

## CALCULATION OF THERMAL CONDUCTIVITY AND MOISTURE REGIMES IN HISTORICAL BUILDINGS

2012-04-12 Vilnius

1

# THERMAL AND MOISTURE PROCESS

- STATIONARY PROCESSES

DW2012 /Stationary processes (monthly)

- NON – STATIONARY PROCESSES

WUFI (24 hours; Seasonal processes)

1. Standard documents for designing of thermal insulations
2. Thermal properties of materials of historical buildings.
3. Designing of internal insulation.
4. Calculation of thermal resistance.
5. Calculation of thermal bridges 2D/3D.
6. Modeling a moisture mode in walls.
7. Calculation of thermal losses of buildings.
8. Estimation of energy qualities of buildings .
9. Programs for calculation thermal and moisture modes

# STANDARD DOCUMENTS

- EN ISO 6946; EN ISO 7345;  
EN ISO 9251; EN ISO 9288; EN ISO 9346;  
EN ISO 10077; EN ISO 12524 ...
- STR 2.05.01:2005. Pastatų atitvarų šiluminė technika.
- STR 2.01.09:2005. Pastato energinio naudingumo įvertinimas.



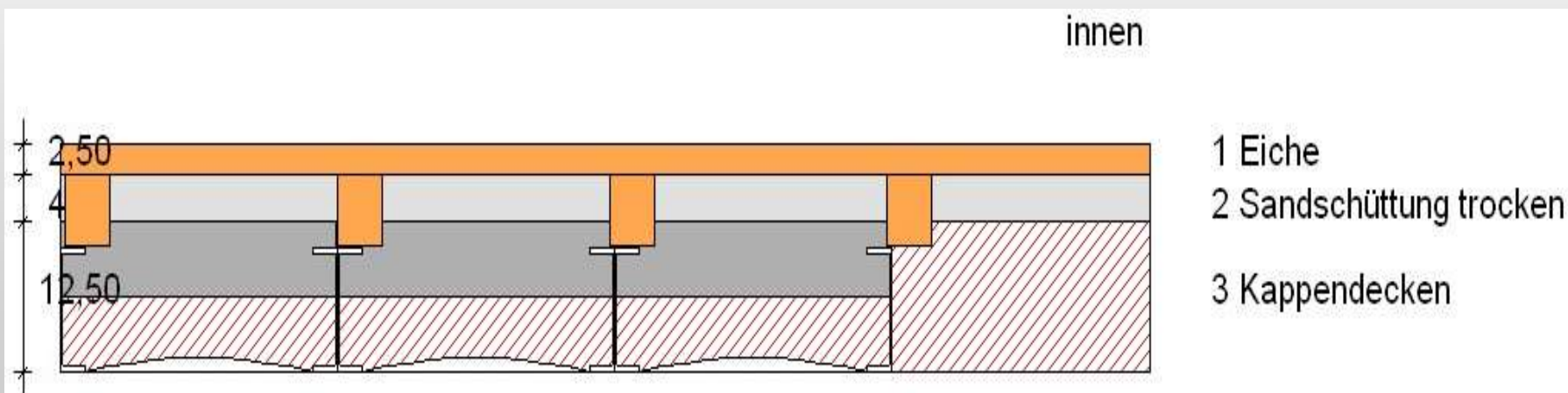
# LOCAL DATA BASES OF A CLIMATE

The minimum daily temperature °C

- Vilnius -27
- Kaunas -27
- Klaipėda -24
- Riga -24
- Tallinn -24
- Hamburg -16 (DW2012 DB)
- Stockholm -20 (DW2012 DB)
- Warsaw -19 (DW2012 DB)

# THERMAL PROPERTIES OF MATERIALS OF HISTORICAL BUILDINGS

- DW2012 DB (Historical Buildings)

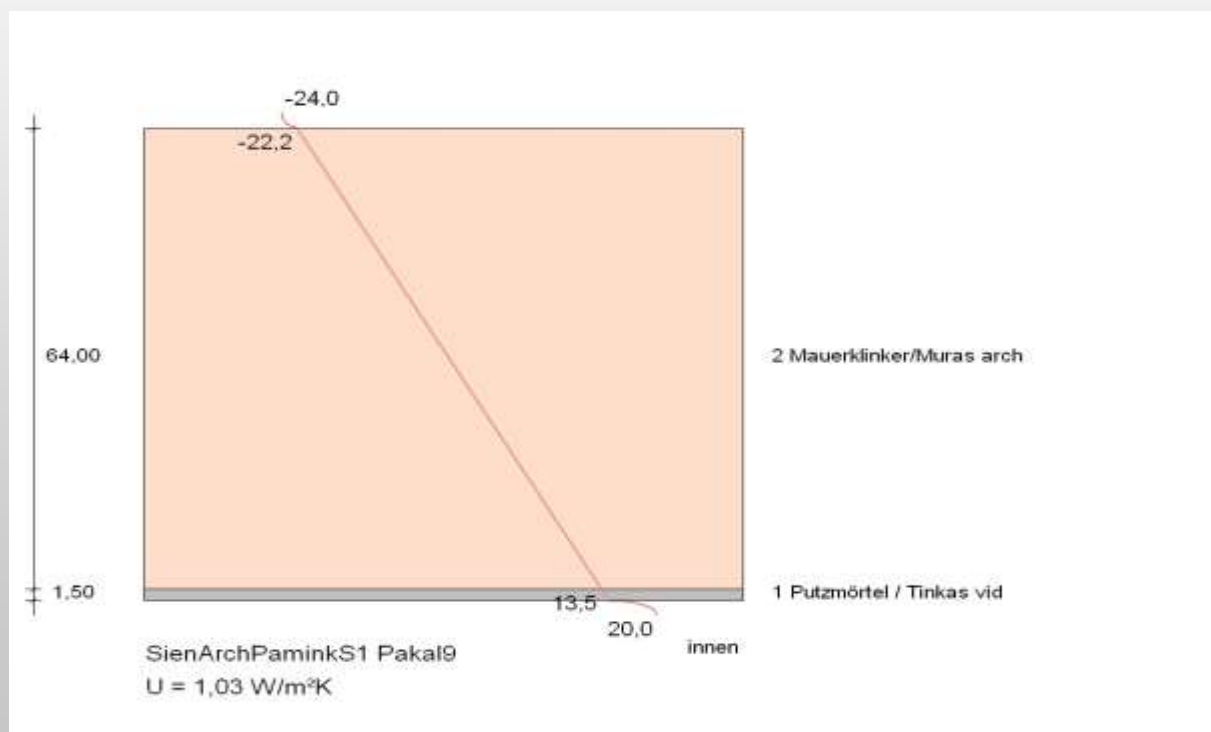


Decke (nach unten) KD1 E18

$U = 1,48 \text{ W/m}^2\text{K}$

# DESIGNING OF INTERNAL INSULATION (insulation of buildings)

Temperature modes 1 in walls. Starting position

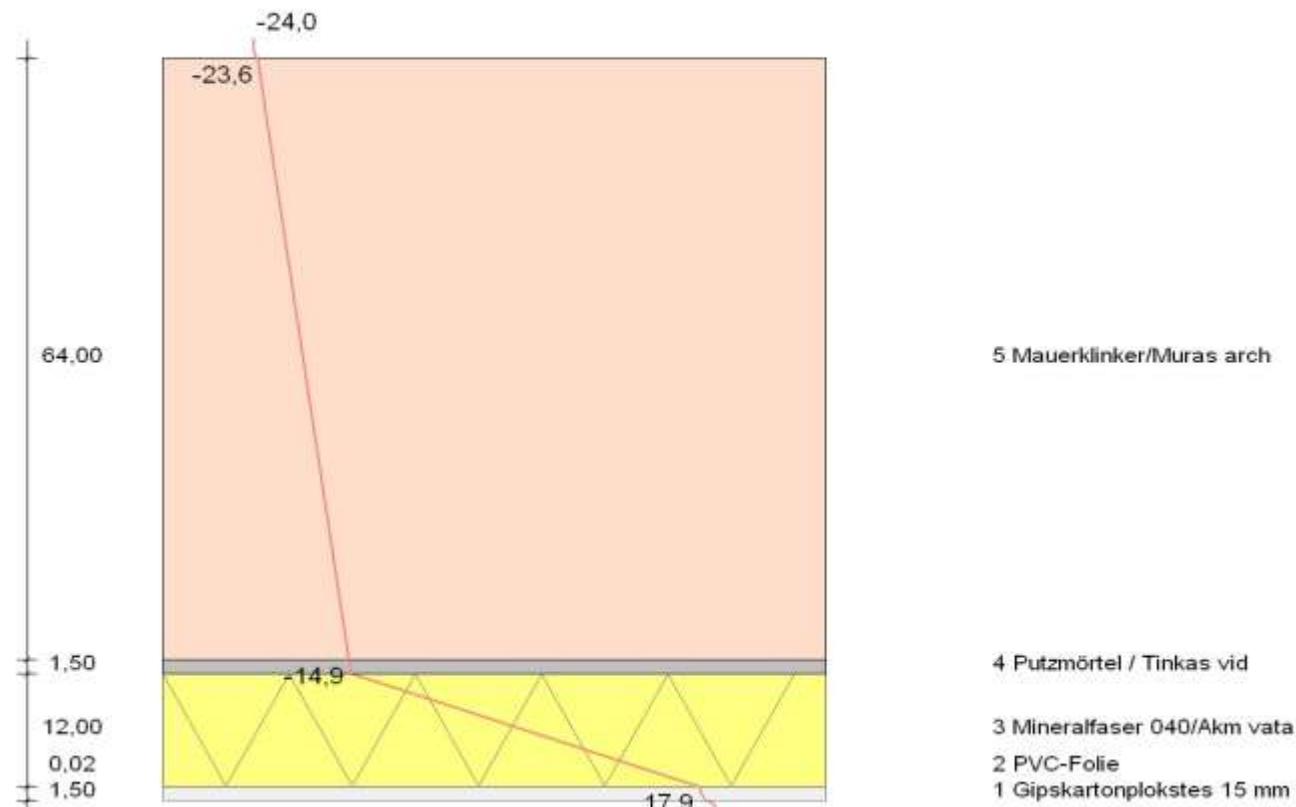






# Temperature modes 3 in walls.

Walls design. Insulation t = 10 cm rockwool



$R_s = 4,04 >$   
 $R_n = 4,0.$   
**Satisfies**  
**requirements.**

# WALL FRAGMENTS

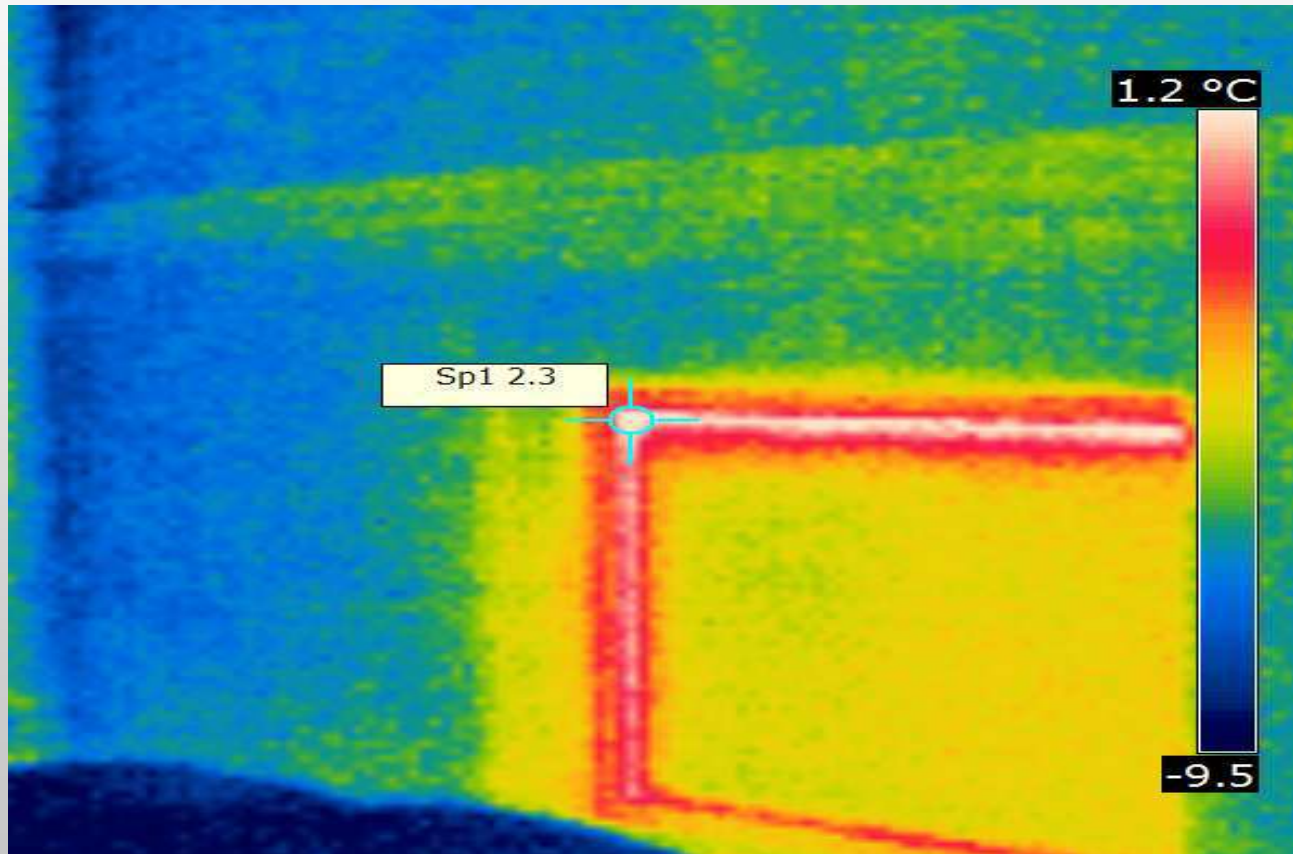


VILNIAUS GEDIMINO  
TECHNIKOS UNIVERSITETAS



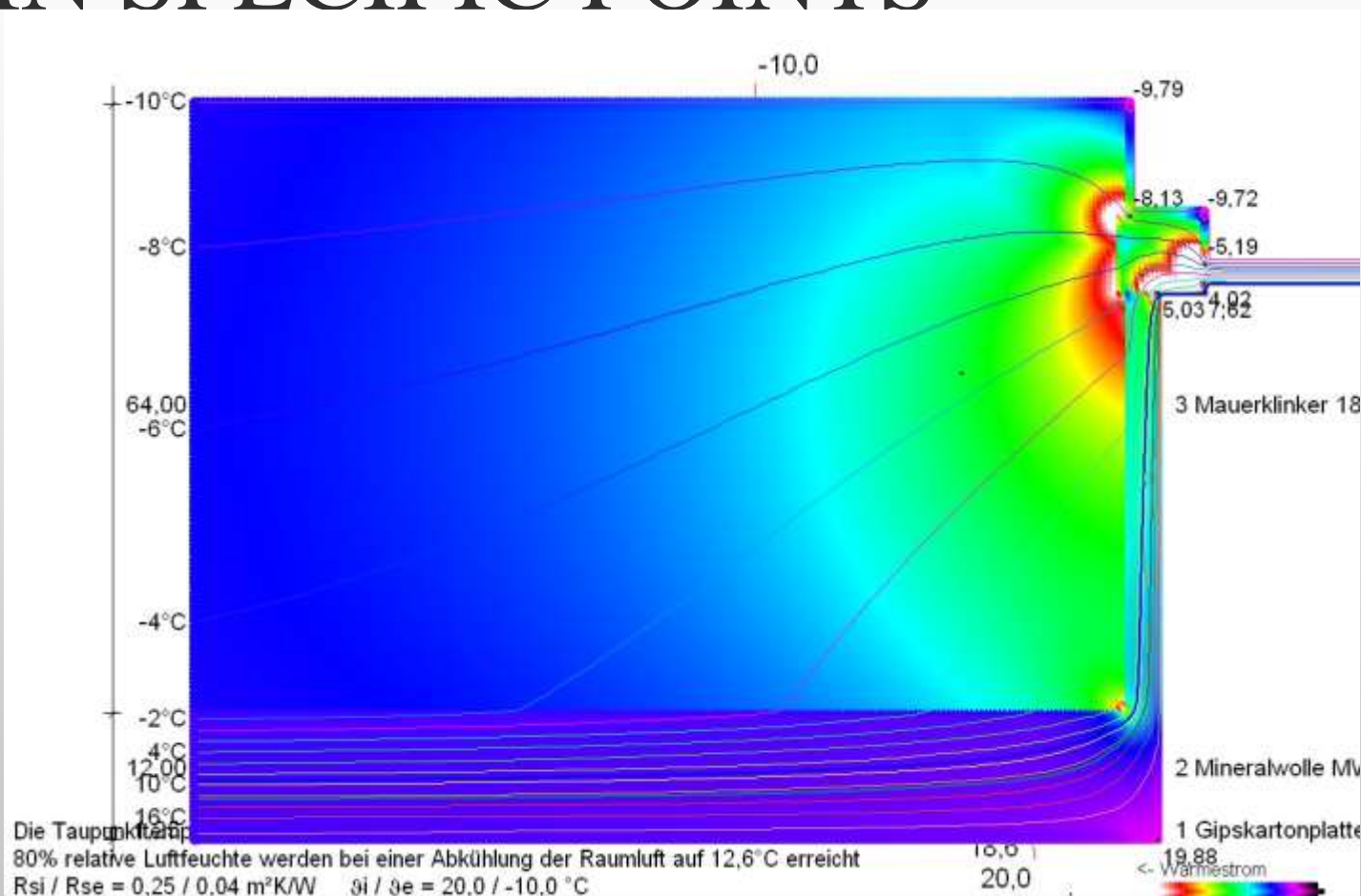
10

# TEMPERATURES OF SURFACES OF WALLS MEASURED WITH THERMOVISOR



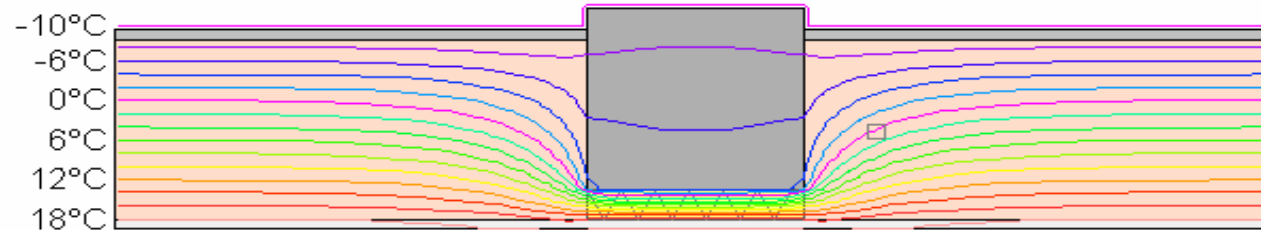


# MODELING TEMPERATURES IN SPECIFIC POINTS



# CALCULATION OF THERMAL BRIDGES 2D/3D

## Calculation of thermal bridges coefficient $\psi_j$ (psi j)



Wärmebrücke berechnen

°C **neu**

darstellen:

Hinweise ohne

$\Psi$  0,144  $fR_{si}$

Berechnung wurde geladen

Text °C

thermischer Leitwert + Wärmebrückenverlustkoeffizient

-----

0,724 W/mK = L2D,e  
 0,580 W/mK = li\*Ui = 1,585\*0,366  
 ... -> psi = 0,724 - 0,580 = 0,144 W/mK

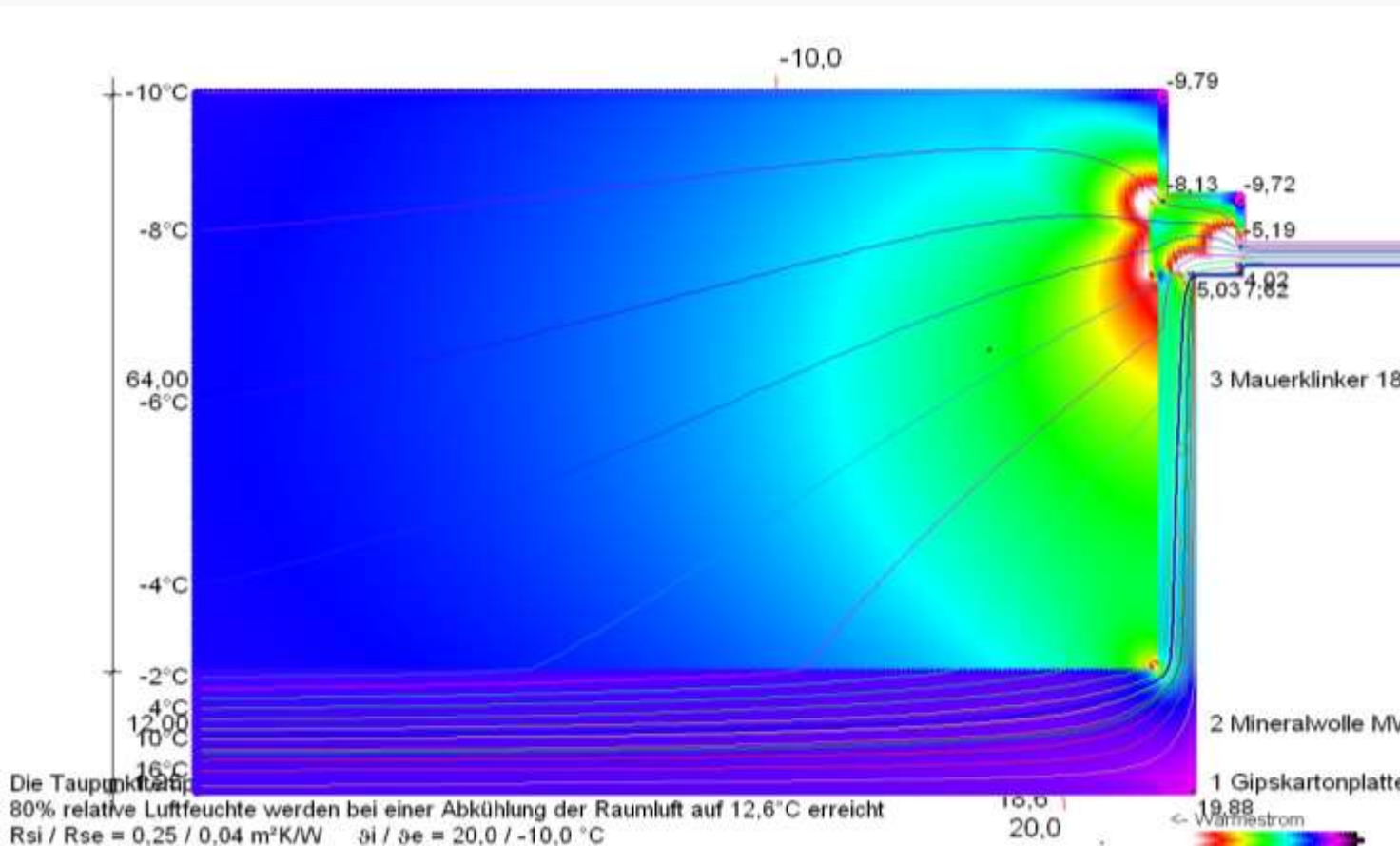
... siehe "Bauteil - Wärmebrückenverlustkoeffizient"



# THE THERMAL BRIDGE AT A WINDOW



VILNIAUS GEDIMINO  
TECHNIKOS UNIVERSITETAS



# THE THERMAL BRIDGE AT A WINDOW

## MODELING TEMPERATURES IN SPECIFIC POINTS

**T Condens = 8.6 °C**

**T Mould = 12.6 °C**

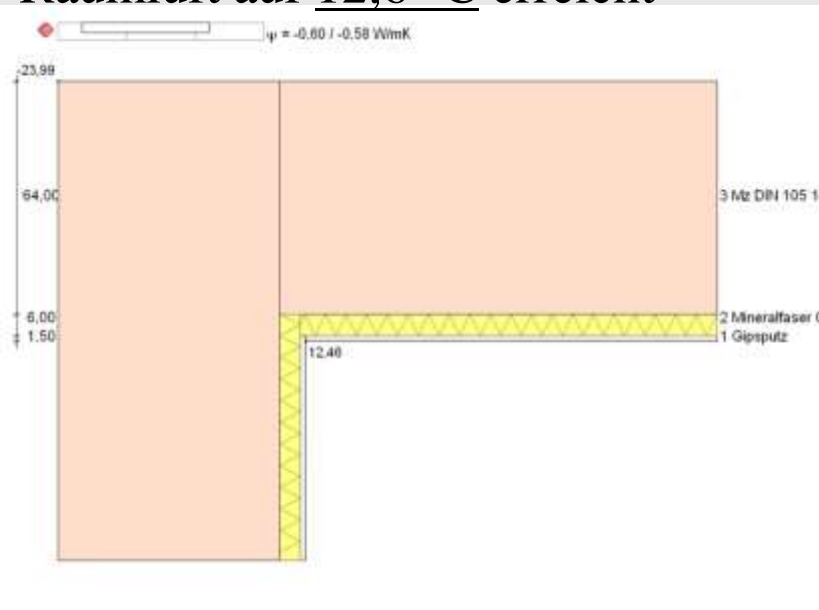
# MOULD MODELLING

## Vermeidung von Schimmelpilzbildung in Raumecken nach EN ISO 10211-2:2001

Randbedingungen für die Berechnung des Temperaturfaktors

Die Oberflächentemperatur wurde mit abweichenden Randbedingungen ermittelt

Die **Taupunkttemperatur der Raumluft (20,0°C 50%)** beträgt  $q_s = 9,3 \text{ °C}$  (DIN 4108-3, Tab A.4). 80% relative Luftfeuchte werden bei einer Abkühlung der Raumluft auf 12,6 °C erreicht



# MODELLING MOISTURE MODE IN WALLS

## (WITH VAPOUR ISOLATION)

### Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung

- Projekt Hist Gebäude
- Bauteil: Mauer 51 cm-Innendämmung(62) WITH VAPOUR ISOLATION
- Klimabedingungen Normklimadaten DIN 4108
- Tauperiode Außenklima -10,0 °C j = 80 %
- 1440 Stunden Innenklima 20,0 °C j = 50 %
- Verdunstungsperiode Außenklima 12,0 °C j = 70 %
- 2160 Stunden Innenklima 12,0 °C j = 70 %
- Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen	Tauperiode		
vor der Schichtgrenze	Tgr [°C]	ps [Pa]	pd [Pa]
Raumluft	20,0	2340	1170
1 Gipskartonplatten 15 mm	19,0	2197	1170
2 Dampfbremse 100mkm	18,5	2132	1169
3 Mineralwolle MW 034, I	18,5	2132	257
4 Putzmörtel aus Kalkgips	-3,8	444	256
5 Mz DIN 105 1600	-4,0	437	255
	-9,7	267	208
Außenluft	-10,0	260	208

- Diffusionswiderstände

Schicht	mmin	mmax	mmin*s	mmax*s	sd
	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]
1 Gipskartonplatten 15 mm	8	8	0,12	0,12	0,12
2 Dampfbremse 100mkm	-	-	100,00	100,00	100,00
3 Mineralwolle MW 034, I	1	1	0,12	0,12	0,12
4 Putzmörtel aus Kalkgips	10	10	0,15	0,15	0,15
5 Mz DIN 105 1600	5	10	2,55	5,10	< - 5,10

-----  
 $S \text{ m*s} = 105,49$

- Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2001

- **Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)**

- $R_{min} = 0,29 < 3,76 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh}$ , in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

- Mindest-Wärmedurchlasswiderstand  $R_{min} = R_{si} * ((q_i - q_e) / (q_i - q_s)) - (R_{si} + R_{se})$

- Gl. A.12 mit  $R_{si} / R_{se} = 0.25 / 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $q_i / q_e = 20 / -5 \text{ °C}$  nach DIN 4108-2 Abs.6.2

- *Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)*

- **Keine Tauwasserbildung im Bauteil.**

- **Diffusionsstromdichte = 0,006 g/m<sup>2</sup>h**

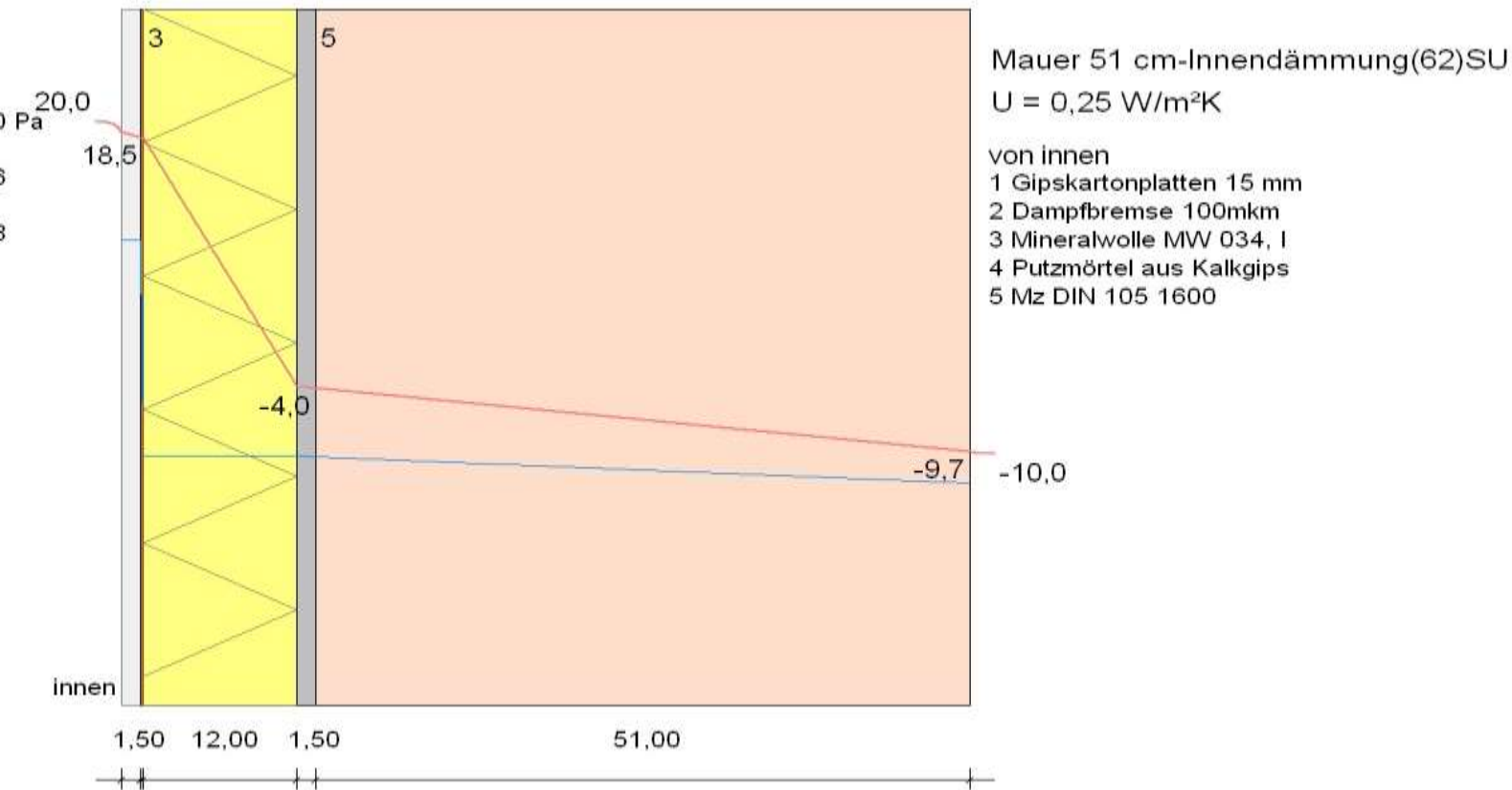


# MOISTURE REGIMES IN WALLS

(WITH VAPOUR ISOLATION)



VILNIAUS GEDIMINO  
TECHNIKOS UNIVERSITETAS



# MOISTURE REGIMES IN WALLS



VILNIAUS GEDIMINO  
TECHNIKOS UNIVERSITETAS

(WITHOUT VAPOUR ISOLIATION)

Temperaturverlauf und Diffusionsberechnung

Projekt Histor Gebäude

Bauteil: Mauer 51 cm-Innendämmung(62) WITHOUT VAPOUR ISOLIATION

Klimabedingungen Normklimadaten DIN 4108

Tauperiode Außenklima -10,0 °C j = 80 %

1440 Stunden Innenklima 20,0 °C j = 50 %

Verdunstungsperiode Außenklima 12,0 °C j = 70 %

2160 Stunden Innenklima 12,0 °C j = 70 %

Grenzschichttemperaturen und Sättigungsdampfdrücke

von innen	Tauperiode		
vor der Schichtgrenze	T <sub>gr</sub> [°C]	ps [Pa]	pd [Pa]

Raumluft	20,0	2340	1170
1 Gipskartonplatten 15 mm	19,0	2197	1170
2 Mineralwolle MW 034, I	18,5	2132	807
3 Putzmörtel aus Kalkgips	-3,8	444	444
4 Mz DIN 105 1600	-4,0	437	437
	-9,7	267	208
Außenluft	-10,0	260	208

20

## Diffusionswiderstände

Schicht	mmin	mmax	mmin*s	mmax*s	sd
	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]
1 Gipskartonplatten 15 mm	8	8	0,12	0,12	0,12
2 Mineralwolle MW 034, I	1	1	0,12	0,12	0,12
3 Putzmörtel aus Kalkgips	10	10	0,15	0,15	0,15
4 Mz DIN 105 1600	5	10	2,55	5,10	<- 5,10

-----

$$S \text{ m}^*s = 5,49$$

Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2001

*Vermeidung kritischer Feuchte auf Innenoberflächen (A.5)*

$R_{min} = 0,29 < 3,76 \text{ m}^2\text{K/W} = R_{vorh}$ , in Ordnung nach DIN 4108-3, A.12

Mindest-Wärmedurchlasswiderstand  $R_{min} = R_{si} * ((q_i - q_e) / (q_i - q_s)) - (R_{si} + R_{se})$

Gl. A.12 mit  $R_{si} / R_{se} = 0.25 / 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $q_i / q_e = 20 / -5 \text{ °C}$  nach DIN 4108-2 Abs.6.2

## *Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen (A.2)*

Tauebene vor Schicht "Putzmörtel aus Kalkgips" (saugfähig)

$$1170 - 444 \quad 444 - 208$$

$$m_{W,T} = 1440 * \left( \frac{\quad}{0,24} - \frac{\quad}{5,25} \right) / 1500 = 2860,8 \text{ g/m}^2 \quad \text{Tauwasser}$$

$$1403 - 982 \quad 1403 - 982$$

$$m_{W,V} = 2160 * \left( \frac{\quad}{0,24} + \frac{\quad}{5,25} \right) / 1500 = 2641,5 \text{ g/m}^2 \quad \text{Verdunstung}$$

Die Tauwassermasse ist zu groß und die Verdunstungsrate zu klein.

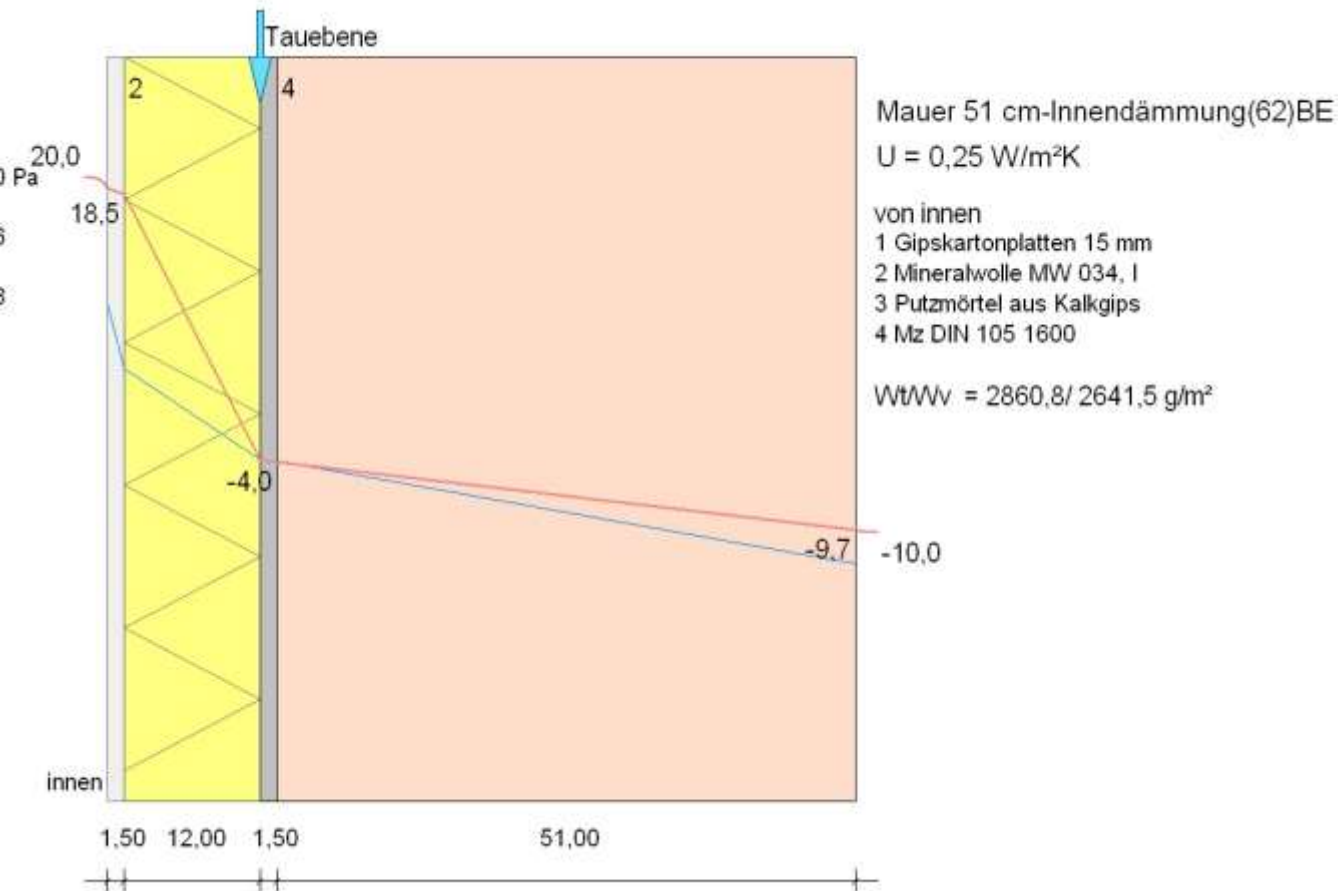
Nicht zulässig! It is inadmissible!

Mindest-sd-Wert einer innenliegenden Dampfsperre für eine tauwasserfreie Konstruktion:

$$s_{d,erf} = s_{de} * (p_i - p_e) / (p_{sw} - p_e) - s_{di} - s_{de} = 5,25 * (1170 - 208) / (444 - 208) - 0,24 - 5,25 = 15,9 \text{ m}$$

# MOISTURE REGIMES IN WALLS

(WITHOUT VAPOUR ISOLATION)



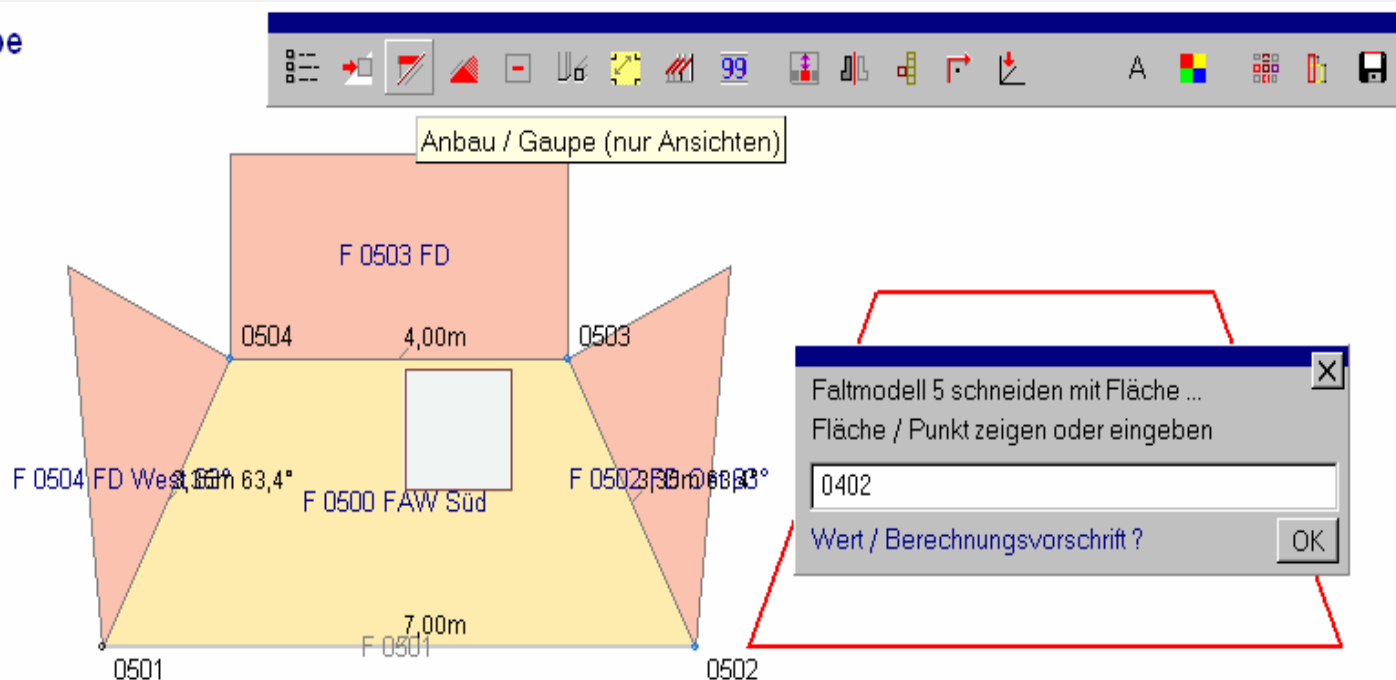


# CALCULATION OF THERMAL LOSSES OF BUILDINGS 1



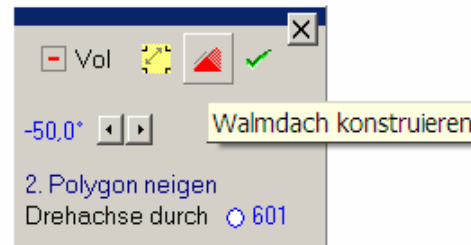
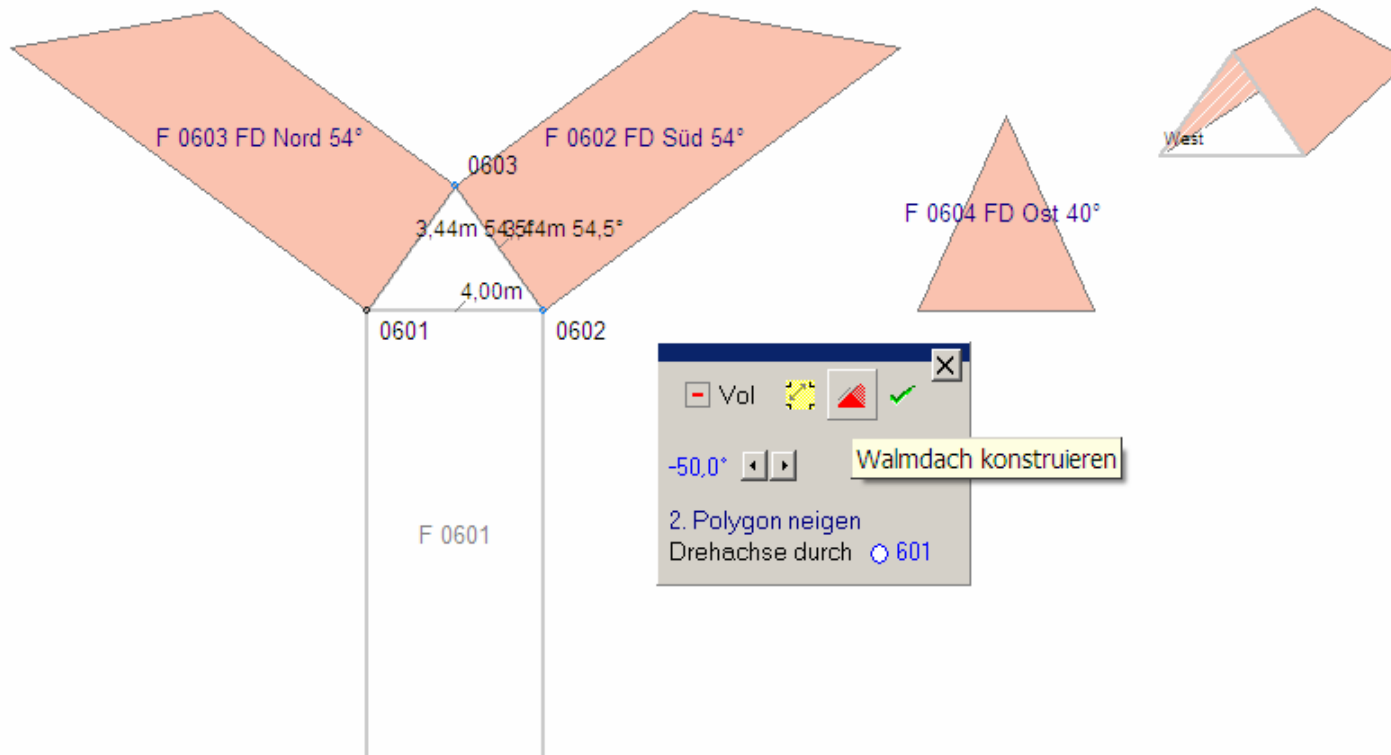
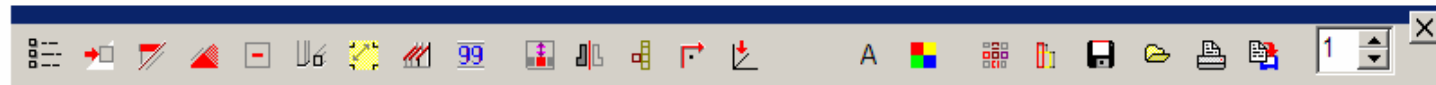
# CALCULATION OF THERMAL LOSSES OF BUILDINGS 2

Ansicht 5: Gaube



# CALCULATION OF THERMAL LOSSES OF BUILDINGS 3

Ansicht 6: Dachgeschoss Teil 2 abgewalmt



Vol

-50,0°

2. Polygon neigen  
Drehachse durch  601



# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

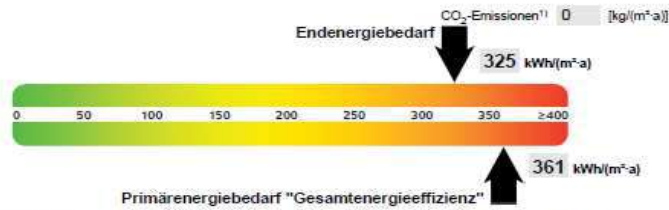
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

9999, 10999 999  
9999

2

## Energiebedarf



### Anforderungen gemäß EnEV 2)

#### Primärenergiebedarf

Ist-Wert 361 kWh/(m<sup>2</sup>·a) Anforderungswert 113 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

#### Energetische Qualität der Gebäudehülle H<sub>T</sub>

Ist-Wert 1,31 W/(m<sup>2</sup>·K) Anforderungswert 0,56 W/(m<sup>2</sup>·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)  eingehalten

### Für Energiebedarfsberechnungen

#### verwendetes Verfahren

- Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
- Verfahren nach DIN V 18599
- Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

## Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte <sup>4)</sup>	
[Heizöl]	289,2	33,4	0,0	322,6
	0,0	0,0	0,0	0,0
Hilfsenergie Strom	2,1	0,4	0,0	2,5

## Ersatzmaßnahmen<sup>3)</sup>

### Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWärmeG

Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

### Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um % verschärft.

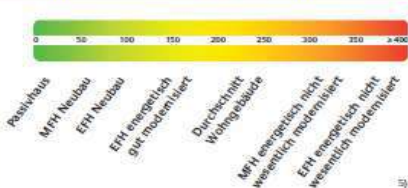
#### Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert: kWh/(m<sup>2</sup>·a)

#### Transmissionswärmeverlust H<sub>T</sub>

Verschärfter Anforderungswert: W/(m<sup>2</sup>·K)

## Vergleichswerte Endenergiebedarf



## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>).

<sup>1)</sup> Freiwillige Angabe <sup>2)</sup> bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV <sup>3)</sup> nur bei Neubau im Falle der Anwendung von § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWärmeG <sup>4)</sup> Cgt. einschließlich Kühlung <sup>5)</sup> EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

# ESTIMATION OF ENERGETIC QUALITIES OF BUILDINGS

# COMPUTER PROGRAMS FOR CALCULATION OF THERMAL AND MOISTURE REGIMES

**Stationary processes**

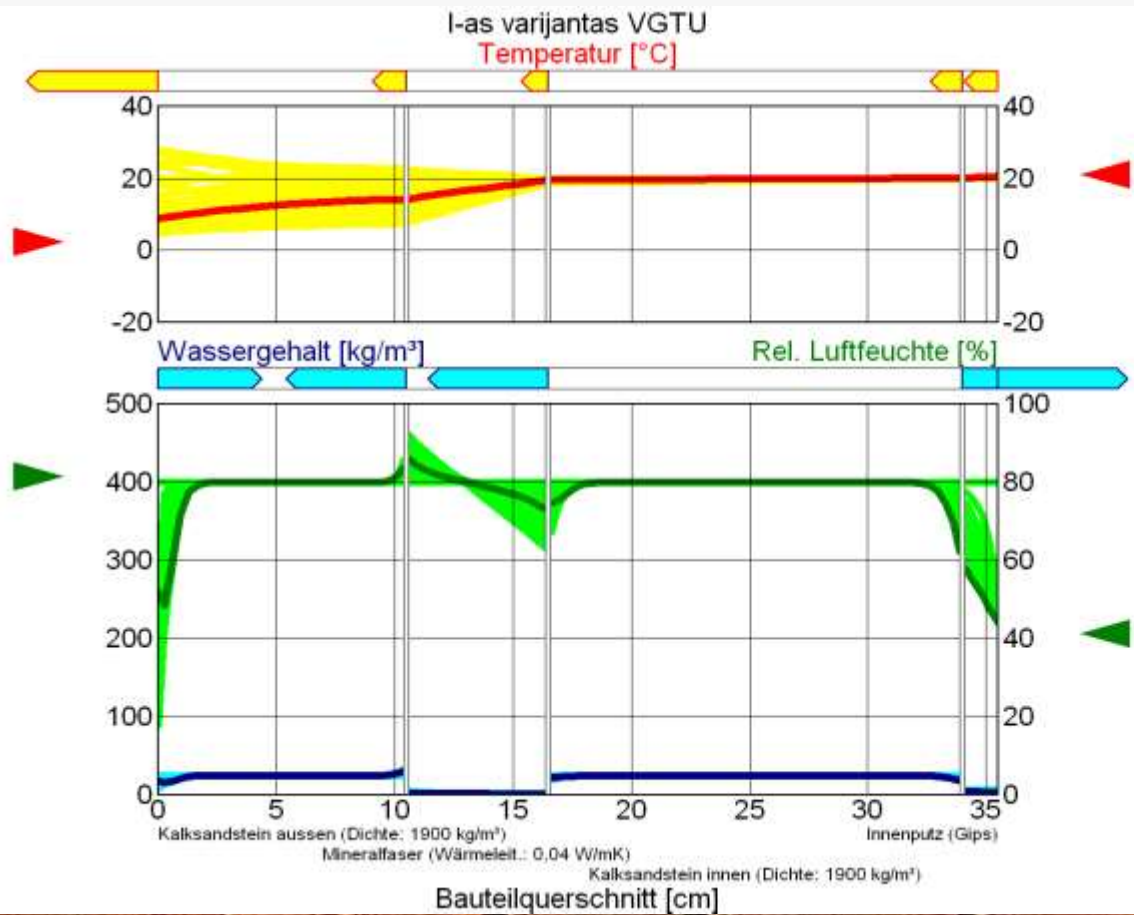
**DW2012 (Kern Ingenieurkonzepte)**

**EVA2011**

**Schoch; EnEV Novelle; HEAT2; HEAT3.**



# For variable processes



WUFI® 3.3 F+L IBP  
Rechnen

16 Mrz  
2012

0% 100%

langsam schnell

?

Detailed description: This is a screenshot of the WUFI software interface. It features a circular icon with a compass rose and a date display showing '16 Mrz 2012'. Below the date is a progress bar from 0% to 100%. At the bottom, there are buttons for 'langsam' and 'schnell', and a question mark icon.

# FOR VARIABLE PROCESSES 2



VILNIAUS GEDIMINO  
TECHNIKOS UNIVERSITETAS

- **For variable processes Delphin (TU Dresden).**

**The demanded design given buildings for calculation of energy consumption of a building :**

**Sections of buildings.**

**Facades, walls, roofs, windows, doors, floors, their sizes and thermal characteristics .**

# ENTERED DATA 1



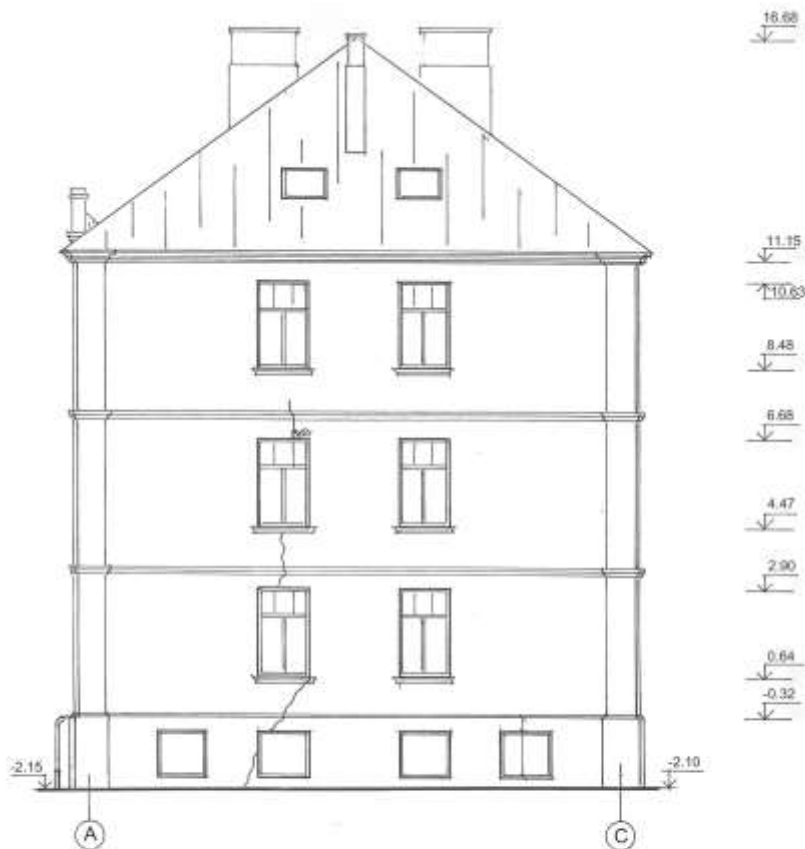
VILNIAUS GEDIMINO  
TECHNIKOS UNIVERSITETAS

## Fasade 6-1



# ENTERED DATA 2

## FASADE A-C





# ENTERED DATA 3

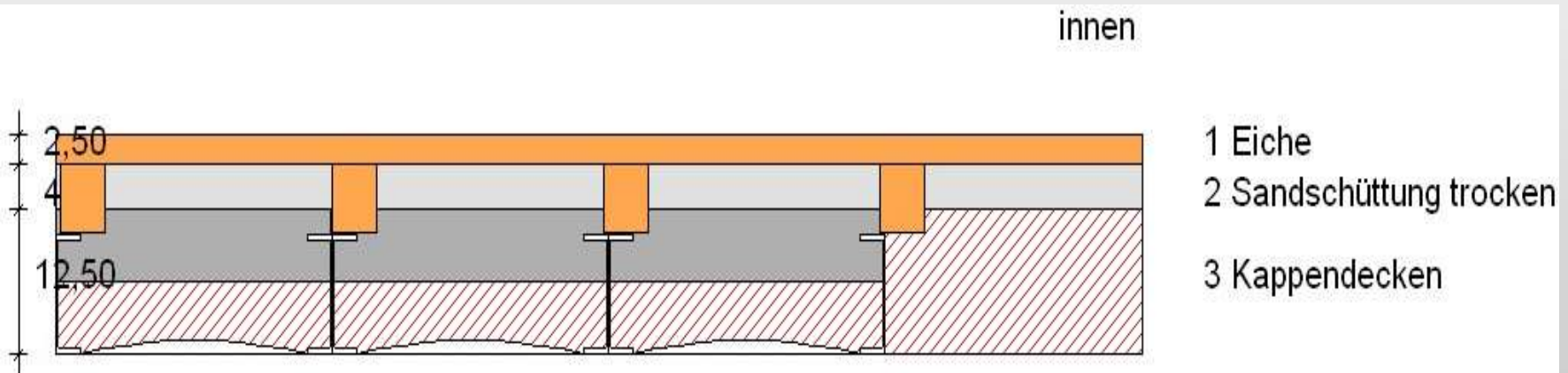
## Fasade 1-6





# ENTERED DATA 5

## Details.



Decke (nach unten) KD1 E18

$U = 1,48 \text{ W/m}^2\text{K}$

# RESULTS OF CALCULATIONS

- Thermal resistance of walls
- Thermal resistance of roofs
- Thermal resistance of floors
- Thermal resistance of floors on a ground
- Factors of heat conductivity of thermal bridges
- Diagrammes of temperature changes
- Diagrammes of moisture modes
- Calculation of vapour isolation



# CONSULTATION AND CALCULATIONS

**Consultations and calculations provided by:**

**VGTU Department of Urban Engineering**

**VGTU Department of Buildings Energetic**

**VGTU Department of Technology Civil**

**Works and Management**



Thanks for your attention.