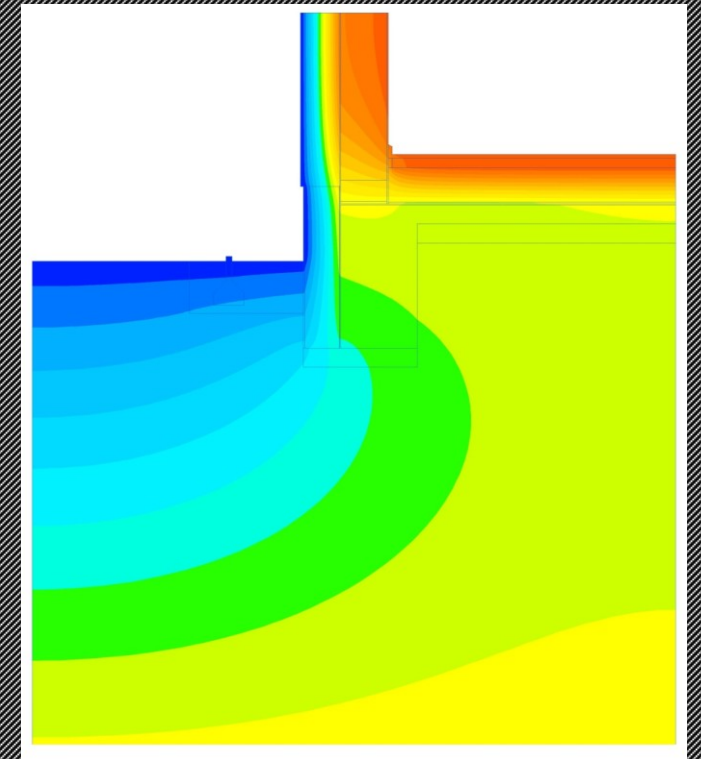
# Teplotní pole a faktor nejnižší povrchové teploty



$$f_{Rsi} = 0,867$$

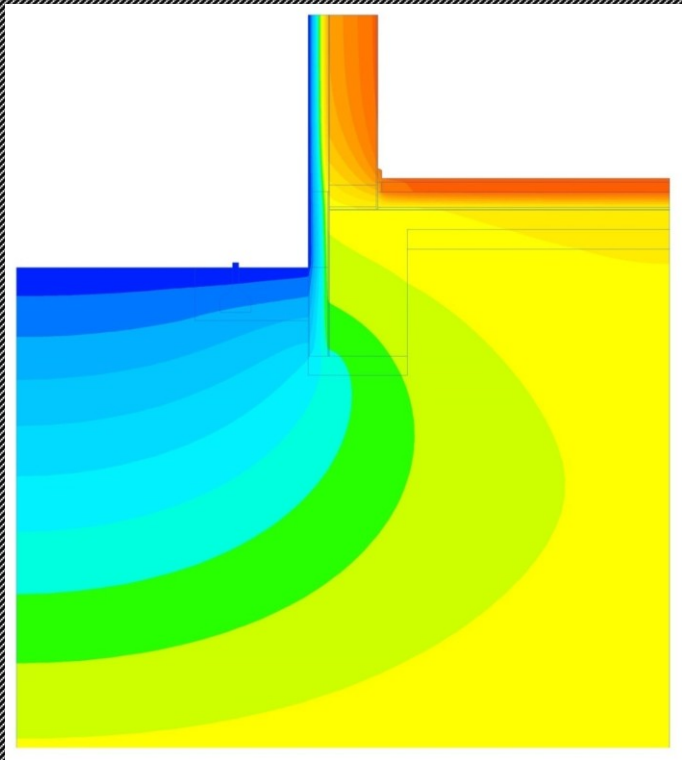


$$f_{Rsi} = 0,885$$

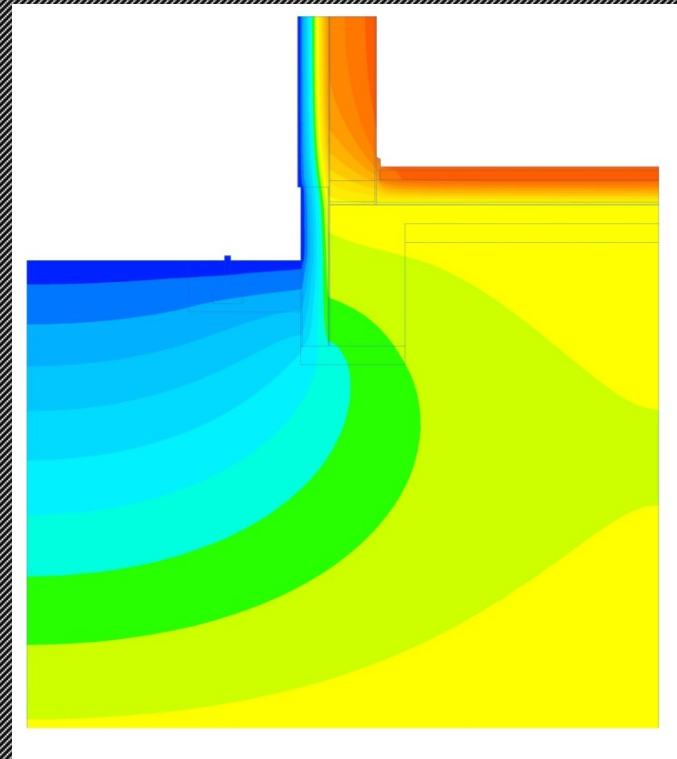


$$f_{Rsi} = 0,900$$

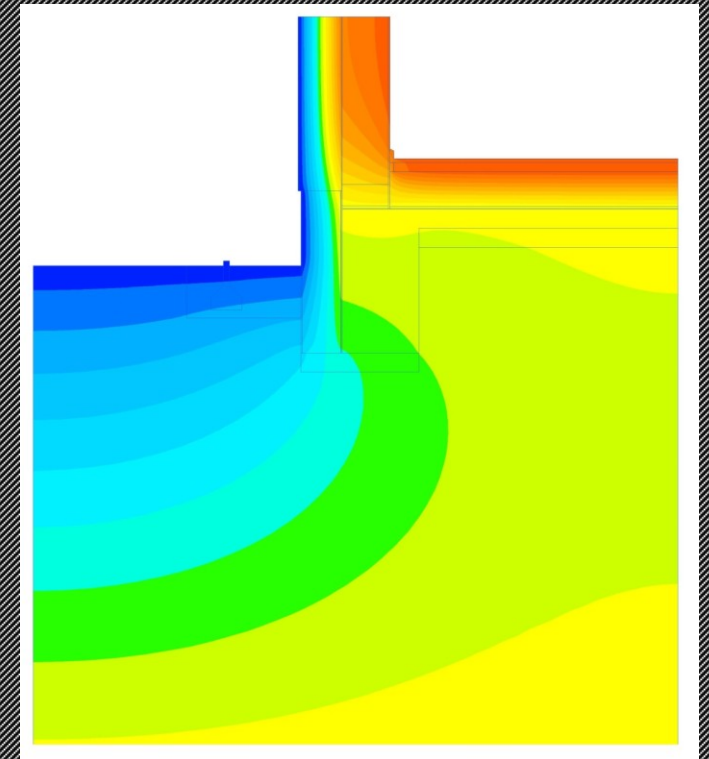
# Teplotní pole a faktor nejnižší povrchové teploty



$$f_{Rsi} = 0,873$$



$$f_{Rsi} = 0,884$$



$$f_{Rsi} = 0,900$$

# Doplňující dotazy

Jaký rozdíl je v programu Area a QuickField?

- Načítání z DWG
- Stacionární teplotní pole
- Geometrie
- Kondenzace vodní páry

Děkuji za pozornost