

Unikanie mostków termicznych w budownictwie pasywnym w oparciu o trójwymiarowa analizę przepływu ciepła i wilgoci w przegrodach budowlanych (Centrum Kongresowe pawilon 15C)

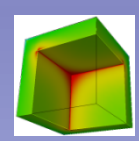
Obliczanie cieplnych mostków termicznych i przebiegu prądu ciepła i wilgotności. Przykłady i możliwości takich obliczeń trójwymiarowym programem AnTherm (Symposium na Politechnice Poznańskiej)

T.Kornicki, Wiedeń

- Warstwa zewnętrzna jako mostek cieplny i dyfuzyjny
- Historia rozwoju stabilnego praktycznego narzędzia równoległe do standardów europejskich
- Trójwymiarowa wizualizacja – wartość dodatkowa dla fizyki budowlanej
- Przykłady modelowe
 - Modernizacja ściany ceglanej do standardu pasywnego oraz ocena dyfuzyjnej odporności
 - Łączniki konstrukcji dachowej i ryzyko kondensacji powierzchniowej
 - Stopa fundamentowa zagłębiona w gruncie – droga strumienia ciepła
 - Modernizacja energetyczna balkonu – poszukiwanie optymalnego wariantu
 - Nieocieplony strop garażu – kondensacja wewnętrzna przez dyfuzję pary i zamarzanie
 - Brama wjazdowa – efekty trójwymiarowe i poszukiwanie mostków cieplnych
 - Piwnica zagłębiona w gruncie - zagadnienie dynamiczne, harmoniczne współczynniki przenikania i przesunięcie fazowe
- Dyskusja i konkluzja
- “Call for action”

Tomasz Kornicki

- fizyk i informatyk
- “Dienstleistungen in EDV & IT” we Wiedniu, 23°
- doradztwo naukowe i businessowe od ponad 25 lat
- oprogramowanie narzędziowe dla fizyki budowlanej
- wiarygodny partner wysoko wydajnych symulacji, supercomputing-u oraz (nie tylko naukowej) wizualizacji



AnTherm

Program do
analizy termicznych własności
konstrukcji budowlanych z
mostkami cieplnymi

www.antherm.at

niebywale łatwy

- AnTherm (<http://antherm.kornicki.com/>) to innowatywne narzędzie specjalnie dla fizyki budowlanej
- Integruje w codzienną pracę inżyniera nowe możliwości wizualizacji, których korzenie są w supercomputing-u i naukowo-badawczej wizualizacji wielkich ilości danych fizykalnych
- To co do niedawna, ze względu na poziom komplikacji i czas wdrożenia było fizykom budowlanym niedostępne, AnTherm rozwiązuje w przekonujący i prosty sposób
- Otoczenie programowe jest świadomie utrzymane w jak najprostszy sposób – typowy klient jest „sporadycznym” użytkownikiem, i musi natychmiast i bez kosztów wdrożeniowych panować nad takim narzędziem

AnTherm

- AnTherm = Hymn (anthem)

Pomnik dla **Dr. Walter Heindl** (†1993),
Twórca konceptu **rozwiązań bazowych** oraz
termicznych współczynników przewodnictwa

- Zasadnicze elementy konceptu teoretycznego zostały przejęte do „**normy mostków cieplnych**“ **EN ISO 10211** , tak więc absolutna **zgodność z normą** jest osiągnięta przez program **AnTherm** bez najmniejszej trudności!

Większa wartość

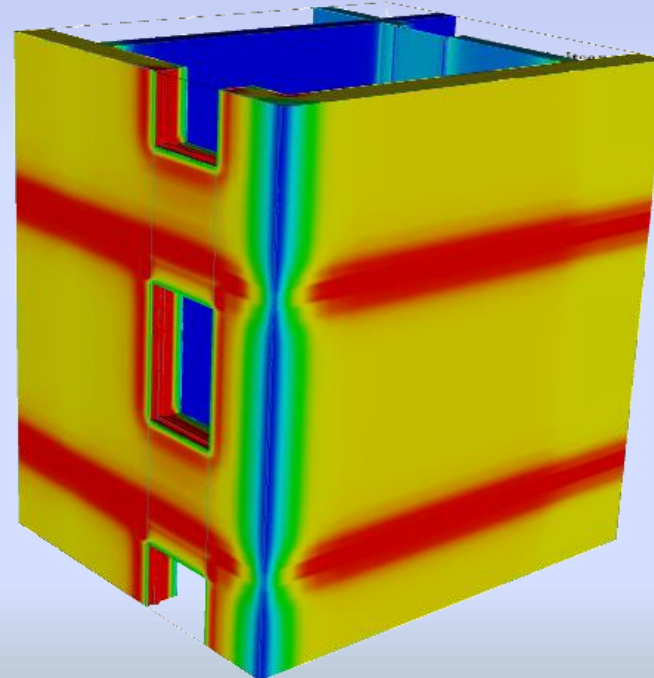
Wyniki otrzymywane w łatwy sposób od programu, a przede wszystkim ich wizualizacje (prezentacja niebywale złożonych procesów fizycznych jest tworzona w łatwy i prosty sposób i jest samo wytłumaczalna nawet dla osób nie będących fizykami budowlanymi) wyraźnie podnoszą wartość analiz fizyki budowlanej i zatem komercyjny sukces użytkowników tego narzędzia

Po prostu większa wartość!

Anzahl der bilanzierten Zellen: 69129

Thermische Leitwerte [W / K]		
Raum\Raum	Room 0	Room 1
Room 0		1,917153
Room 1	1,917154	

Verteilungsschlüssel [l]		
Wärmeq.\Raum	Room 0	Room 1
PS 0	0,111552	0,888448



Leitwert Summe [W / K]	Leitwertbezogener Schliessfehler
1,917150	4,54671e-007
1,917150	-4,54671e-007

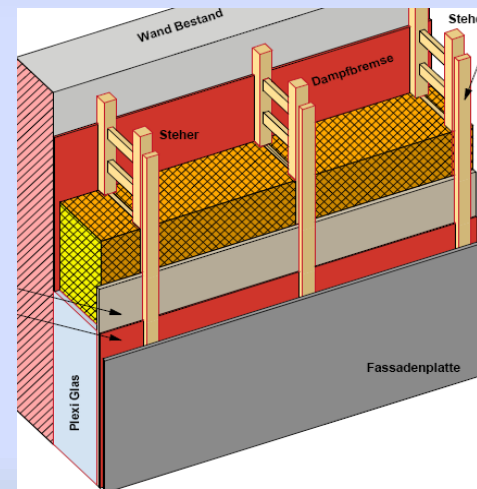
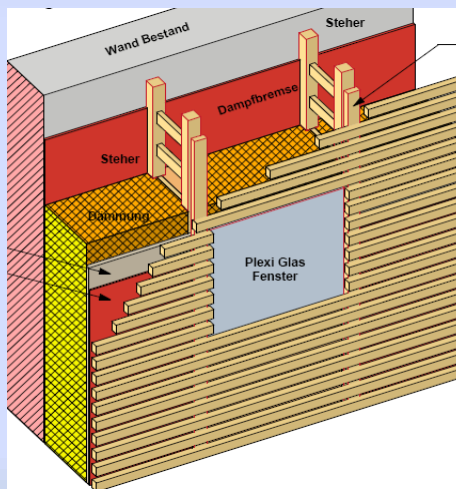
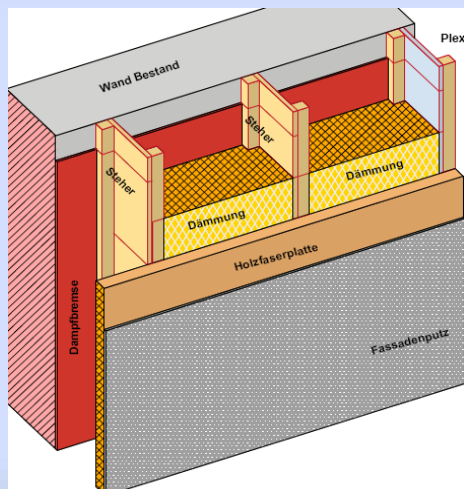
Wizualizacja

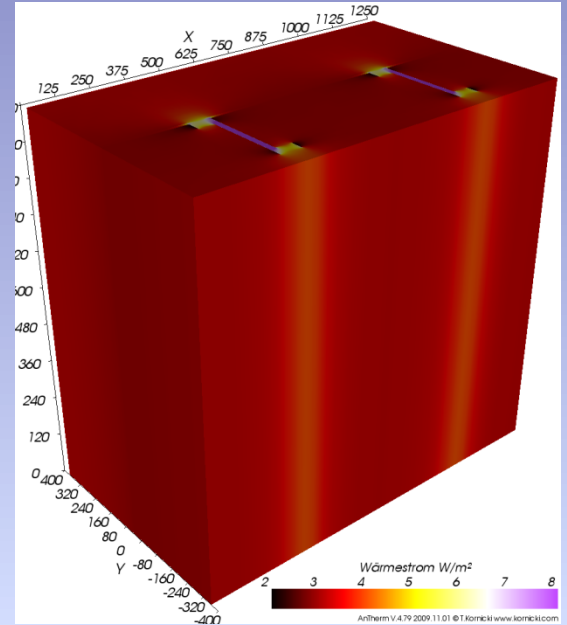
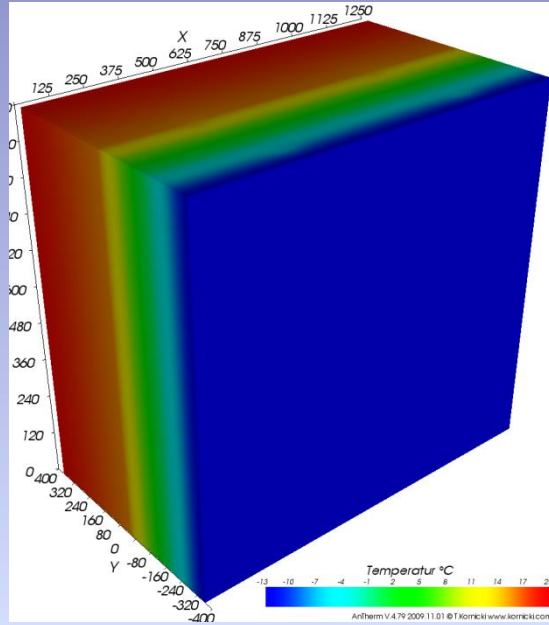
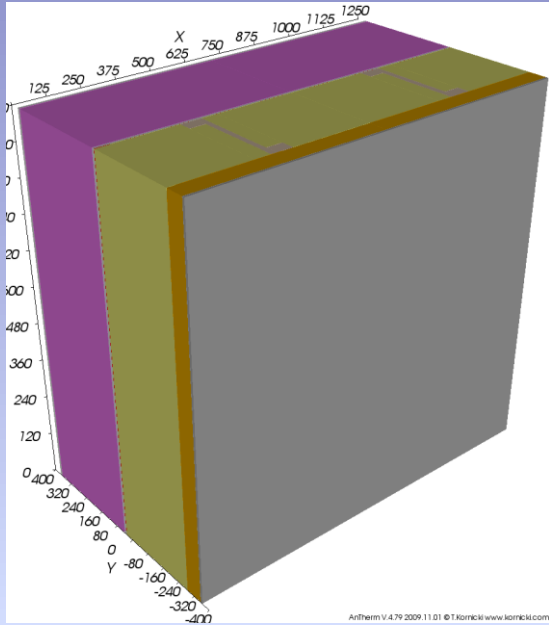
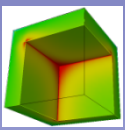
- obrazowe “**uwidacznianie**” relacji w przepływie strumienia ciepła we wnętrzu konstrukcji budowlanej dzięki **zastosowaniu najnowocześniejszych technologii wizualizacyjnych**, które wreszcie w takiej **niebywalej jakości** znalazły drogę do **fizyki budowlanej**
- **Mostek cieplny** może być prawie jako zabawa **badany i analizowany**
- „**Obraz mówi więcej niż słowa...** “
- **Wyraźne wyniki** nawet dla osób nie będących „fizykami budowlanymi” mogą być przedstawione **w łatwo zrozumiały sposób**

Krótką prezentacja

Symulacja mostków cieplnych i wizualizacja 2D i 3D w **AnTherm**

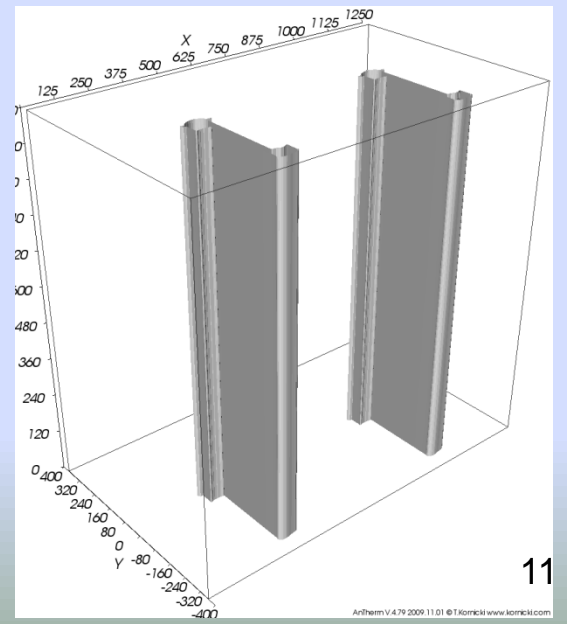
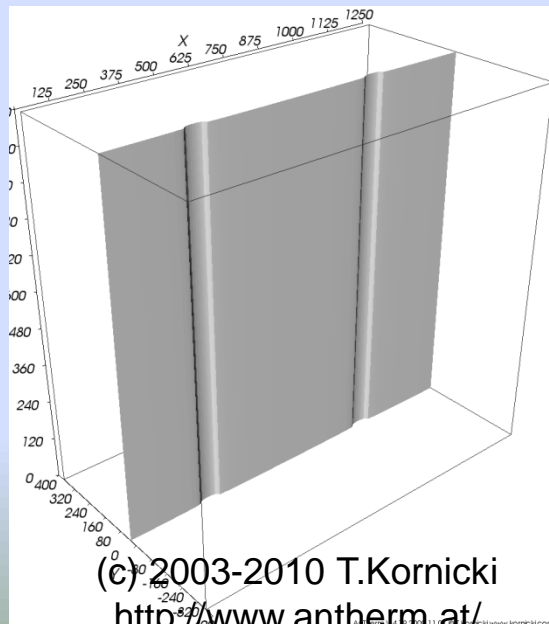
Wyniki thermo-modernizacji Symulacja 3D W AnTherm



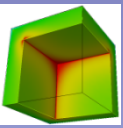


Ściana 1 po modernizacji

20,21,22 styczeń 2010



(c) 2003-2010 T.Kornicki
<http://www.antherm.at/>



Ściana 1 przed modernizacją
350mm cegła

$$U_{\text{stary}} = 0,7236 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{średni}} = \mathbf{0,7236 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$T^*_{20^\circ\text{C}/-13^\circ\text{C}} = \mathbf{14,21 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$f_{\text{Rsi}} = \mathbf{0,82}$$

Ściana 1 ocieplona (wycinek 1m
wysoki z jednym stojakiem w centrum)
Model 625x1000mm

$$U_{\text{ocieplony}} = 0,0969 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$L^{2D}_{625 \times 1000} = 0,064280 \text{ W/K}$$

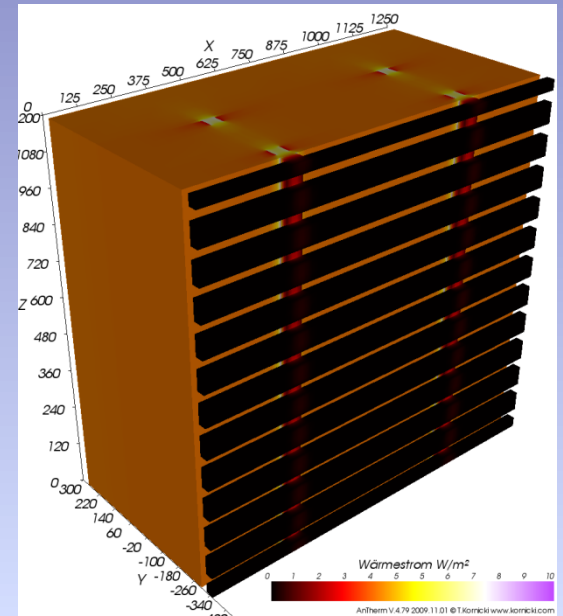
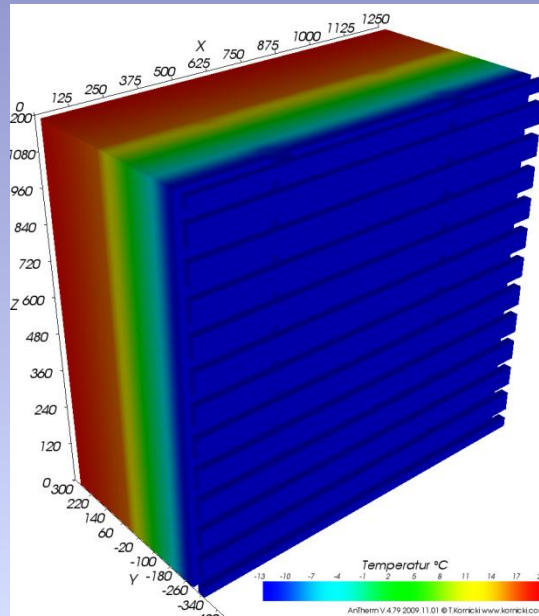
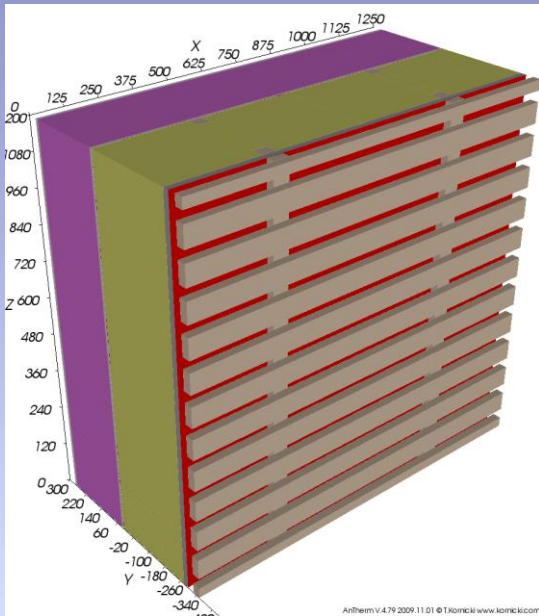
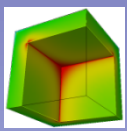
$$U_{\text{średni}} = \mathbf{0,1028 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$\Psi = 0,0037 \text{ W/mK}$$

$$T^*_{20^\circ\text{C}/-13^\circ\text{C}} = \mathbf{19,15 \text{ }^\circ\text{C}}$$

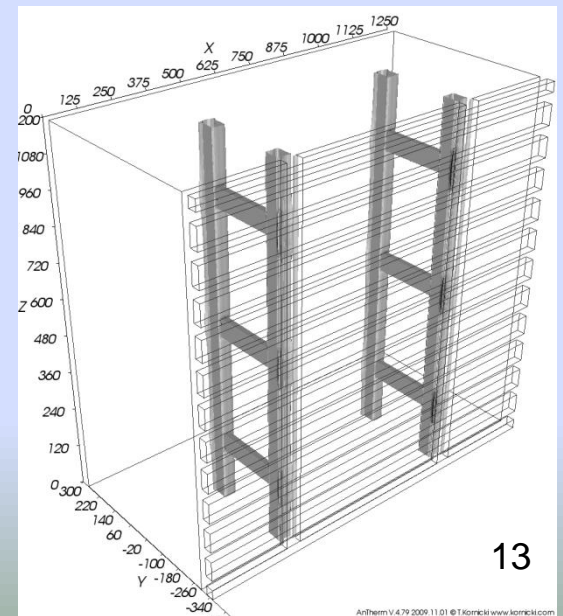
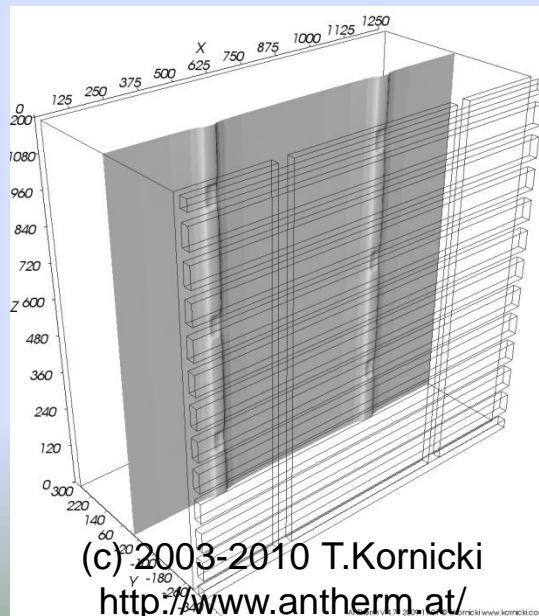
$$f_{\text{Rsi}} = \mathbf{0,97}$$

Konstrukcja dyfuzyjnie sucha ($p > p_{\text{sat}}$)

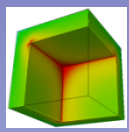


Ściana 2 po modernizacji

20,21,22 styczeń 2010



(c) 2003-2010 T.Kornicki
<http://www.antherm.at/>



Ściany 2 i 3 przed modernizacją
 250mm cegła

$$U_{\text{stary}} = 0,9283 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{średni}} = \mathbf{0,9283 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$T^*_{20^\circ\text{C}/-13^\circ\text{C}} = \mathbf{12,34 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$f_{\text{Rsi}} = \mathbf{0,77}$$

Ściany 2/3 ocieplone (wycinek 0.4m
 wysoki z jednym stojakiem w centrum)
 Model 625x400mm

$$U_{\text{ocieplony}} = 0,1136 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$L^{3D}_{625 \times 400} = 0,029110 \text{ W/K}$$

$$U_{\text{średni}} = \mathbf{0,1164 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

$$X = 0,00071 \text{ W/K}$$

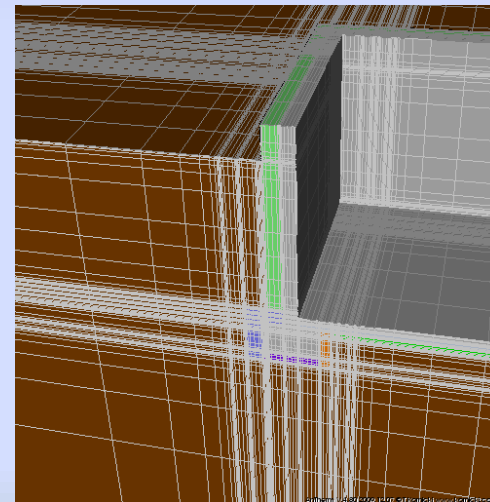
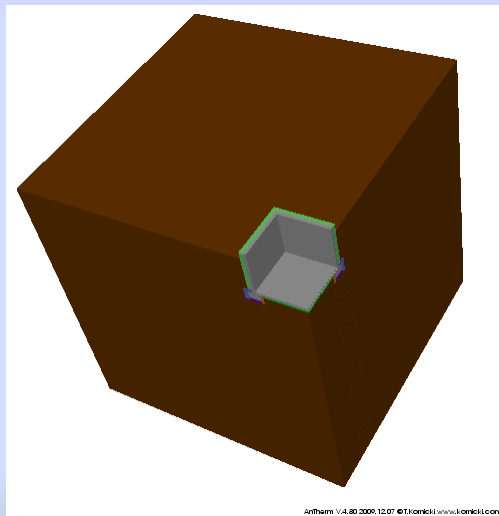
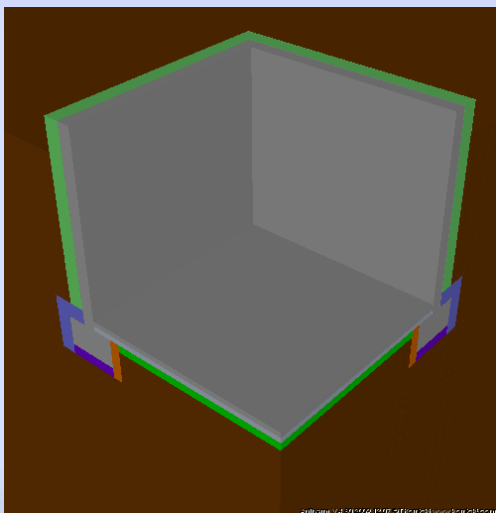
$$T^*_{20^\circ\text{C}/-13^\circ\text{C}} = \mathbf{19,03 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$f_{\text{Rsi}} = \mathbf{0,97}$$

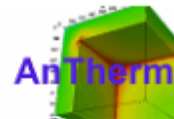
Konstrukcja dyfuzyjnie sucha ($p > p_{\text{sat}}$)

Stopa fundamentowa

Symulacja 3D W AnTherm



T.Kornicki, Dienstleistungen in EDV und IT
 A-1230 Wien, Othellogasse 1/RH 8/2
 Tel./Fax. +43-1-6157099
 email: tkornicki@chello.at



AnTherm (WALTER/UDO)
 Version 4.80 2009.12.07
 (c)T.Kornicki,all rights reserved

File: D:\Entw\01 Forum Passivhaus Poznan\Pyszczek\STOPA FUNDAMENTOWA-01_tko.antherm

Number of evaluated cells: 538272 (Nodes > 4306176)

Boundary conditions and resulting Surface Temperatures / Condensing Humidity

	Air temperature [°C]	min.temperature [°C]	max.temperature [°C]	Condensing.H. [%]	f _{Rsi} *
INDOOR	16,00	11,35	15,56	73,90 %	0,87
OUTDOOR	-20,00	-20,00	-19,51	100,00 %	

Weigting factors for coldest surface point of each room

	INDOOR	OUTDOOR
g(INDOOR)	0,870846	0,000098
g(OUTDOOR)	0,129154	0,999902

Coordinates (x,y,z) for coldest surface point of each room

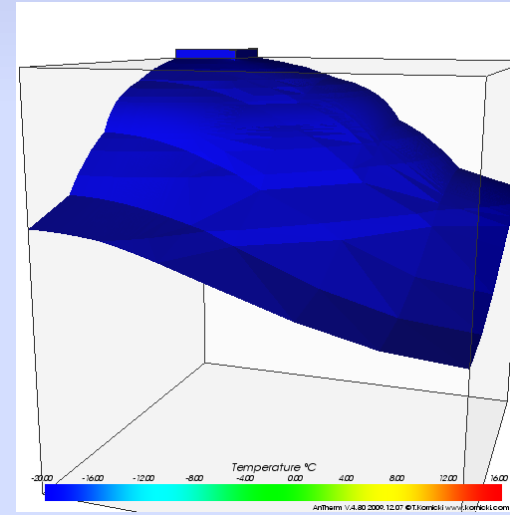
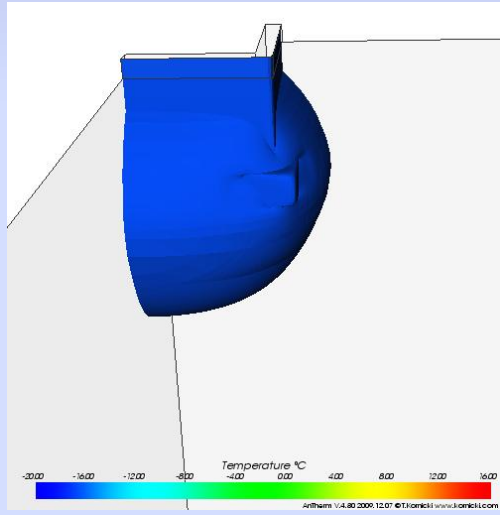
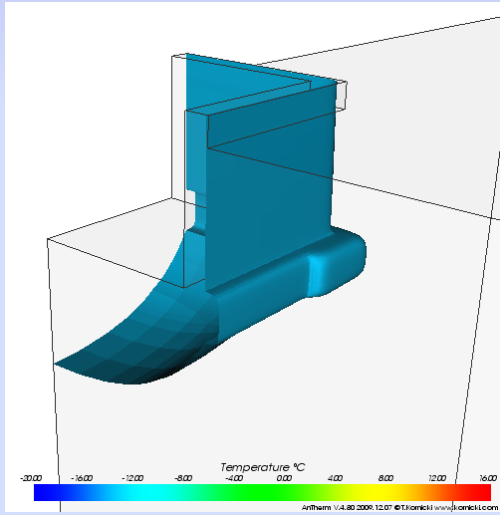
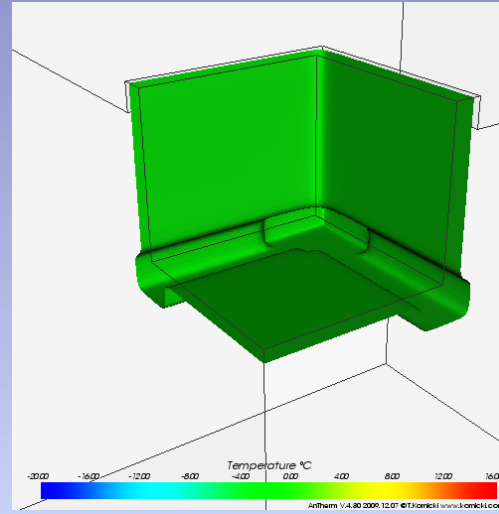
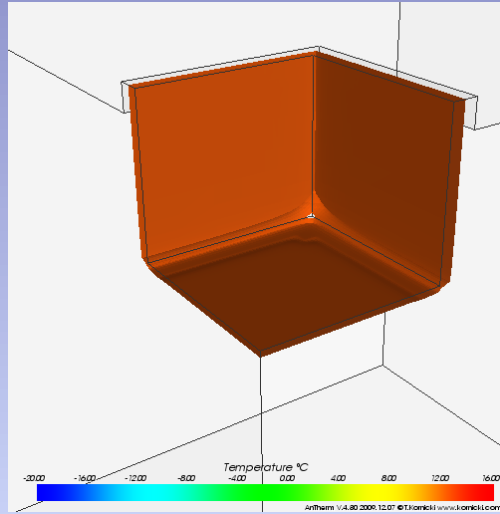
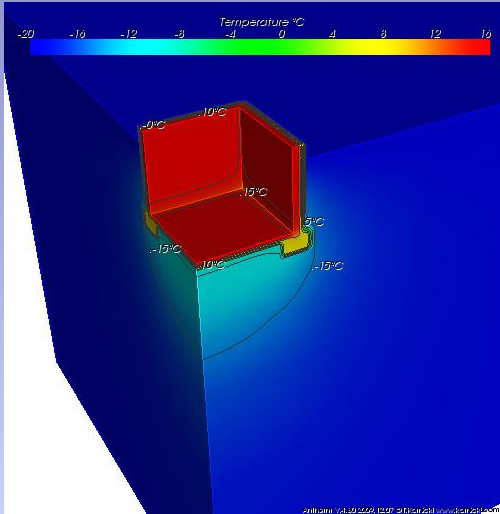
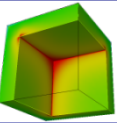
	x	y	z	Temp.[°C]	f _{Rsi} *
INDOOR	-125,0000	-125,0000	800,0000	11,35	0,87
OUTDOOR	20000,0000	20000,0000	3700,0000	-20,00	

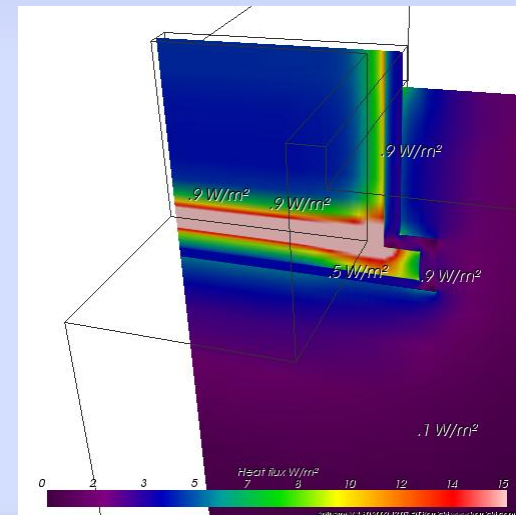
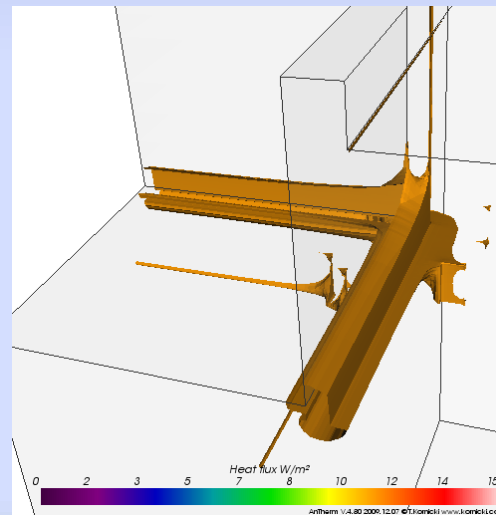
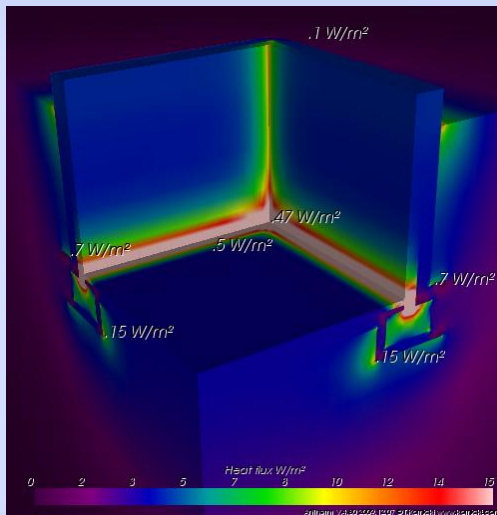
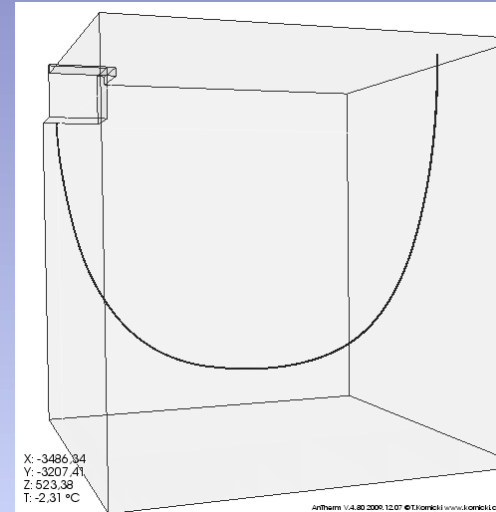
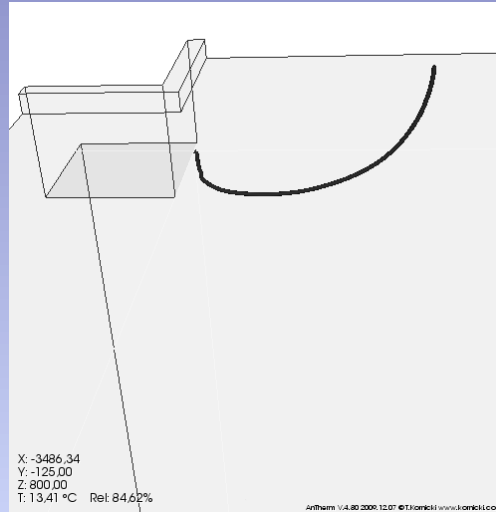
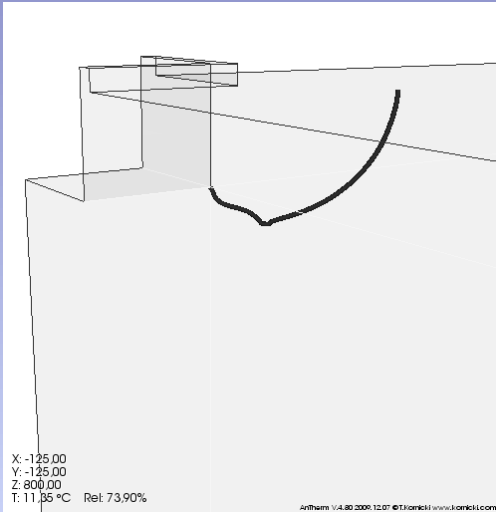
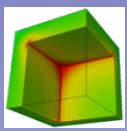
Thermal Coupling Coefficients [W / K]

Room\Room	INDOOR	OUTDOOR
INDOOR		6,741698
OUTDOOR	6,741750	

Precision information

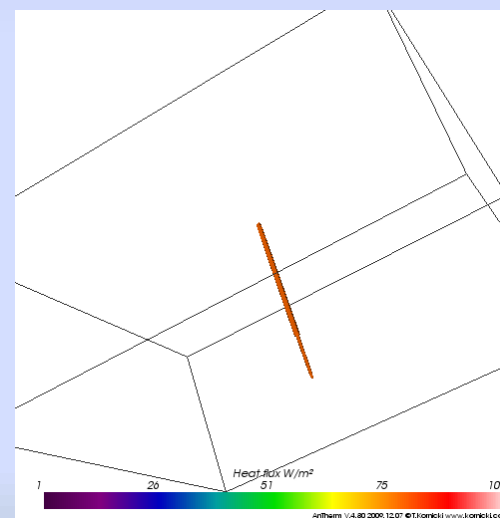
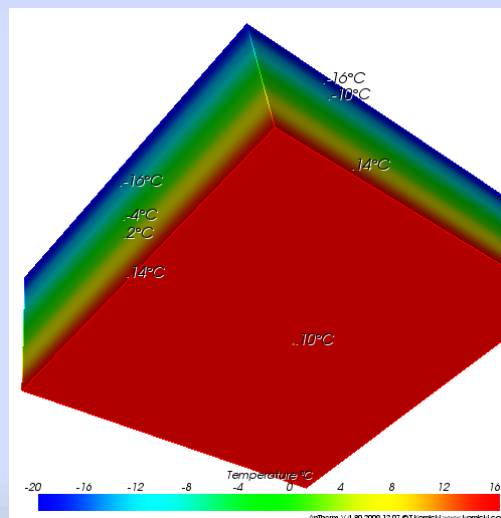
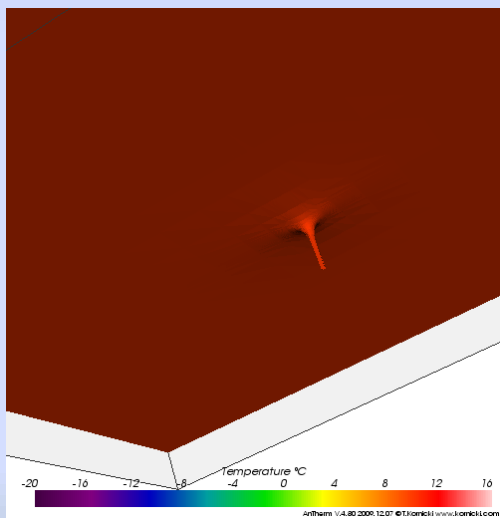
	Close-up error [W / K]	Coeff. sum [W / K]	Relative close-up error
INDOOR	5,29186e-005	6,741750	7,84938e-006
OUTDOOR	-5,29186e-005	6,741698	-7,84944e-006





Łącznik ocieplenia

Symulacja 3D W AnTherm



Sufit z jednym łącznikiem w centrum
Model 1000x1000mm

$$U = 0,0813 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$L^{3D}_{1000 \times 1000} = 0,0817 \text{ W/K}$$

$$U_{\text{średni}} = \mathbf{0,0817 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

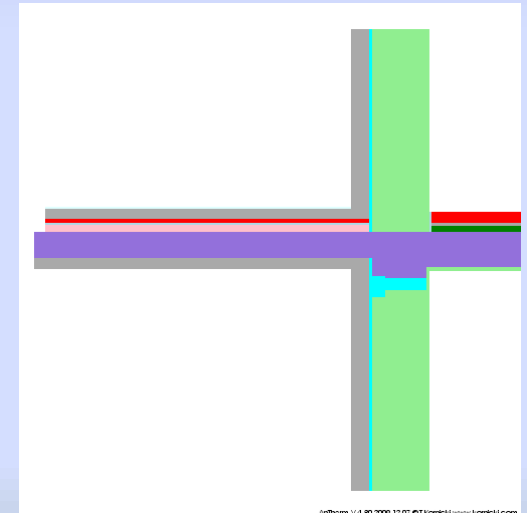
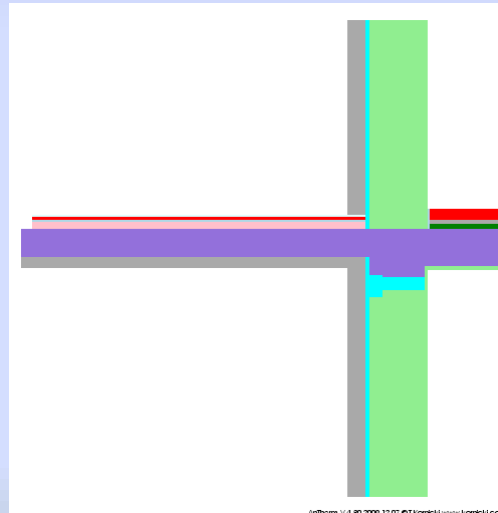
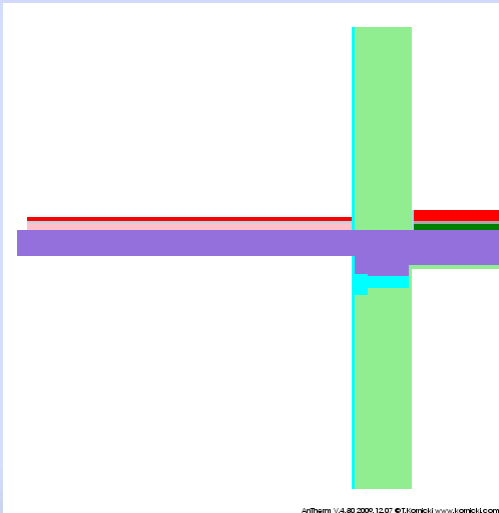
$$X = 0,0004 \text{ W/K}$$

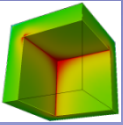
$$T^*_{16^\circ\text{C}/-20^\circ\text{C}} = \mathbf{9,69 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$f_{\text{Rsi}} = \mathbf{0,82}$$

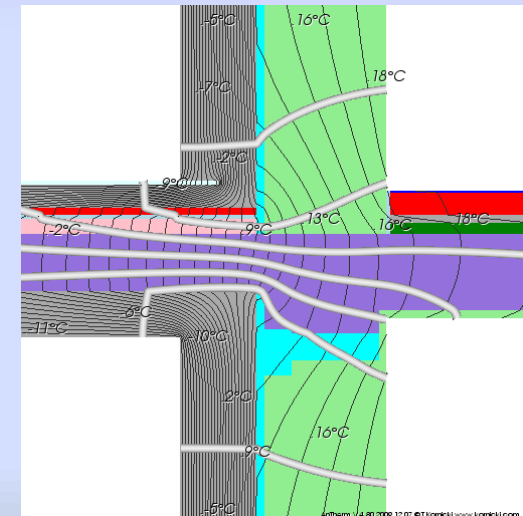
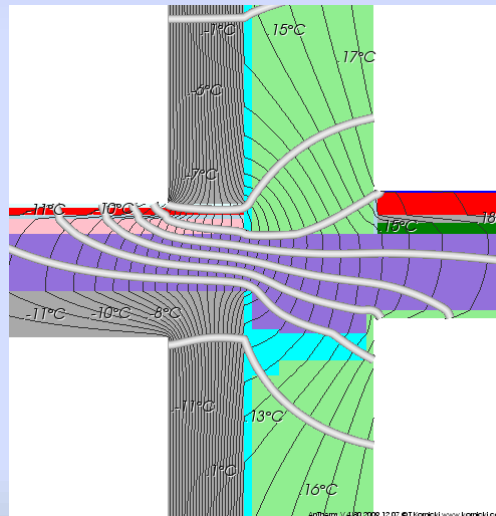
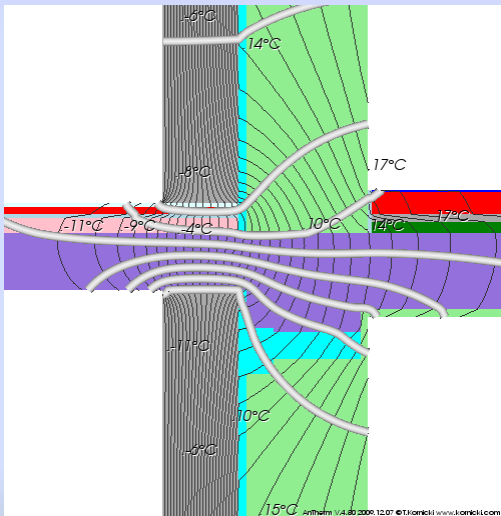
Balkon - Modernizacja

Symulacja 2D W AnTherm





		U [W/m ² K]	L2D [W/mK]	wynik do V1	ψ [W/mK]	T* [°C]	fRsi
V1	Bez ocieplenia	1,2466	3,6822		0,4409	8,91	0,65
V2	Ocieplenie sciany 10cm	0,3028	1,4400	39%	0,6526	13,53	0,80
V3	+ balkon ocieplony z dolu 6cm	0,3028	1,3293	36%	0,5419	14,31	
V4	+ balkon owiniety	0,3028	1,0998	30%	0,3124	15,87	0,87
V2'	Ocieplenie sciany 20cm	0,1724	1,0611	29%	0,6130	14,71	0,83
V3'	+ balkon ocieplony z dolu 12cm	0,1724	0,9697	26%	0,5215	15,33	0,85
V4'	+ balkon owiniety (12cm/6cm)	0,1724	0,7640	21%	0,3159	16,73	0,90

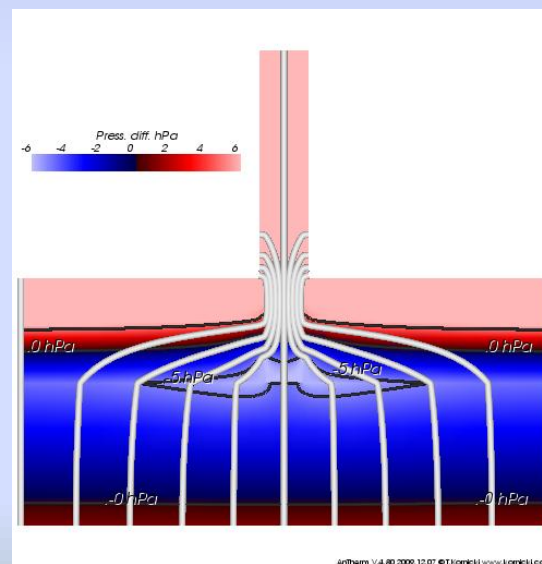
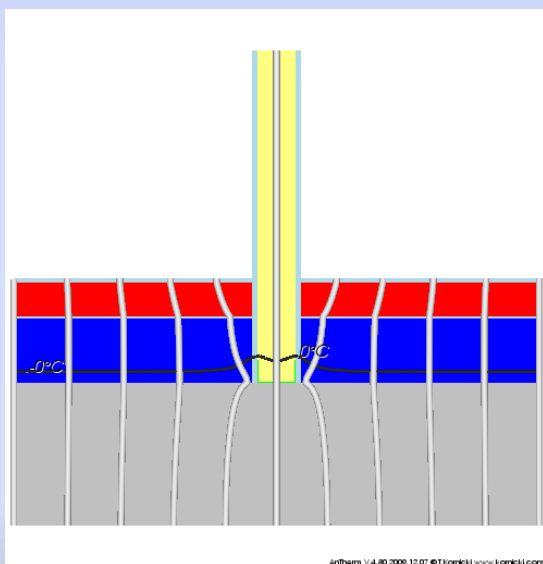


Nieocieplony strop garażu kondensacja i zamarzanie

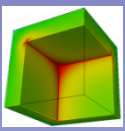
Symulacja 2D

W

AnTherm



- Pominięcie ocieplenia stropu nad garażem zadeklarowanym początkowo jako „pomieszczenie nieogrzewane”
- Zmiana konceptu na garaż otwarty (błąd numer 1)
- Ścianki działowe wbudowano zanim konstrukcja podłogi (oraz zapora pary) zostały położone (błąd numer 2)
- Temperatura w podstawie ścianek (profil aluminiowy) poniżej zera
- Całość pary dyfunduje poprzez przerwę w barierze parowej do podstawy ścianki
- Ciśnienie cząstkowe znacznie wyższe od nasyconego – kondensacja wewnętrzna, wstępowanie wilgoci w ścianki i zamarzanie podstawy
- Poprawne ocieplenie stropu jako jedyne prawidłowe rozwiązanie



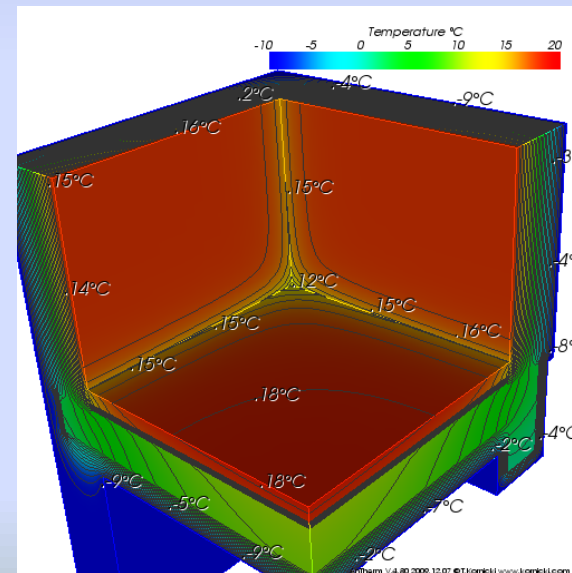
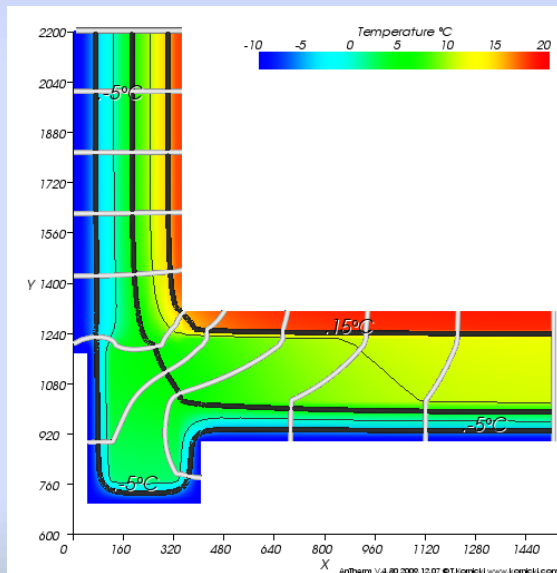
Brama wjazdowa

Poszukiwanie mostków cieplnych

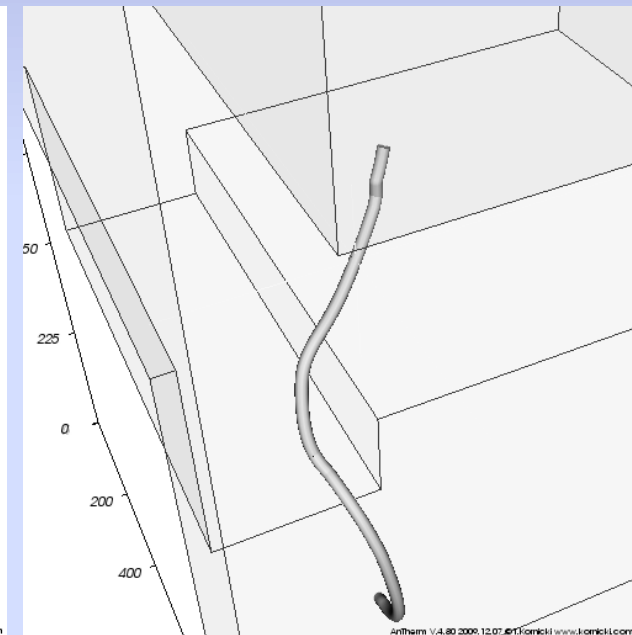
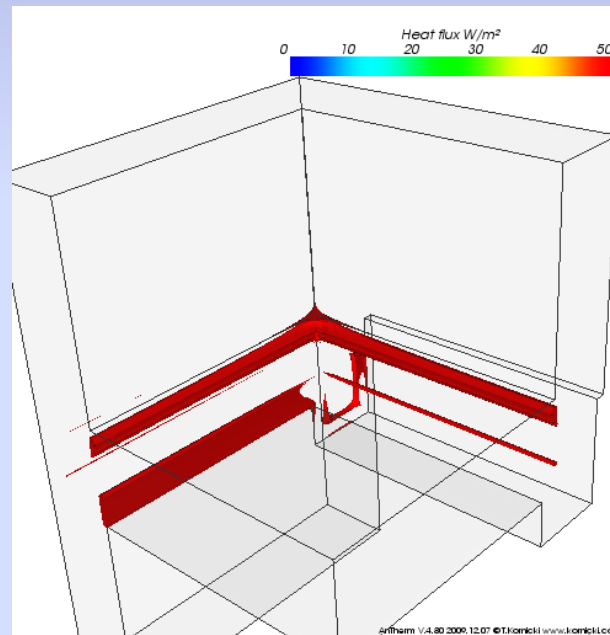
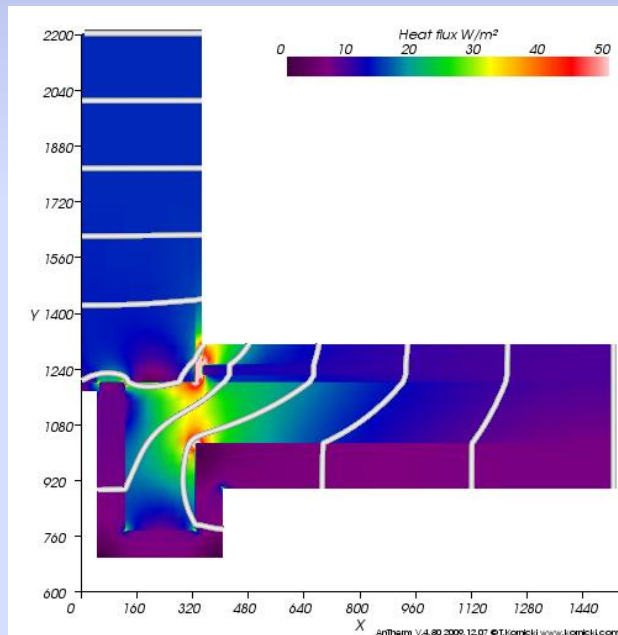
Symulacja 2D i 3D

W

AnTherm



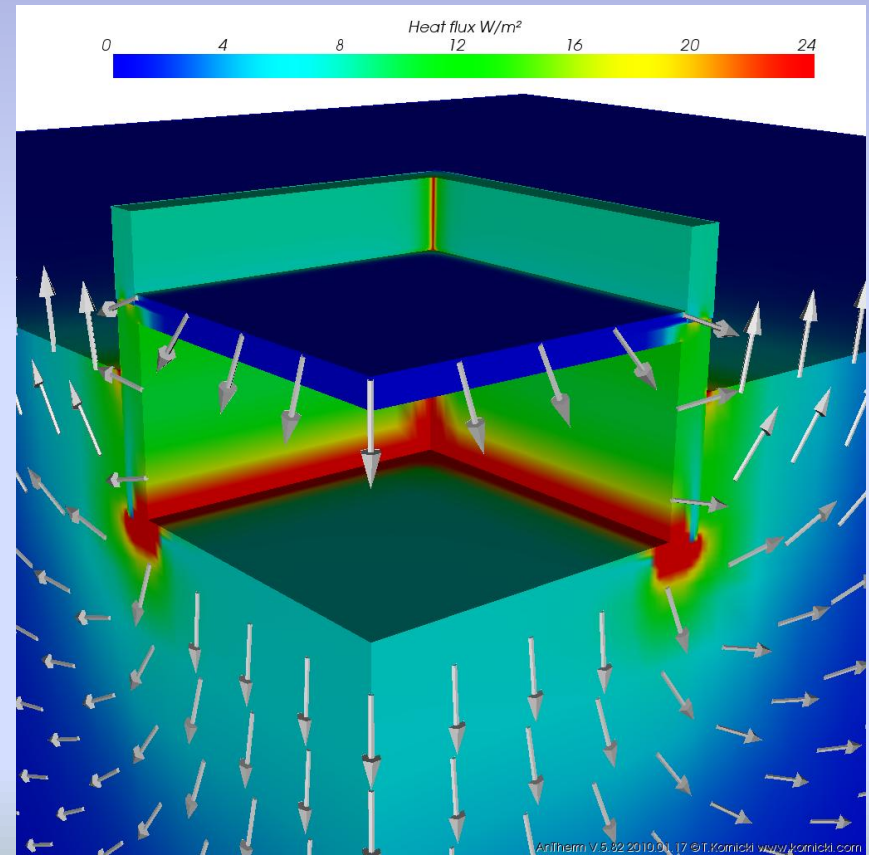
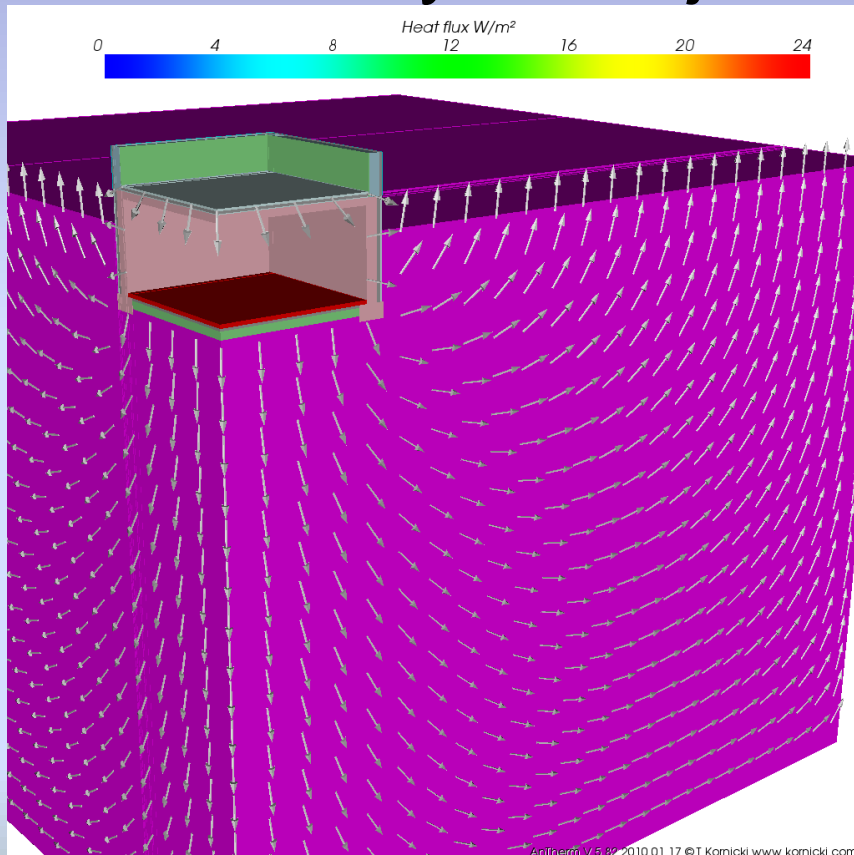
- Dwuwymiarowe obliczenia dają nam :
 $T^* = 15,22^{\circ}\text{C}$, $fR_{si} = 0.84$
- ale
- Trójwymiarowe obliczenia dają nam :
 $T^* = 11.08^{\circ}\text{C}$, $fR_{si} = 0,70$!



Piwnica zagłębiona w gruncie

zagadnienie dynamiczne

Symulacja harmoniczna 3D



Harmoniczne współczynniki przenikania ciepła oraz ich przesunięcie fazowe między wahaniami temperatury zewnętrznej i zmiennością strat ciepła

- obliczane bezpośrednio
- niezależnie od warunków brzegowych (nie są potrzebne)
- reprezentacja zespolona oraz jako amplituda i faza

Thermal Coupling Coefficients [W / K]						
Room\Room	Room 0	Room 1	Room 2			
Room 0		2,116366	15,705235			
Room 1	2,116039		10,089744			
Room 2	15,706202	10,089765				

Harmonic Thermal Conductance for the period of 31536000 s							
		Room 0		Room 1		Room 2	
		Re	Im	Re	Im	Re	Im
Room 0		-372,1741	-343,2399	2,1133	-0,0619	7,2899	-2,9619
Room 1		2,1130	-0,0616	-12,2096	-0,4732	10,0850	-0,2123
Room 2		7,2866	-2,9647	10,0853	-0,2123	-28,3451	-6,3106

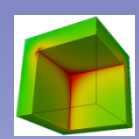
		Room 0		Room 1		Room 2	
		Amplitude	Phase	Amplitude	Phase	Amplitude	Phase
		[W/K]	[months]	[W/K]	[months]	[W/K]	[months]
Room 0		506,2877	-4,5772	2,1143	-0,0559	7,8686	-0,7371
Room 1		2,1139	-0,0557	12,2187	-5,9260	10,0872	-0,0402
Room 2		7,8666	-0,7380	10,0876	-0,0402	29,0391	-5,5816

stacjonarne współczynniki przenikania ciepła

harmoniczne współczynniki przenikania ciepła

amplituda

przesunięcie fazowe



Dalsze przykłady, wyjaśnienia i interaktywne demonstracje

22.01.2010 12:00-16:30

X

Symposium na Politechnice Poznańskiej,
budynek A2, sala 123 parter, ul. Piotrowo 5

X

Symulacja mostków cieplnych
wizualizacja 2D i 3D

AnTherm

Szybko u celu

- Doświadczenie z już ponad 20 lat w tworzeniu oprogramowania dla fizyki budowlanej
- Jedynie znajomość zasad fizyki budowlanej jest wystarczająca by kontrolować program
- Daleko zautomatyzowane modele numeryczne, żadne „czary-mary”
- Wyniki natychmiast widoczne
- Najwyższa jakość prezentacji rezultatów może być przejęta bezpośrednio do protokołów

Conclusio

- konieczność kompleksowego podejścia
- proste obliczanie wartości U dla pojedynczych elementów budowli nie jest wystarczające
- nie tylko wymagania przepisów są wykładnikiem (przesąd)
- należy rozpatrywać faktyczne potrzeby budowli
- zdrowe, ekonomiczne i ekologiczne budownictwo jako cel
- **dobre zastępować lepszym**

Cytat Inż. Günter Schlagowski

- Już zbyt długo czekamy na potrzebne źródłowe rozwiązania...
- Potrzebujemy przede wszystkim świadomych swoich zadań fachowców: architektów i konstruktorów budowlanych z wiedzą z zakresu fizyki budowli oraz inżynierów ochrony środowiska ... osób będących w stanie kompleksowo opanować całość zagadnienia i stosować interdyscyplinarne rozwiązania
- Trudno pojąć, dlaczego inżynierowie szukają skomplikowanych rozwiązań, podczas gdy można działać prostą, całkowicie dla każdego zrozumiałą metodą
- Trzeba budować na masową skalę budynki najbardziej energooszczędne i ekonomiczne, na co innego nie możemy sobie pozwolić
- Wszystkie inne działania zaliczam do budowania bez wiedzy i bez ekonomii, bez ekologii i bez rozumu, bo są one wbrew interesom ludzkości

Inż. Günter Schlagowski
„list otwarty do polskiego Rządu”
w Doradca Energetyczny 07-08/2008

AnTherm

Program do 3D i 2D Analizy Termicznych własności konstrukcji budowlanych z mostkami cieplnymi

- 20.01 15:00-15:20 Unikanie mostków termicznych w budownictwie pasywnym w oparciu o trójwymiarową analizę przepływu ciepła i wilgoci w przegrodach budowlanych (Centrum Kongresowe pawilon 15C)
- 21.01 15:00-15:20 Unikanie mostków termicznych w budownictwie pasywnym w oparciu o trójwymiarową analizę przepływu ciepła i wilgoci w przegrodach budowlanych (Centrum Kongresowe pawilon 15C)
- 22.01 12:00-16:30 Obliczanie cieplnych mostków termicznych i przebiegu prądu ciepła i wilgotności. Przykłady i możliwości takich obliczeń trójwymiarowym programem AnTherm (Symposium na Politechnice Poznańskiej, budynek A2, Sala 123 parter, ul. Piotrowo 5)**

AnTherm

Program do 3D i 2D Analizy Termicznych własności konstrukcji budowlanych z mostkami cieplnymi

Bliższe informacje o programie pod

<http://www.antherm.at/> albo <http://www.kornicki.at/antherm/>

Opisy, Dokumentacja, Wersja Demo, Wideo o pracy z programem,
Raport Walidacji Zgodności (EN ISO 10211 oraz EN ISO 10077 !),
Cennik, Formularze Zamówienia, ...

Dziękuję bardzo za państwa uwagę!

Tomasz Kornicki