



**CTU**

CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE

**UCEEB**

UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS

## **71ST LCA DISCUSSION FORUM**

### **ENVIRONMENTAL BENCHMARKS FOR BUILDINGS: NEEDS, CHALLENGES AND SOLUTIONS**

# **ENVIRONMENTAL BENCHMARKS FOR BUILDINGS IN CZECHIA**

**Antonín LUPÍŠEK**

**18.6.2019 Zürich**

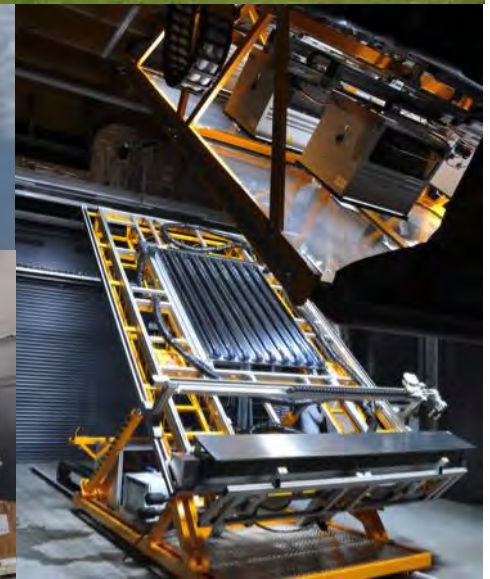


# INTRODUCTION

## Czech Technical University in Prague

Faculty of Civil Engineering

University Centre for Energy Efficient Buildings





# University Centre for Energy Efficient Buildings

Dept. Architecture and the Environment  
**Sustainable Building Lab**

- **Developing methods and tools for evaluation of environmental impacts of structures and buildings using life cycle approach**



**Dr. Julie Železná**

Methodology for comparison of products by environmental footprint



**Dr. Jiří Tencar**

Development and operation of SBToolCZ



**Dr. Martin Volf**

Design and verification of environmentally friendly building design



**Marie Nehasilová**

Interconnection of tools for construction budgeting and LCA



**Dr. Antonín Lupíšek**

Carbon footprint of buildings



**Prof. Petr Hájek**

Sustainability of concrete structures



## **BOTTOM UP AND TOP-DOWN APPROACHES TO GHG ASSESSMENT IN CZECH BUILDINGS**

- Bottom-up approach:

**Actual certification scheme SBToolCZ**

- Top-down approach:

**Benchmarks for GHG in residential buildings under development**





**CTU**

**CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE**

**UCEEB**

**UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS**

# **SBTOOLCZ**

# **NATIONAL SUSTAINABILITY ASSESSMENT METHOD**





## HISTORY

- **2005 – 2010** Czech localization of international GBTool
- **2010** First scheme for multifamily residential buildings
- **2011** National Platform SBToolCZ founded
  - Scheme for office buildings
- **2013** Updated scheme for residential blocks
  - Simplified version for single family houses
- **2017** Scheme for schools launched
- **2018** Scheme for kindergartens launched



# STRUCTURE

R ... SBToolCZ for residential Buildings 2013

O ... SBToolCZ for Offices 2011

R: 12

O: 14

Environmental  
area

50 %

R: 11

O: 15

Social area

35 %

R: 4

O: 4

Economics and  
Management

15 %

R: 6

O: 6

Location 0 %



# HOW IT WORKS: CRITERIUM GLOBAL WARMING POTENTIAL IN SBTOOLCZ



## E.01

## Potenciál globálního oteplování (GWP)

## Záměr hodnocení

Snížení množství emisních ekvivalentů oxidu uhličitého vzniklých jak v průběhu provozu budovy, tak jako důsledek výstavby. Jedná se tedy o redukci emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$  vzniklých v souvislosti s energií spotřebovanou během celoročního provozu budovy a snížení množství svázané produkce emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$  v použitých konstrukčních materiálech.

## Indikátor

Roční emisní ekvivalenty  $\text{CO}_2$  v kg vztážené na  $1 \text{ m}^2$  vnitřní užitné podlahové plochy.

## Kontext

Kjótský protokol je dokumentem k Rámcové úmluvě OSN o klimatických změnách. Průmyslové země se v něm zavázaly snížit emise skleníkových plynů o 5,2 %. Protokol vstoupil v platnost 16. 2. 2005 po ratifikaci 55 státy, které zároveň svými celkovými emisemi skleníkových plynů pokrývají 55% celkových emisí skleníkových plynů všech ekonomicky vyspělých států dle stavu v roce 1990. Kjótský protokol sleduje oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ , oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$ , metan  $\text{CH}_4$ , fluorid siřový  $\text{SF}_6$ , hydrofluorokarbony  $\text{HFC}_x$  a perfluorokarbony  $\text{PFC}$ .

Emise  $\text{CO}_2$  pocházející z energetiky (včetně výroby energie a její spotřeby průmyslem, domácnostmi, dopravou a dalšími) představují zdaleka nejdůležitější faktor odpovědný za skleníkový efekt (z průmyslových zemí pochází asi 80% těchto emisí). Proto je energetika jedno z nejdůležitějších odvětví, na které by se měly zaměřit místní samosprávy.

Množství emisí  $\text{CO}_2$  v provozu budovy běžně posuzuje metodika energetického auditu prováděného dle vyhlášky č. 213/2001 Sb. Metodika pouze vyčísľuje celkové emise  $\text{CO}_2$  a neporovnává je s žádnou referenční hladinou. Navíc pro vyčísľení potenciálu globálního oteplování je vhodné užívat ekvivalentní emise  $\text{CO}_2$  a ne prosté emise  $\text{CO}_2$ . Tyto ekvivalentní emise zahrnují totiž v sobě řadu dalších emisních plynů, které mají dopad na globální oteplování (např. metan, oxid dusný, freony, aj.). Navíc je vhodné při hodnocení, a to v souladu se Směrnicí Rady 96/61/EC o integrované prevenci a omezení znečištění, zahrnout emise  $\text{CO}_{2,\text{ekv}}$  vzniklé v celém procesním řetězci příslušné technologie výroby tepla a energie.

V současné době, kdy je snaha snižovat spotřebu provozní (primární) energie a obecně i emise škodlivých plynů, vystupují stále více do popředí hodnoty spotřeby energie a produkce emisí svázané s vlastní existencí budovy (její výstavbou, včetně výroby stavebních materiálů a konstrukcí, údržbou, rekonstrukcemi, demolicí) - tzv. svázaná spotřeba energie (někdy též šedá, nebo zabudovaná energie) a svázané produkce emisí.

## E. Životní prostředí

## E.01 Potenciál globálního oteplování (GWP)

E.02 Potenciál okyselení prostředí (AP)

E.03 Potenciál eutrofizace prostředí (EP)

E.04 Potenciál ničení ozonové vrstvy (ODP)

E.05 Potenciál tvorby přizemního ozonu (POCP)

E.06 Využití zeleně na pozemku

E.07 Využití zeleně na střeších a fasádách

E.08 Spotřeba pitné vody

E.09 Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů

E.10 Použití konstrukčních materiálů při výstavbě

E.11 Využití půdy

E.12 Podíl dešťové vody zachycené na pozemku

S. Sociálně-kulturní oblast

C. Ekonomika a management

L. Lokalita



E.01

Potenciál globálního oteplování (GWP)

Záměr hodnocení

Snižení množství emisních ekvivalentů oxidu uhličitého vzniklých jak v průběhu provozu budovy, tak jako důsledek výstavby. Jedná se tedy o redukci emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$  vzniklých v souvislosti s energií spotřebovanou během celoročního provozu budovy a snížení množství svázané produkce emisí  $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$  v použitých konstrukčních materiálech.

Indikátor

Roční emisní ekvivalenty  $\text{CO}_2$  v kg vztažené na  $1 \text{ m}^2$  vnitřní užité podlahové plochy.

Kontext

Kjótský protokol je dokumentem k Rámcové úmluvě OSN o klimatických změnách. Průmyslové země se v něm zavázaly snížit emise skleníkových plynů o 5,2 %. Protokol vstoupil v platnost 16. 2. 2005 po ratifikaci 55 státy, které zároveň svými celkovými emisemi skleníkových plynů pokrývají 55% celkových emisí skleníkových plynů všech ekonomicky vyspělých států dle stavu v roce 1990. Kjótský protokol sleduje oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ , oxid dusný  $\text{N}_2\text{O}$ , metan  $\text{CH}_4$ , fluorid sirový  $\text{SF}_6$ , hydrofluorokarbyony  $\text{HFC}_x$  a perfluorokarbyony  $\text{PFC}$ .

**Title** Global warming potential

**Intent**

Reduction of GHG emissions (embodied and operational)

**Indicator**

Annualized amounts of  $\text{CO}_{2,\text{eq.}}$  in kg per  $1 \text{ m}^2$  of net floor area

**Context**

Kyoto protocol and international efforts

Do výpočtu svázané spotřeby energií se zahrnují následující konstrukce:

- základové konstrukce,
- hydroizolace,
- podsypy, zášypy,
- nosná svislá a vodorovná konstrukce, včetně konstrukcí předsazených,
- nosná konstrukce střešního pláště,
- střešní plášť,
- konstrukce schodiště,
- vnitřní dělicí konstrukce (příčky),
- nenosné obvodové pláště,
- vnější povrchové úpravy,
- otvorové výplně v obvodových konstrukcích,
- tepelné a akustické izolace.

Nezapočítávají se zejména tyto konstrukce: nášlapné vrstvy podlah, finální vnitřní povrchové úpravy, vnitřní výplně otvorů, drobné klempířské prvky, systémy TZB.

Výpočet má následující strukturu (příklad):

konstrukce / materiál	m.j.	výměra [m.j.]	jednotková svázaná produkce emisí CO <sub>2,ekv.</sub> [kg CO <sub>2,ekv.</sub> /m.j.]	svázaná produkce emisí CO <sub>2,ekv.</sub> [kg CO <sub>2,ekv.</sub> ]
		a	b	c = a * b
<i>základové konstrukce</i>				
beton	kg			
hydroizolační folie	kg			
<i>nosná svislá konstrukce</i>				
žib. stěna - beton	kg			
žib. stěna - armování	kg			
...				
<i>nosná vodorovná konstrukce</i>				
...				
...				
<i>kompletační konstrukce</i>				
...				
...				

Pro stanovení ročních emisí je třeba hodnoty převést na jednotku jednoho roku, a to tak, že se použijí předpokládané životnosti dílčích konstrukcí. Metodicky se uvažuje délka životního cyklu budovy 50 let (reálně je sice vyšší, ale vzhledem k nejistotám ve scénářích obnovy, vývoji energonositelů a spotřeb energií je zvolen interval kratší).

Metodika doporučuje použití životností uvedené v příloze P.03. Konečné životnosti ale stanoví finálně auditor dle konkrétního stavu a volbu zdůvodní. Pokud je

## Calculation method

(Process, algorithm...)

Result: Indicator value

Example:

27.6 kg CO<sub>2,eq</sub>/(m<sup>2</sup>.a)

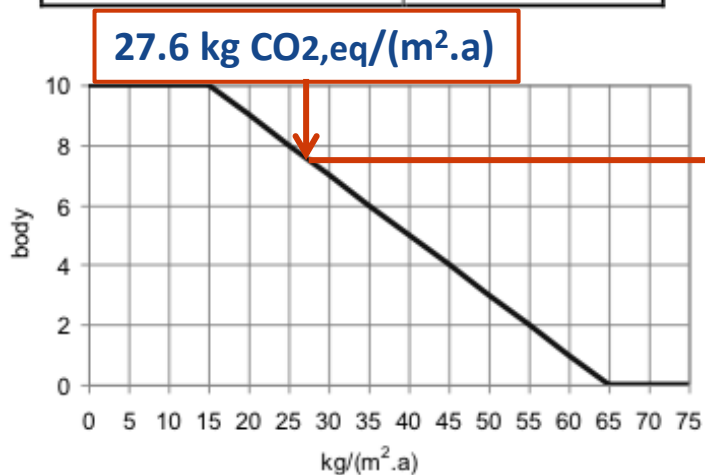
E.01

Potenciál globálního oteplování (GWP)

Kriteriální meze

Do kriteriálních mezí vstupují celkové měrné roční emise  $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$  v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ .

měrné roční emise $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	body
$\geq 65$	0
60	1
55	2
50	3
45	4
40	5
35	6
30	7
25	8
20	9
$\leq 15$	10

27.6 kg  $\text{CO}_{2,\text{eq}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 

## Benchmarks

(Process, algorithm...)

Result: Normalized score

7.5

Mezilehlé hodnoty se lineárně interpolují a normalizované body se zaokrouhlují na jedno desetinné místo.

# WEIGHTS IN SBTOOLCZ

Environmental	50 %	Social	35 %	Economic	15 %
<u>Climate Change</u>	12,50	<u>Occupant wellbeing</u>	14,00	<u>LCC</u>	3,0
Greenhouse Gas Emissions - building operation & transport	80,0	Lighting comfort	19,0	Operation costs analysis	100,0
Embodied CO2 eq. emissions	20,0	Acoustic comfort	23,8	<u>Support of local economy</u>	3,00
<u>Atmosphere</u>	10,00	Thermal comfort	28,6	Use of locally produced materials and local services	100,0
NOx emissions - buildings & transport	37,5	Indoor air quality	23,8	<u>Externalities</u>	5,25
Operation SO2 emissions	37,5	Use of interior greenery	4,8	Externalities in local transport	33,3
Destruction of the stratospheric ozone layer	18,75	<u>Accessibility</u>	9,45	Externalities of waste water treatment	33,3
Dust - construction	6,25	Provision of place for free time	10,0	Site quality	33,3
<u>Biodiversity</u>	7,50	Public transport accessibility	35,0	<u>Management</u>	1,50
Ecological value of land	50,0	Support of bicycle use	22,5	ISO 9000	33,3
Net floor area / green area ratio	50,0	Key amenities - provision and proximity	22,5	Availability of as-built drawings and documentation	66,7
<u>Resource use and waste</u>	17,50	Acces for disabled people	10,0	<u>Risk</u>	2,25
Non-renewable/renewable primary energy consumption	24,2	<u>Security</u>	2,80	Minimising regional specific climatological risk	40,0
Embodied energy	9,1	Site security	50,0	Building operation authonomy	40,0
Use of freshwater/rainwater resources	12,1	Building security	50,0	Fire resistance	20,0
Use of construction materials	18,2	<u>Social and cultural value</u>	7,00		
Construction and demolition waste	9,1	Communicaiton with users	33,3		
Waste during building operation	9,1	Cultural heritage of the site	33,3		
Land use	18,2	External neighbourhood impacts	33,3		
<u>Environmental Risk</u>	1,25	<u>Functionality</u>	1,75		
Retention of stormwater	100,0	Adaptability	100,0		
<u>Environmental management</u>	1,25				
ISO 140001	100,0				

# WEIGHTS IN SBTOOLCZ

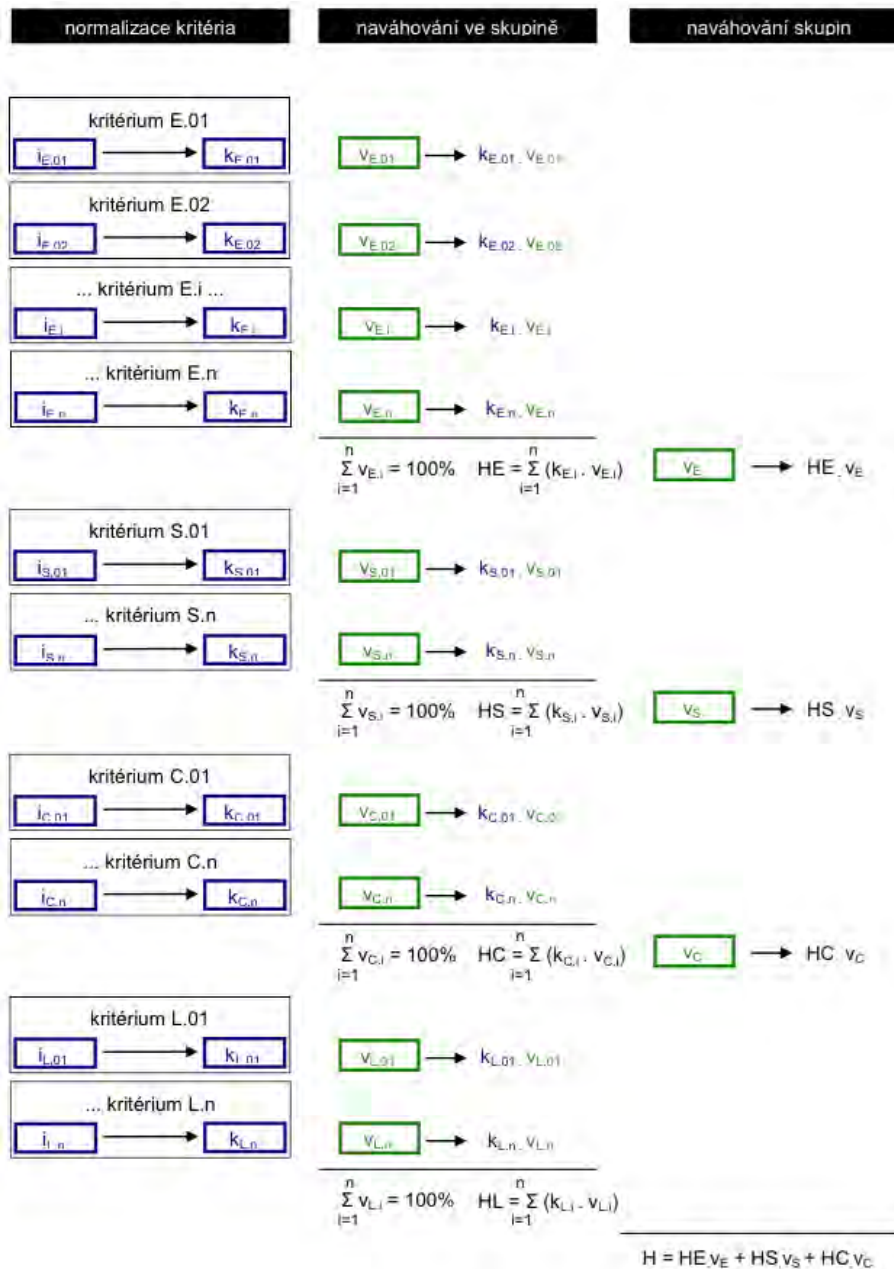
Environmental	50 %
<b>Climate Change</b>	<b>12,50</b>
Greenhouse Gas Emissions - building operation & transport	80,0
Embodied CO2 eq. emissions	20,0
<b>Atmosphere</b>	<b>10,00</b>
NOx emissions - buildings & transport	37,5
Operation SO2 emissions	37,5
Destruction of the stratospheric ozone layer	18,75
Dust - construction	6,25
<b>Biodiversity</b>	<b>7,50</b>
Ecological value of land	50,0
Net floor area / green area ratio	50,0
<b>Resource use and waste</b>	<b>17,50</b>
Non-renewable/renewable primary energy consumption	24,2
Embodied energy	9,1
Use of freshwater/rainwater resources	12,1
Use of construction materials	18,2
Construction and demolition waste	9,1
Waste during building operation	9,1
Land use	18,2
<b>Environmental Risk</b>	<b>1,25</b>
Retention of stormwater	100,0
<b>Environmental management</b>	<b>1,25</b>
ISO 14001	100,0

Social	35 %
<b>Occupant wellbeing</b>	<b>14,00</b>
Lighting comfort	19,0
Acoustic comfort	23,8
Thermal comfort	28,6
Indoor air quality	23,8
Use of interior greenery	4,8
<b>Accessibility</b>	<b>9,45</b>
Provision of place for free time	10,0
Public transport accessibility	35,0
Support of bicycle use	22,5
Key amenities - provision and proximity	22,5
Acces for disabled people	10,0
<b>Security</b>	<b>2,80</b>
Site security	50,0
Building security	50,0
<b>Social and cultural value</b>	<b>7,00</b>
Communicaiton with users	33,3
Cultural heritage of the site	33,3
External neighbourhood impacts	33,3
<b>Functionality</b>	<b>1,75</b>
Adaptability	100,0

Economic	15 %
<b>LCC</b>	<b>3,0</b>
Operation costs analysis	100,0
<b>Support of local economy</b>	<b>3,00</b>
Use of locally produced materials and local services	100,0
<b>Externalities</b>	<b>5,25</b>
Externalities in local transport	33,3
Externalities of waste water treatment	33,3
Site quality	33,3
<b>Management</b>	<b>1,50</b>
ISO 9000	33,3
Availability of as-built drawings and documentation	66,7
<b>Risk</b>	<b>2,25</b>
Minimising regional specific climatological risk	40,0
Building operation authonomy	40,0
Fire resistance	20,0



# APPLICATION OF WEIGHTING IN SBTOOLCZ



# APPLICATION OF WEIGHTING IN SBTOOLCZ

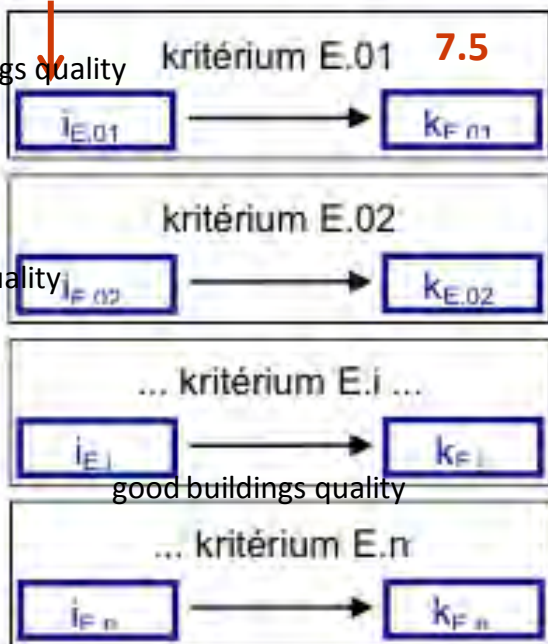
normalizace kritéria

naváhování ve skupině

naváhování skupin

27.6 kg CO<sub>2,eq</sub>/(m<sup>2</sup>.a)

buildings quality



s quality



standard buildings quality

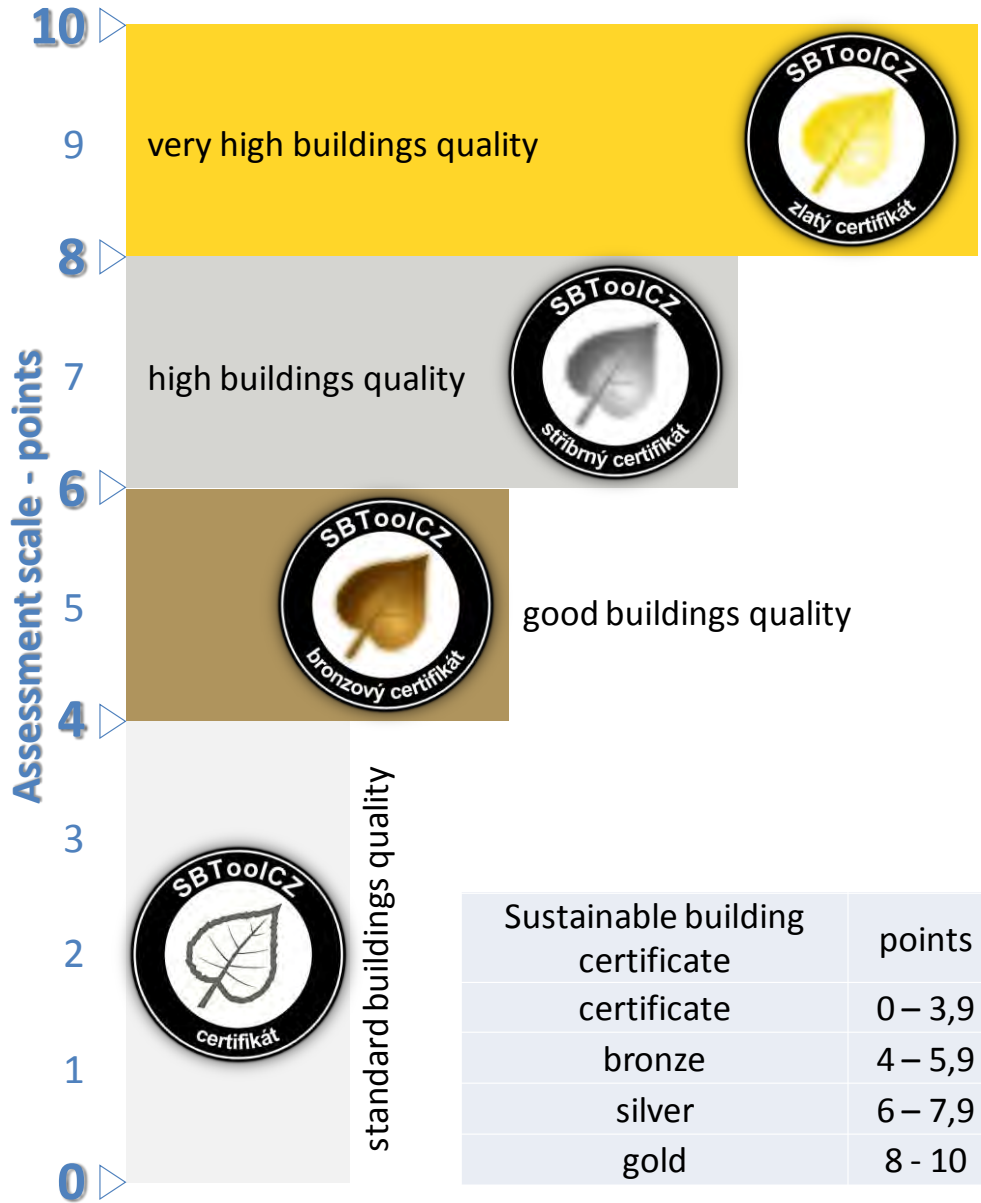
Sustainable building certificate	points
certificate	0 – 3,9
bronze	4 – 5,9
silver	6 – 7,9
gold	8 – 10

$$\sum_{i=1}^n V_{E,i} = 100\% \quad \boxed{HE} = \sum_{i=1}^n (k_{E,i} \cdot V_{E,i})$$



$$\boxed{H} = HE \cdot V_E + HS \cdot V_S + HC \cdot V_C$$

# PRESENTATION OF RESULTS – SBTOOLCZ





# CERTIFIKÁT KVALITY NÁVRHU BUDOVY

## RD AS.1509 Typ 091

Rodinný dům  
Úvaly, Hostín  
250 82 Úvaly u Prahy

Zadavatel Hostin Development s.r.o.

Hodnocení lokality 8,3

Hodnocení budovy

	min. 0 / max. 10
Životní prostředí	4,2
Sociální aspekty	6,6
Ekonomika a management	7,2

**CELKOVÉ SKÓRE 5,5**



Schéma SBToolCZ: RODINNÝ DŮM  
HODNOCENÍ VE FÁZI PROJEKTU

Certifikát č.: RD-PR-12-010  
Datum: 20. 6. 2012  
Vydal: Certifikační orgán Národní platformy  
SBToolCZ - TZÚS Praha, s.p.  
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9  
pod. č. 020-027866

Kvalitní dispoziční řešení

Akumulace a využití dešťové vody

Vysoký podíl zeleně na pozemku

Vysoká kvalita lokality

# CERTIFIKÁT KVALITY NÁVRHU BUDOVY

## BD AS.1202

Bytový dům  
Úvaly, Hostín  
250 82 Úvaly u Prahy

Zadavatel Hostin Development s.r.o.

Hodnocení lokality 8,3

Hodnocení budovy

	min. 0 / max. 10
Životní prostředí	5,0
Sociální aspekty	4,9
Ekonomika a management	5,7

**CELKOVÉ SKÓRE 5,1**



Schéma SBToolCZ: BYTOVÝ DŮM  
HODNOCENÍ VE FÁZI PROJEKTU

Certifikát č.: BD-PR-12-005  
Datum: 10. 7. 2012  
Vydal: Certifikační orgán Národní platformy  
SBToolCZ - TZÚS Praha, s.p.  
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9  
pod. č. 020-027951

Kvalitní dispoziční řešení

Nadstandardní vizuální komfort

Částečně ozeleněná střecha

Vysoká kvalita lokality

Certifikát kvality projektu budovy se vztahuje pouze na výše uvedenou budovu. Součástí certifikátu je protokol, který shrnuje provedené hodnocení komplexní kvality budovy a je uložen u certifikačního orgánu a zadavatele certifikace. Certifikát je vydán pod záštitou Národní platformy SBToolCZ ve spolupráci s Českou společností pro udržitelnou výstavbu budov.



Certifikát kvality projektu budovy se vztahuje pouze na výše uvedenou budovu. Součástí certifikátu je protokol, který shrnuje provedené hodnocení komplexní kvality budovy a je uložen u certifikačního orgánu a zadavatele certifikace. Certifikát je vydán pod záštitou Národní platformy SBToolCZ ve spolupráci s Českou společností pro udržitelnou výstavbu budov.





**CTU**

CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE

**UCEEB**

UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS

# **ORIGIN OF LCA-BASED ENVIRONMENTAL BENCHMARKS**







# LCA-BASED INDICATORS

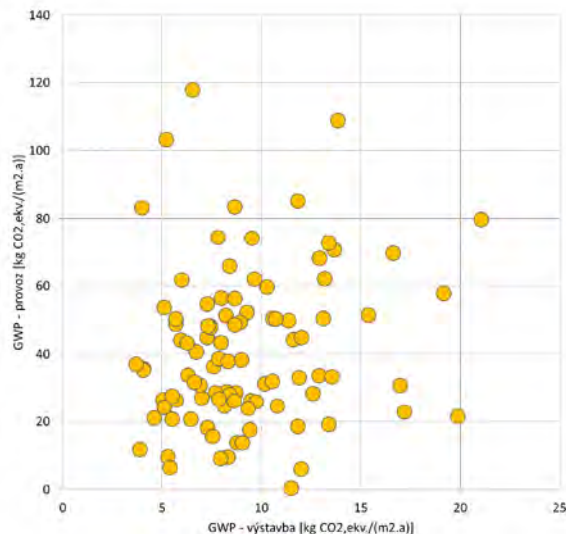
## Simplified LCA approach for:

- Global warming potential
- Non-renewable primary energy
- Acidification potential
- Eutrophication potential
- Ozone depletion potential
- Photochemical ozone creation potential



# SIMPLIFIED LCA

- Only for A1-A3, B4, B6
- Study period 50 years
- Benchmarks for annualized env. impacts
- Benchmarks derived from case studies





# SIMPLIFIED LCA

## Included:

- Foundation, compacted fill, backfill material
- Waterproofing layers
- Vertical and horizontal construction elements
- Roof construction
- Roof deck
- Staircases
- Railings
- Internal partitions

- Non-bearing claddings
- Finishes
- Final floor covering
- Windows and doors
- Thermal and acoustic insulation.

## Excluded:

- Small finishing elements (laths, metal elements, handles, and others)
- Building services, HVAC systems



**CTU**

CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE

**UCEEB**

UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS

# **GWP BENCHMARKS**





## GWP BENCHMARKS – OFFICES

	Total specific annual CO <sub>2,eq.</sub> emissions production [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Points
Base →	≥ 88,0	0
	82,4	1
	76,8	2
	71,2	3
	65,6	4
	60,0	5
	54,4	6
	48,8	7
	43,2	8
	37,6	9
Best →	≤ 32,0	10





# GWP BENCHMARKS

**Total specific annual CO<sub>2,eq.</sub> emissions production  
[kg/(m<sup>2</sup>.a)]**

<b>Building type</b>	<b>Base</b>	<b>Best</b>
<b>Offices 2011</b>	<b>88</b>	<b>≤ 32</b>
<b>Multifamily residential buildings 2013</b>	<b>62</b>	<b>≤ 20</b>
<b>Schools 2017</b>	<b>68</b>	<b>≤ 27</b>
<b>Single family houses 2013 (excl. embodied)</b>	<b>48</b>	<b>≤ 12</b>



**CTU**

**CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE**

**UCEEB**

**UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS**

# **TOP-DOWN APPROACH**





# TOP-DOWN APPROACH TO GWP

- In several diploma theses we tried to design climate requirements compliant residential buildings.
- Benchmark per person GHG:
  - Took total global GHG goals from Emissions Gap Report
  - Divided by world population
  - Multiplied by share of residential bldgs in national GHG
  - Multiplied by number of occupants
- Calculation (example for ERG 2016 1.5 °C goal):
  - EGR 2030 goal: 39 Gt CO<sub>2,ekv.</sub>/year
  - Global population 7.418 B
  - 2030 target emissions per person: 5,257 kg CO<sub>2,ekv.</sub>/year
  - Residential buildings 23 %
  - **National personal budget for housing: 1,209 kg CO<sub>2,ekv.</sub>/year**



**CTU**

CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE

**UCEEB**

UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS

# **CASE 1:**

# **SINGLE FAMILY HOUSE**

**DIPLOMA THESIS BY BARBORA DVOŘÁKOVÁ**

**2017**





# CASE 1: SINGLE FAMILY HOUSE DIPLOMA THESIS BY BARBORA DVOŘÁKOVÁ

- 2 °C goal 2050 by EGR 2015: 23 Gt CO<sub>2</sub>e/year
- → 702 kg CO<sub>2</sub>e person/year
- House for 4 occupants: 2,808 kg CO<sub>2</sub>e/year



Obrázek 5: Realizace rodinného domu KUBIS 631, převzato z [16]

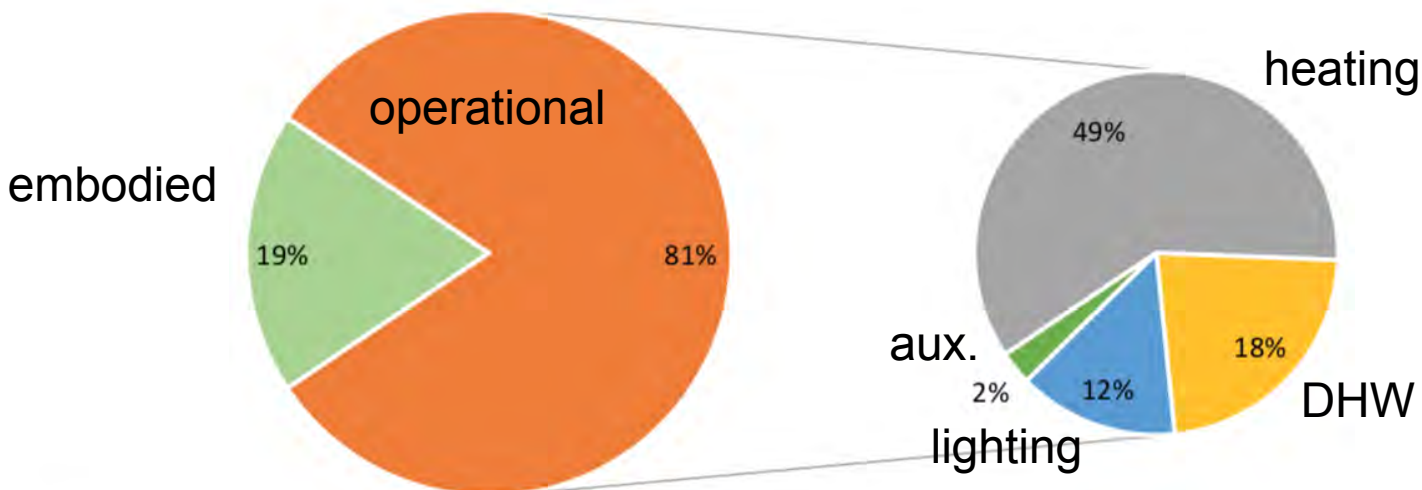
- Net floor area 98.3 m<sup>2</sup> → benchmark ~ 28.6 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> /year



# CASE 1: SINGLE FAMILY HOUSE DIPLOMA THESIS BY BARBORA DVOŘÁKOVÁ

## Original state

- Prefab timber structure
- U values: wall 0.147, roof 0.18, floor 0.27 W/m<sup>2</sup>K
- Heat source: heat pump
- Energy consumption 8,586 kWh/year
- Embodied GHG: 19,093 kg CO<sub>2</sub>e; 598 kg CO<sub>2</sub>e/year
- Operational: 2,577 kg CO<sub>2</sub>e/year
- **Total: 3,173 kg CO<sub>2</sub>e/year > 2,808 kg CO<sub>2</sub>e/year**







# **CASE 1: SINGLE FAMILY HOUSE DIPLOMA THESIS BY BARBORA DVOŘÁKOVÁ**

## **Improvements:**

- Efficient lighting
- Solar collectors for DHW
- Additional thermal insulation below foundation slab
- Additional thermal insulation in walls and roof, use of blown cellulose instead of EPS

## **Results:**

- Embodied: 598 → 528 kg CO<sub>2</sub>e/year
- Operational: 2,577 → 1,764 kg CO<sub>2</sub>e/year
- Total: 3,173 → 2,292 kg CO<sub>2</sub>e/year ... < 2,808 kg CO<sub>2</sub>e/year



**CTU**

CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE

**UCEEB**

UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS

**CASE 2:**

**MULTIFAMILY HOUSE**

**DIPLOMA THESIS BY DAVID PÁLENSKÝ**

**2019**





## CASE 2: MULTIFAMILY HOUSE DIPLOMA THESIS BY DAVID PÁLENSKÝ

- 1.5 °C goal 2030 by EGR 2018: 24 Gt CO<sub>2</sub>e/year
- → 660 kg CO<sub>2</sub>e person/year
- House for 26 occupants: 17,040 kg CO<sub>2</sub>e/year



- Net floor area 552.3 m<sup>2</sup> → benchmark ~ 21.2 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> /year



## **CASE 2: MULTIFAMILY HOUSE DIPLOMA THESIS BY DAVID PÁLENSKÝ**

### **Base variant (business as usual)**

- Silicate structure (walls: brick blocks; floors: ceramic and concrete, partitions: ceramic blocks; lime-gypsum plasters)
- Mean U value: 0.47 W/m<sup>2</sup>K
- Heat source: gas boiler
- Energy consumption 102 MWh/year
- Embodied GHG: 423.5 t CO<sub>2</sub>e; 8.5 t CO<sub>2</sub>e/year
- Operational: 33.4 t CO<sub>2</sub>e/year
- **Total: 41.8 t CO<sub>2</sub>e/year > 17.0 t CO<sub>2</sub>e/year**

Improvements	B	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Timber structures				X	X	X	X
Calcium-sand bricks + prestressed concrete floors			X				
Envelope U values to passive house levels				X	X	X	
Envelope U values extremely low							X
Temperature zoning (corridors)		X	X	X	X	X	X
Biomass boiler (wood pellets)		X	X	X	X		
Efficient lighting		X	X	X	X	X	X
Mechanical ventilation with heat recovery				X	X	X	X
Solar collectors 80 m <sup>2</sup>			X	X	X	X	
PV panels 30 m <sup>2</sup>					X	X	
PV panels 50 m <sup>2</sup>							X





**CTU**

CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE

**UCEEB**

UNIVERSITY CENTRE  
FOR ENERGY EFFICIENT  
BUILDINGS

# **DOES BOTTOM-UP MEET TOP-DOWN?**





# GWP BENCHMARKS

**Total specific annual CO<sub>2,eq.</sub> emissions production  
[kg/(m<sup>2</sup>.a)]**

Single family houses

Base

Best

Bottom up

Single family houses (excl. embodied)

48

≤ 12

Single family house for 5 people, 150 m<sup>2</sup>

8

# Central Europe towards Sustainable Building

Prague 2019 July 2–4 | [www.cesb.cz](http://www.cesb.cz)



**Thank you for attention**

[antonin.lupisek@cvut.cz](mailto:antonin.lupisek@cvut.cz)

## Acknowledgements



This work has been supported by the Ministry of Education, Youth and Sports within National Sustainability Programme I, project No. LO1605 and within project INTEREXCELLENCE No. LTT19022.