

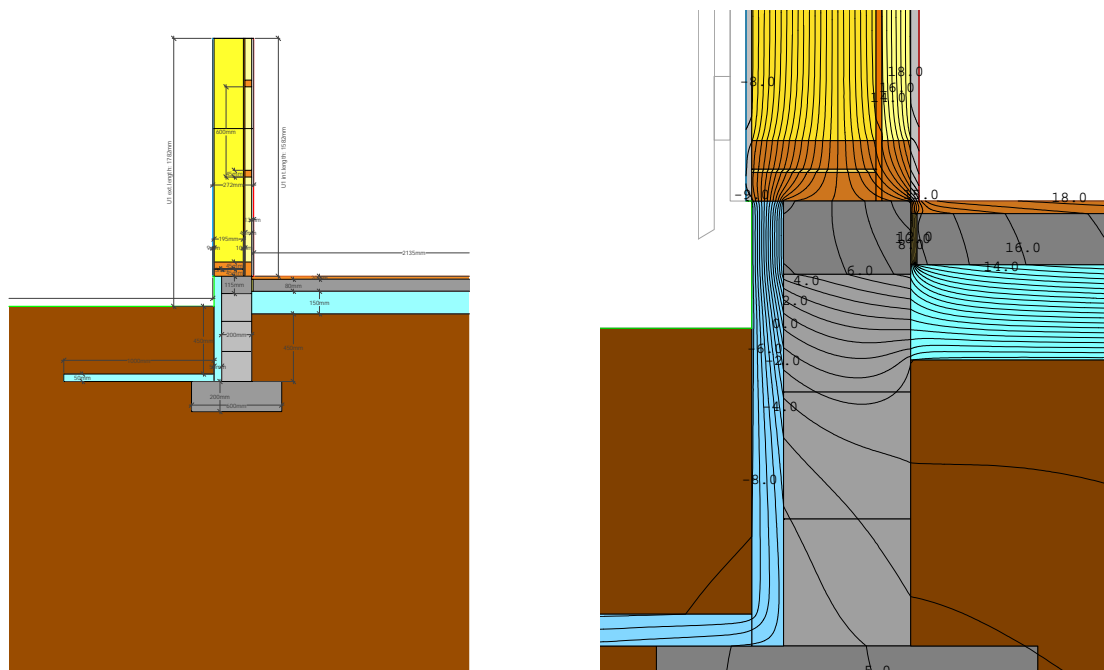
Külmasilla joonsoojuslähivuse arvutus

Töö teostaja	Building numerics OÜ
Arvutused viis läbi	Jaanus Hallik, jaanus@buildingnumerics.ee, +372 5021841
Aluseks olnud lähtejoonis	PROOV-VS-P-23122014-01JH.dwg
Arvutusmudeli nimi	PROOV-VS-P-23122014-01JH.THM

PEAMISED ARVUTUSTULEMUSED

külmasilla joonsoojuslähivus ψ_{int} , sisemõõdudega	0.1374 (W/mK)
külmasilla joonsoojuslähivus ψ_{ext} , välismõõdudega	0.0491 (W/mK)
Sisepinna temperatuurindeks f_{Rsi} vastavalt ISO EN 13788:2012*	0.740 (-)
Sisepinna madalaim pinnatemperatuur arvutusmudelis	12.199 (°C)
Sise- ja väliskeskonna temperatuuride vahe arvutusmudelis	30.0 (K)
Sõlmpunktide arv lõplike elementide võrgus	47994 (-)
Arvutuse jääkviga vastavalt EVS-EN ISO 10211 (max 0.0001)	0.0000110 (-)

* Eesti kliimas on temperatuurindeksi piirsuuruseks uutel elamutel $f_{Rsi} > 0,8$; aknaraamide ja -lengide ning klaaspakettide puhul $f_{Rsi} > 0,7$ (vastavalt EVS-EN ISO 13788:2012 standardile).



Joonis 1: Arvutusmudel (vasakul), isothermid (paremal)

Külmasilla joonsoojuslähivuse arvutused on läbi viidud vastavalt standardites EVS-EN ISO 10211:2008, EVS-EN ISO 10077-2:2012: EVS-EN ISO 13788:2012 ja EVS-EN ISO 6946:2008 kirjeldatud meetoditele ning geomeetrilistele ja soojuslikele ääritingimustele. 2D soojusvoogude analüüs piirde ristlõikel baseerub lõplike elementide meetodil (LBNL Therm 7.3.2 tarkvara).

Külmasilla joonsoojusläbivus (ψ_{int} või ψ_{ext}) vastavalt standardile EVS-EN ISO 10211:2008:

$$\psi = L_2D - U_1 * l_1 - U_2 * l_2 - L_2D_{ground} \quad \text{VÕI} \quad \psi = L_2D - U_1 * l_1 - L_2D_{win} - L_2D_{ground}$$

kus:

L_2D külmasilla ristlõike kogu arvutusulatuse soojuserikadu 2D numbrilise analüüsi põhjal

U_1, U_2 külmasillaga külgnevate elementide (välissein, katuslagi vms) soojusläbivused

l_1, l_2 külmasillaga külgnevate elementide (välissein, katuslagi vms) arvutusulatused (akna puhul mõõdetuna aknalengi külgtasapinnast)

L_2D_{win} kogu akna arvutusulatuse soojuserikadu eraldi 2D arvutusest (klaasi ja raame hõlmav detailne mudel vastavalt standardile ISO EN 10077)

L_2D_{ground} pinnasega külgneva põranda arvutusulatuse soojuserikadu eraldi 2D arvutusest vastavalt ISO 10211 meetodile B.

KÜLMASILLA ARVUTUSULATUSE SOOJUSERIKADU

Külmasilla arvutusulatust läbiv soojusvool ja külmasilla arvutusulatuse soojuserikadu 2D numbrilise analüüsi põhjal (kõigi soojuslike ääritingimuste kohta lõikes):

Ääritingimuse tähis	arvutusulatus (m)	soojusvool, Phi (W)	L2D (W/mK)
exterior-BC	12.466	23.340	0.778
interior-BC	3.717	23.339	0.778

KÜLGELEMENTIDE ARVUTUSULATUSE SOOJUSERIKADU

Külmasillaga külgnevate elementide soojusläbivused, arvutusulatused ning nende põhjal leitud soojuserikao numbrilised väärtused ja/või akna ja/või pinnasega külgneva põranda arvutusulatuse soojuserikadu vastavalt standardis ISO EN 10211 kirjeldatud meetodile B:

	U (W/m^2K)	l (m)		U x l (W/mK)		L2D (W/mK)	
		int	ext	int	ext	int	ext
külgnev element 1	0.153	1.582	1.782	0.243	0.273	-	-
külgnev element 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-
aken (2D mudel)	-	-	-	-	-	0.000	0.000
põrand pinnasel (2D)	-	-	-	-	-	0.398	0.456

Toodud väärtused on saadud eraldiseisvatest numbrilistest arvutusmudelitest (Therm arvutusmudelid) iga eraldiseisva külgelemendi jaoks.












MUDELIS KIRJELDATUD ÄÄRETINGIMUSED

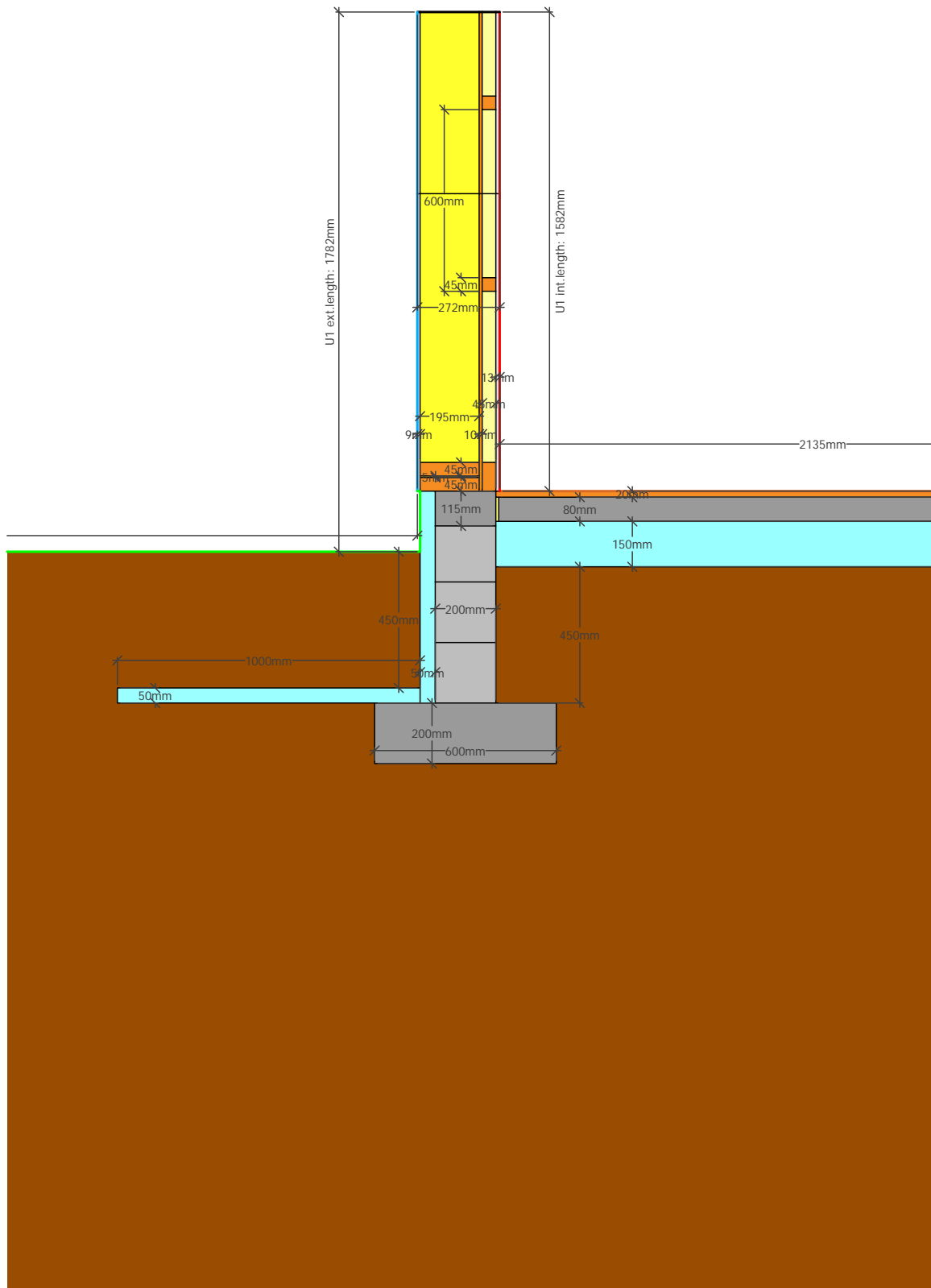
Arvutusmodelis on vastavalt standardile EVS 10211:2012 kirjeldatud järgnevad soojuslikud ääretingimused:

Värv	h (W/m^2K)	t ($^{\circ}C$)	Soojusliku ääretingimuse nimetus
—	0.00	0.0	Adiabatic
—	5.88	20.0	ISO interior (floor or cellar ceiling) +20 C, $R_s = 0,17$
—	7.69	20.0	ISO interior (wall) +20 C, $R_s = 0,13$
—	7.69	-10.0	ISO exterior (wall, ventilated) -10 C, $R_s = 0,13$
—	25.00	-10.0	ISO exterior (universal) -10, $R_s=0,04$
—	4.00	20.0	ISO interior (fRsi) +20, $R_s = 0,25$

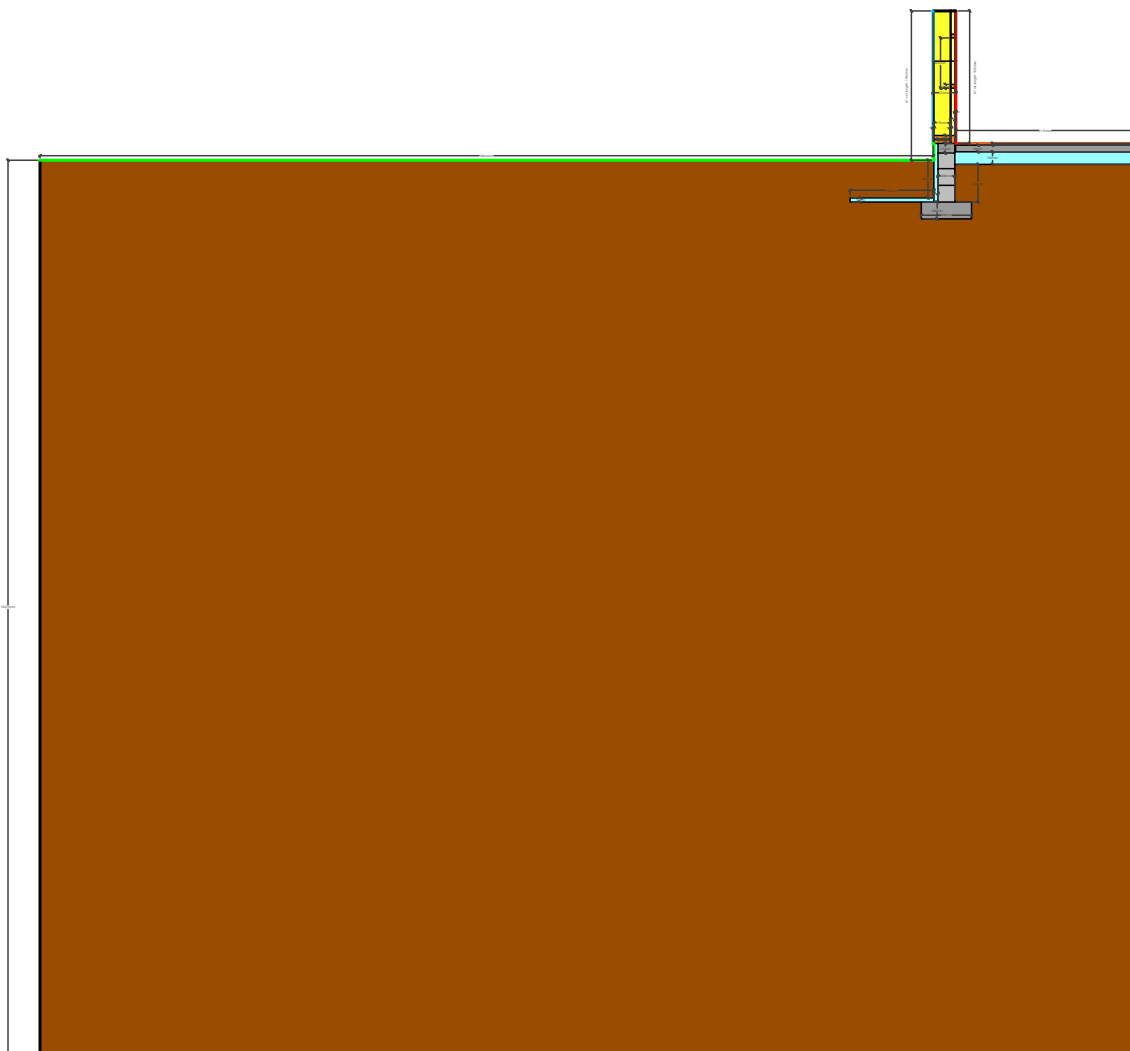
MUDELIS KIRJELDATUD MATERJALID

Arvutusmodelis kirjeldatud materjalid ning nende soojuserijuhtivus (vastavalt standartitele ISO EN 6946 ja ISO EN 10211) on esitatud alljärgnevalt:

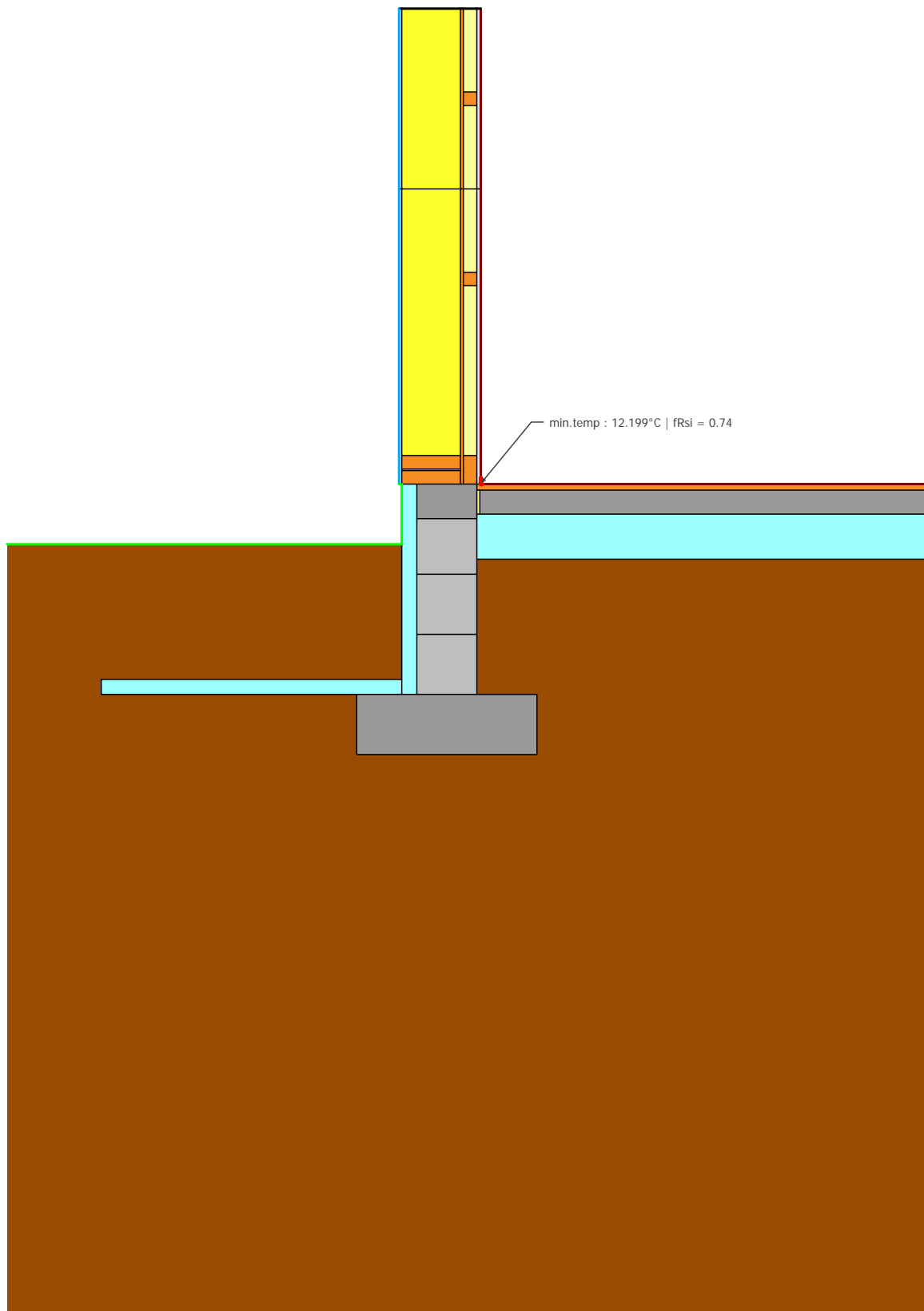
Värv	λ (W/mK)	Materjali nimetus
	0.210	Kipsplaat
	0.240	Fibo 5
	0.130	OSB (risti soojusvoogu)
	0.033	ISOVER KL33
	2.100	Raudbetoon
	0.036	EPS (0.036)
	0.038	EPS 80F
	0.130	Puit
	2.000	Pinnas
	0.040	ISOVER KL33 (45-600 karkassiga)
	0.045	mineraalvill (0.045)



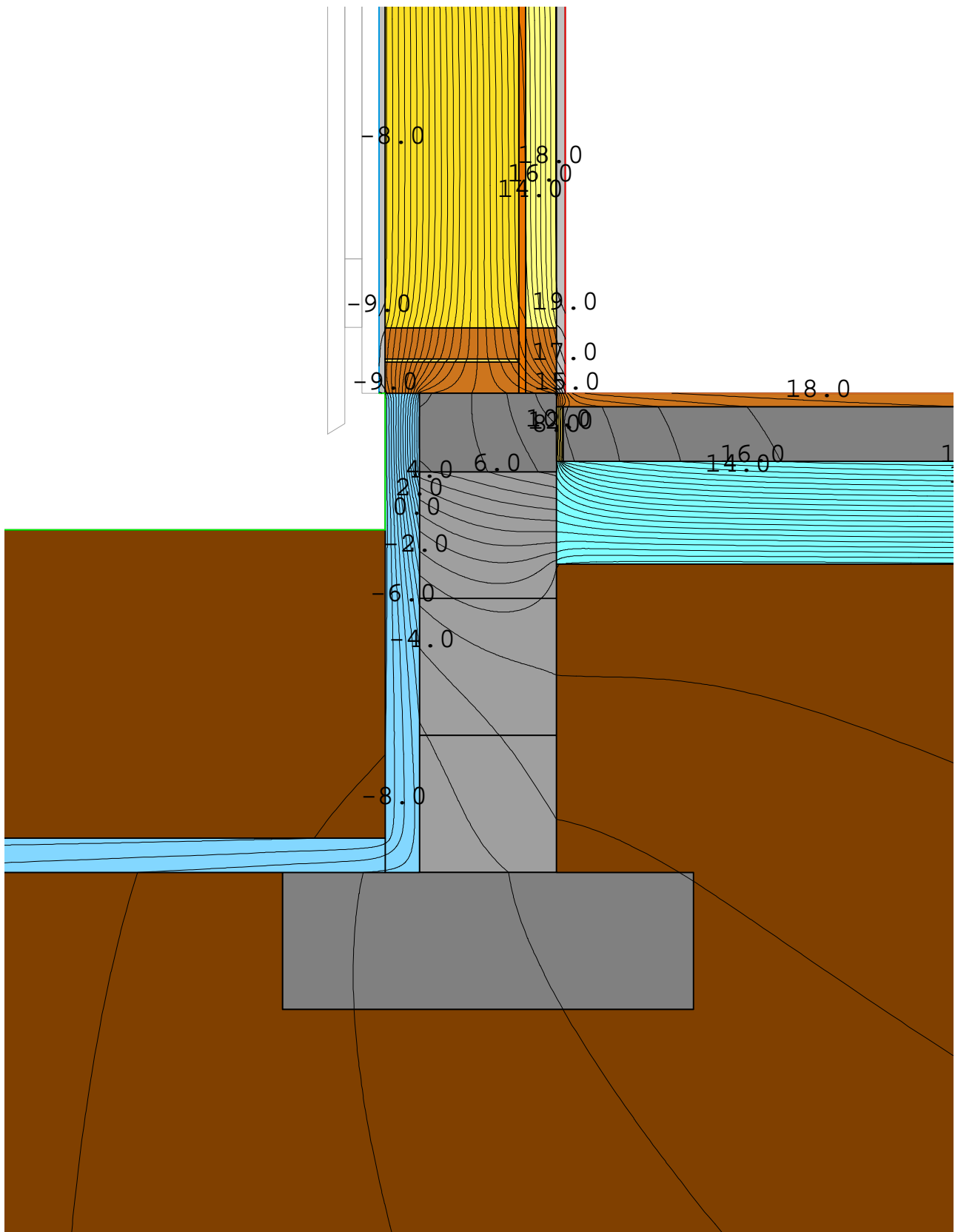
Joonis 2: Sõlme ristlõike arvutusmudeli põhiosa joonis (mõõtudega)



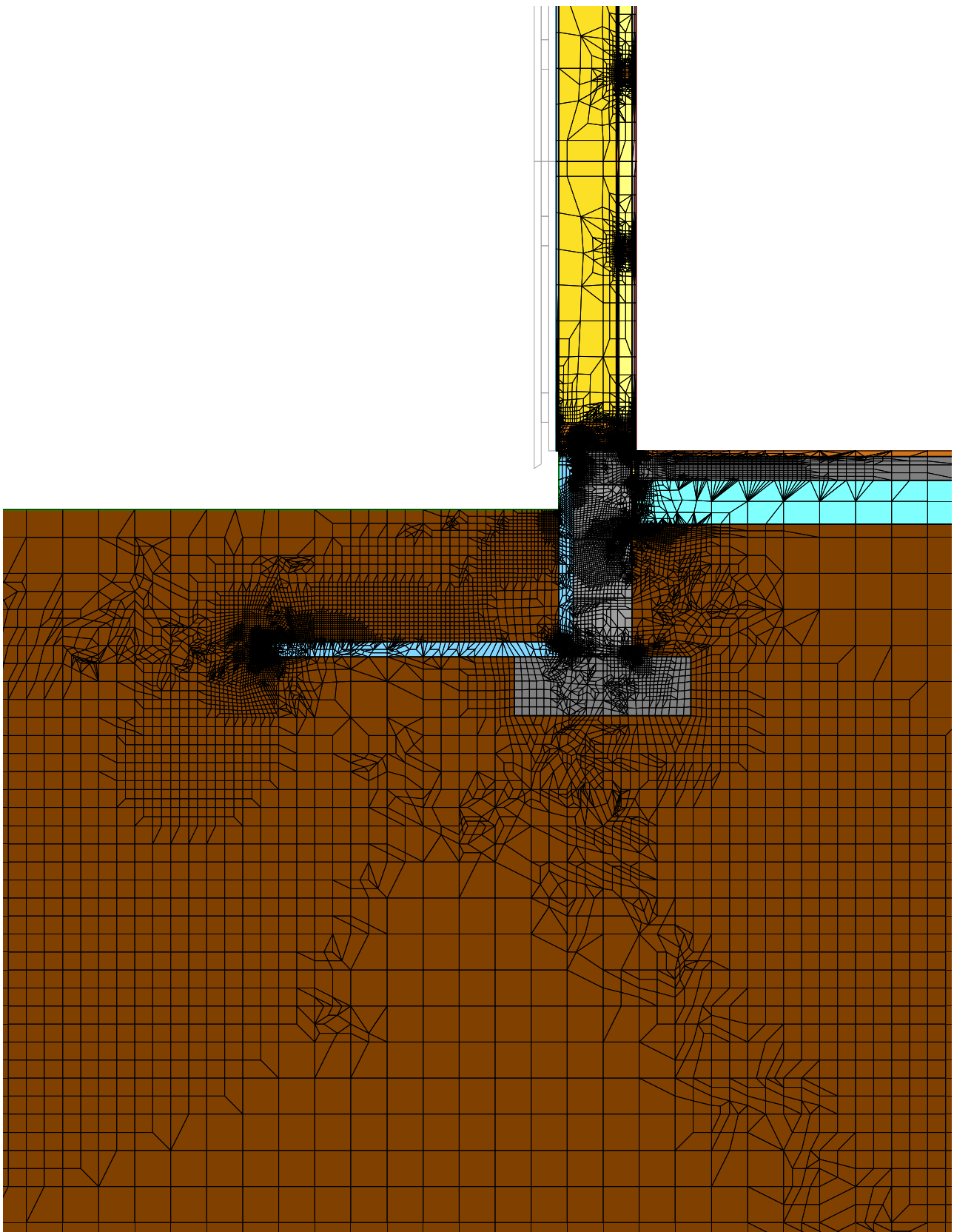
Joonis 3: Sõlme ristlõike arvutusmudeli kogu arvutusulatus vastavalt ISO 10211 standardile



Joonis 4: Sisepinna temperatuuriindeksi fR_{si} arvutusmudel ning madalaima pinnatemperatuuriga (ja fR_{si} indeksiga) punkti asukoht. Kõik punktid, mille kohal $fR_{si} < 0.8$ on märgitud punaste tähistega



Joonis 5: Isotermid (temperatuuri isojooned) tarindisõlme ristlõikel



Joonis 6: Lõplike elementide võrgustik tarindisõlme ristlõikel