

ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov

Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě

Energetická náročnost ve stavebnictví

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

TRENDY ČESKÉ
A EVROPSKÉ
ENERGETIKY



TRENDS IN THE CZECH
AND EUROPEAN ENERGY
INDUSTRY

Energie a budovy

Energie pro

Zajištění požadovaných parametrů **vnitřního prostředí budov** (vnitřní teplota, kvalita vzduchu, umělé osvětlení)

Pokrytí **hygienických potřeb člověka** (zdravotníka, příprava TV)

Distribuci energie a médií (elektroinstalace, plynovod, technické plyny)

Řídící a regulační systémy budov (EPS, EZS, regulace, zabezpečení, inteligentní budovy)

Dopravní systémy (výtahy, eskalátory, travelátory, potrubní pošta)

Technologická zařízení (centrální vysavače, kuchyně, prádelny, bazény)



Energetická náročnost budov



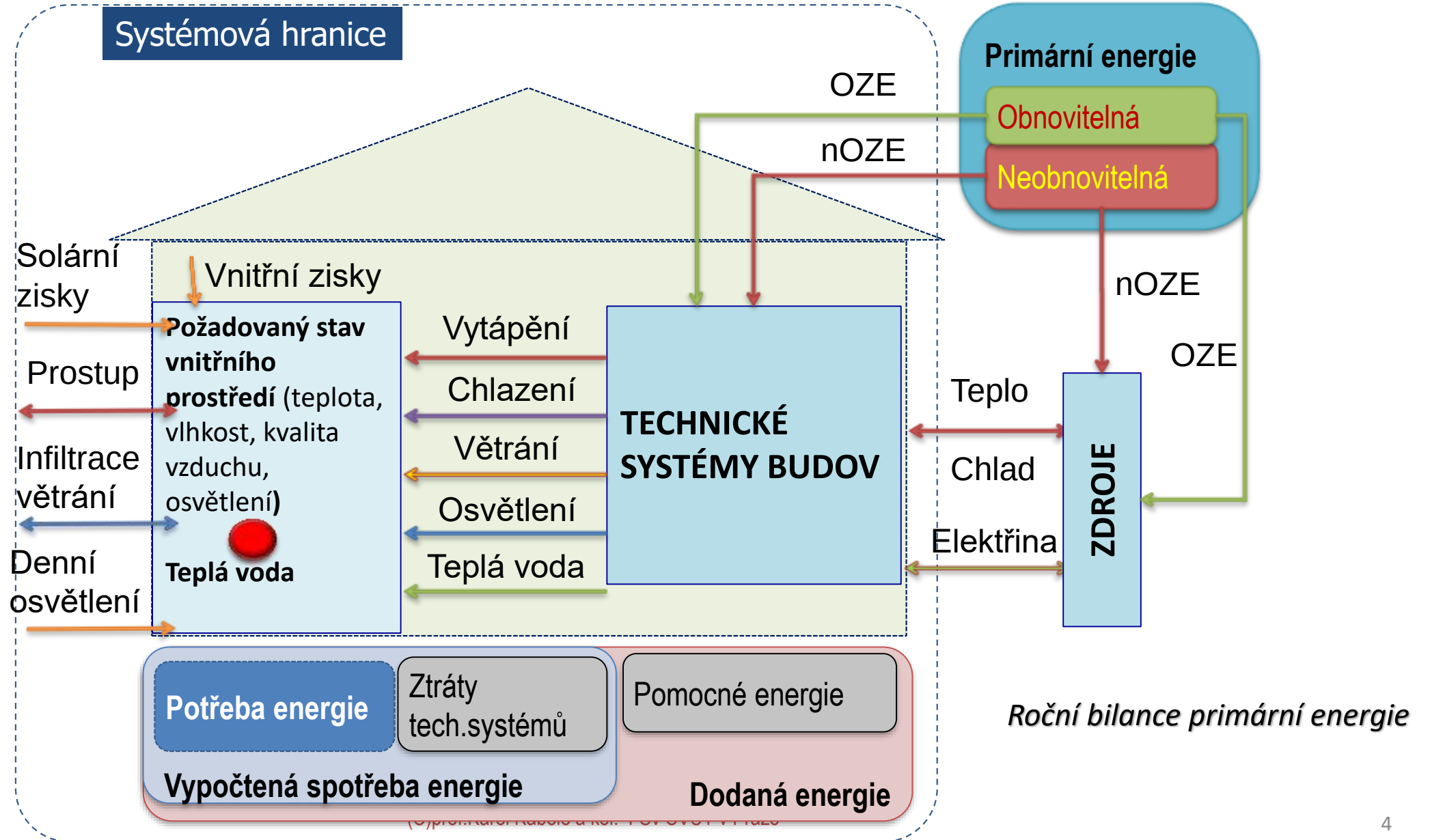
„energetickou náročností budovy se rozumí **vypočtené množství energie** nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na

- **vytápění,**
- **chlazení,**
- **větrání,**
- **úpravu vlhkosti vzduchu,**
- **přípravu teplé vody a**
- **osvětlení“**



Zdroj: Zákon 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění 103/2015 Sb.

Energetická náročnost budov



Budovy s téměř nulovou spotřebou energie?

NZEB – Nearly Zero Energy Buildings = Budovy s téměř nulovou spotřebou energie

Definice v zákonu 406/2000 Sb. o hospodaření energií (poslední změna 3/2020 Sb., platí od 25.1.2020):

...budovou s téměř nulovou spotřebou energie budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů

Ve vyhlášce 264/2020 o energetické náročnosti budov (platí od 1.9.2020)

- **Snížení ENB : zpřísnění požadavku na obálku budovy**
- **Využití OZE : zpřísnění požadavku na neobnovitelnou primární energii**

Od roku 2020 jsou NZEB budovy standardem – platí pro všechny novostavby

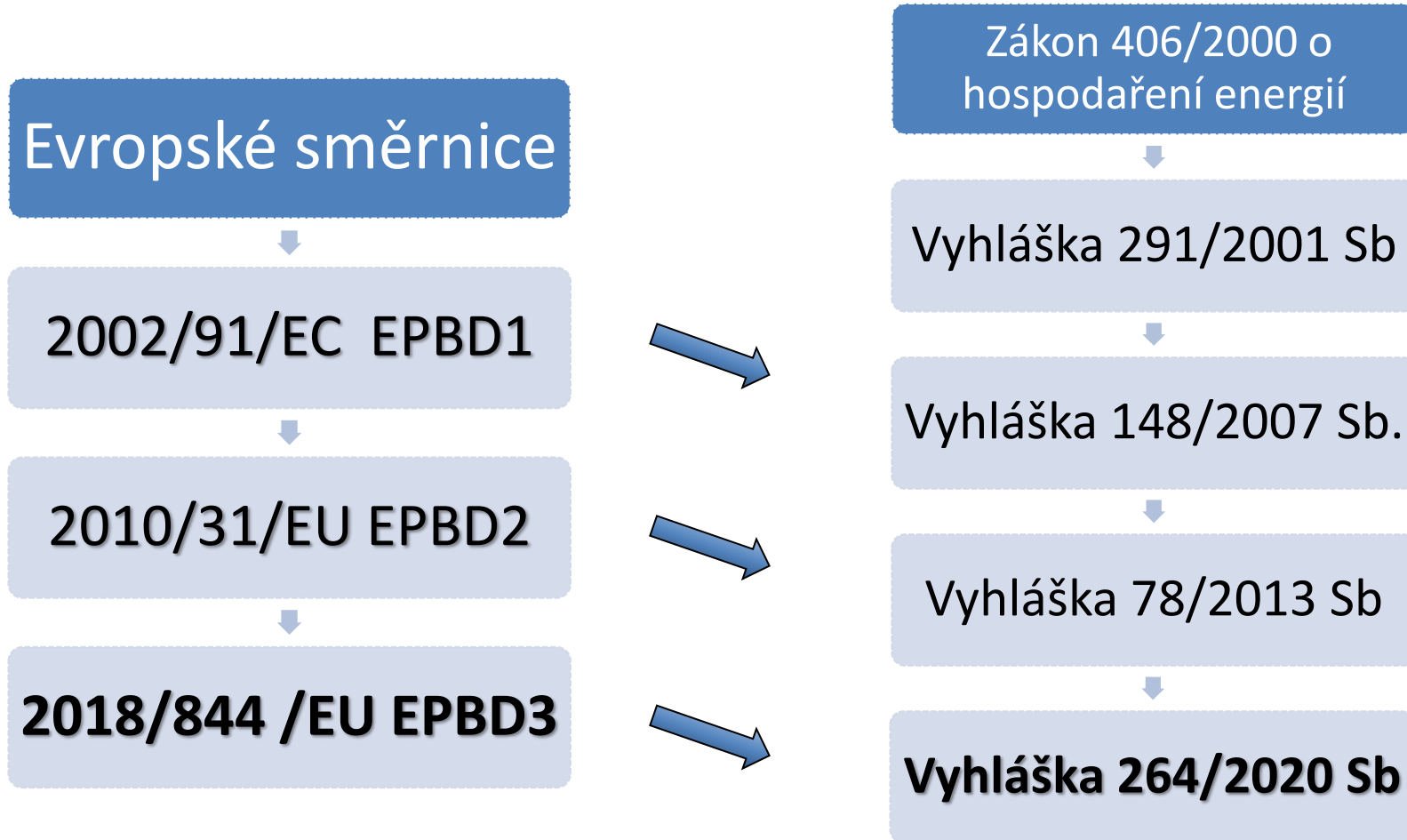
Od roku 2022 zpřísnění požadavků

Primární energie

Příloha č. 3 k vyhlášce č. 264/2020 Sb

Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie (-)
Zemní plyn	1,0
Tuhá fosilní paliva	1,0
Propan-butan/LPG	1,2
Topný olej	1,2
Elektřina	2,6
Dřevěné peletky	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-2,6
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,3
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů energie	0,2
Účinná soustava zásobování tepelnou energií s 80% a nižším podílem obnovitelných zdrojů energie	0,9
Ostatní soustavy zásobování tepelnou energií	1,3
Ostatní neuvedené energonositele	1,2
Odpadní teplo z technologie	0

Směrnice, zákony , vyhlášky



2002 EPBD 1

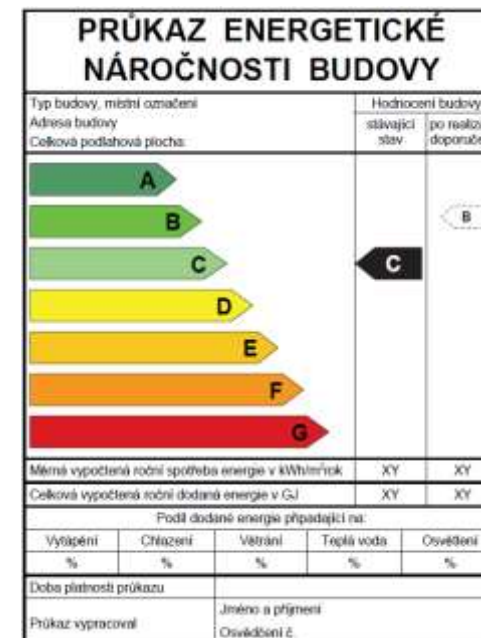
Směrnice 2002/91/EC (16.12.2002) o energetické náročnosti budov (EPBD)

- Historicky první EU směrnice zabývající se komplexně hospodařením energií v budovách
- Zavedení pojmu energetická náročnost budov
- Obecný rámec výpočtu ENB
- Požadavky na ENB
- Energetická certifikace
- Inspekce kotlů a klimatizačních zařízení

148/2007 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov

- Požadavky na energetickou náročnost budovy
- Porovnávací ukazatele
- Metoda stanovení energetické náročnosti budovy
- Průkaz energetické náročnosti budovy
- Využití zpracovaných energetických auditů
- Přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu

Vznik NKN -. Národního kalkulačního nástroje pro hodnocení ENB



Obr. 1 Grafické znázornění PENB 2007 – 2013
(Vyhláška 14/2007 Sb.)

2010 EPBD 2

Směrnice 2010/31/EC (10. 5. 2010) o energetické náročnosti budov (přepracování)

- definice „budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nearly Zero Energy Building – nZEB)
- zavedení ekonomického pohledu na energeticky úsporná opatření v budovách.
- Upřesnění definice ENB
- 20-20-20

Vyhláška 78/2013 Sb.o energetické náročnosti budov

- změna ukazatelů hodnocení ENB
- Tabulka konverzních faktorů primární energie
- změna obsahu a grafické podoby průkazu energetické náročnosti budov
- Zavedení **referenční budovy** pro vygenerování referenčních hodnot pro hodnocení ENB

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vyplní se vlastníky budovy, zpracovává se na základě výsledků energetického posouzení budovy, zpracovává se podle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 136/2009 Sb.

Ulice, číslo: _____

PSČ, město: _____

Typ budovy: _____

Plocha obytelné budovy: _____ m²

Dějinný faktor tepla A/V: _____ mW/m²

Celková energeticky vstříbná plocha: _____ m²

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(EPP, provoz budovy na čistém prostředí)

Měrné hodnoty (kWh/m ² ·rok)			
A	Dop.		Dop.
	XXX		XXX
	XXX		XXX
	XXX		XXX
	XXX		XXX
	XXX		XXX
	XXX		XXX

Hodnoty pro celkovou budovu
Měrná

XXX

[illegible]

2018 EPBD 3

Směrnice (EU) 2018/844 (30. 5. 2018), kterou se mění směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti budov a směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti

- Zapracovány výsledky přezkumu dopadu směrnic 2010/31/EU a 2012/27/EU na evropský stavební trh
- Členské státy mají na její zavedení termín 10.3.2020

Zákon 406/2000 Sb – novela 3/2020 od 25.1.2020

Vyhláška 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov od 1.9.2020

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov	
Ulice, č.p./č.o.: PSČ, obec: K.ú., parcelní č.: Typ budovy: Celková energeticky vztažná plocha: m ²	FOTO
KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA Primární energie z neobnovitelných zdrojů kWh/(m ² ·rok)	ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE MWh/rok
UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	XXX (W/m ² ·K) C
Měrná potřeba tepla na vytápění	XXX (kWh/(m ² ·rok))
Celková dodaná energie	XXX (kWh/(m ² ·rok)) B
Vytápění	XXX (kWh/(m ² ·rok)) A
Chlazení	XXX (kWh/(m ² ·rok)) C
Nucené větrání	XXX (kWh/(m ² ·rok)) D
Úprava vlhkosti	XXX (kWh/(m ² ·rok)) C
Příprava teplé vody	XXX (kWh/(m ² ·rok)) C
Osvětlení	XXX (kWh/(m ² ·rok)) F
Požadavky pro výstavbu nové budovy po roce 2022 jsou SPLNĚNY	
Energetický specialista: Osvědčení č.: Kontakt:	Ev. č. průkazu: Vyhотовeno dne: Podpis:

2018 EPBD 3

Dlouhodobá strategie

- Cíle 2030, 2050
- Každý členský stát vytvoří dlouhodobou strategii renovací na podporu renovace budov tak, aby nejpozději v roce 2050 disponoval energeticky vysoce účinným fondem budov bez emisí uhlíku



Technická zařízení s nízkou
produkcí skleníkových plynů

...do roku 2050 vytvořit v Evropě udržitelný, konkurenceschopný, bezpečný a dekarbonizovaný energetický systém

2018 EPBD 3

Stávající budovy

- 3 % ročně renovovat na nZEB
- U větších renovací
 - využití vysoce účinných technických systémů
 - věnovat pozornost otázkám **zdravého vnitřního prostředí**, požární bezpečnosti a rizikům spojených s intenzivní seismickou aktivitou
- podporovat **výzkum a testování nových řešení**, snižujících **energetickou náročnost těchto staveb při zachování kulturního dědictví**.



Source: <https://www.cez.cz/>

2018 EPBD 3

Kvalitní a zdravé vnitřní prostředí

- zamezení vzniku kondenzace na vnitřních površích konstrukcí budovy
- komplexnost řešení úsporných opatření - nejen snížit spotřebu energie ale „... **zvýšit vizuální a tepelný komfort.**“
- využití městské zeleně, zelených střech i stěn.



<http://healthybuildingscience.com>

**ČVUT: Metodika hodnocení
kvality prostředí v budovách
TAČR CK Smart Regions**

EPBD 3

Energetická chudoba

„Domácnost se považuje za energeticky chudou, když utratí více jak deset procent svých příjmů za odpovídající vytápění mezi 18 a 21 °C.“

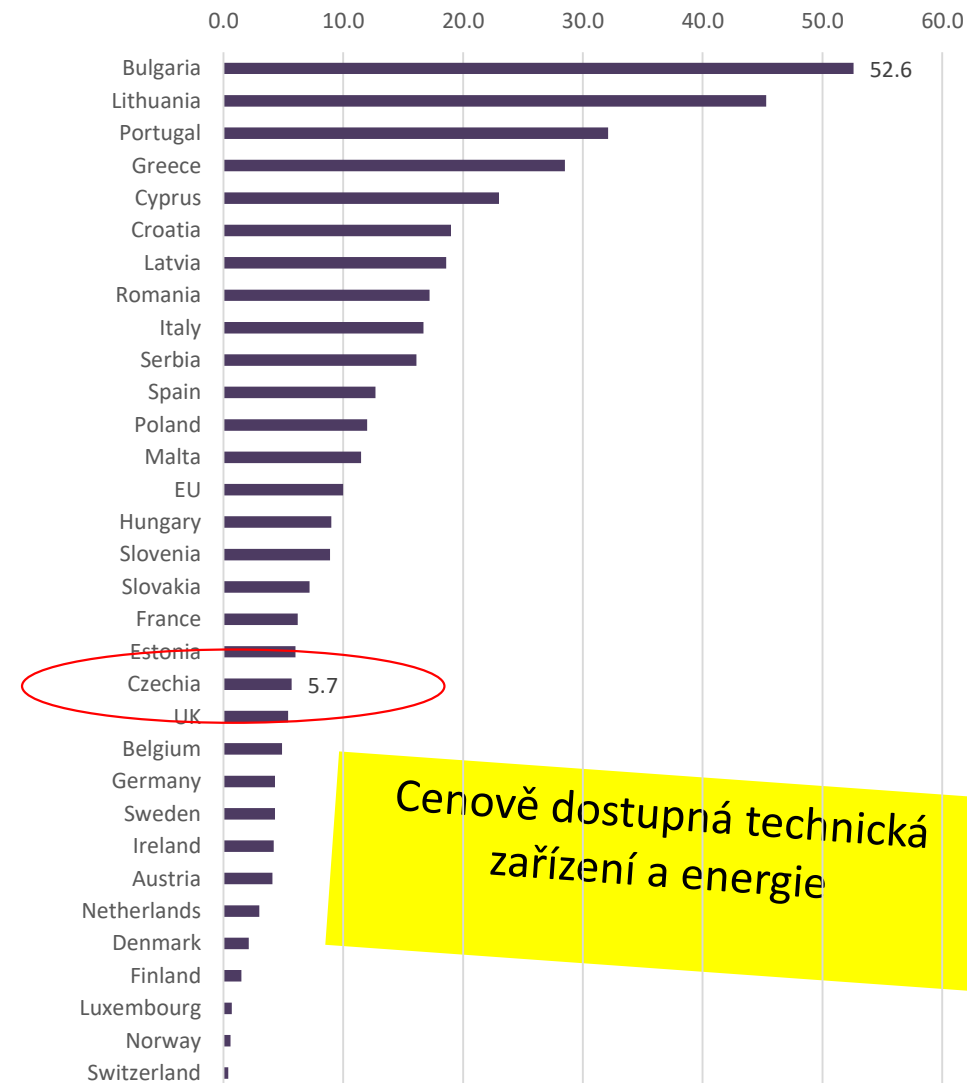
„Energetická chudoba nastává tehdy, když domácnost má potíže nebo nemůže vytopit byt na teplotu 18 až 21 °C za cenu, kterou si může finančně dovolit. Přitom musí být zachovány další služby spojené s dodávkou energií, jako je dodávka elektřiny, doprava, internet.“

ČR: 5,7 % domácností obyvatel 65+ (EUROSTAT)

<https://energetika.tzb-info.cz/11557-energeticka-chudoba-tema-dneska-1>

2018

Procento domácností ohrožených energetickou chudobou - 65+



Je tento dům ohrožen energetickou chudobou a problémy s vnitřním prostředím?



Je tento dům ohrožen energetickou chudobou a problémy s vnitřním prostředím?



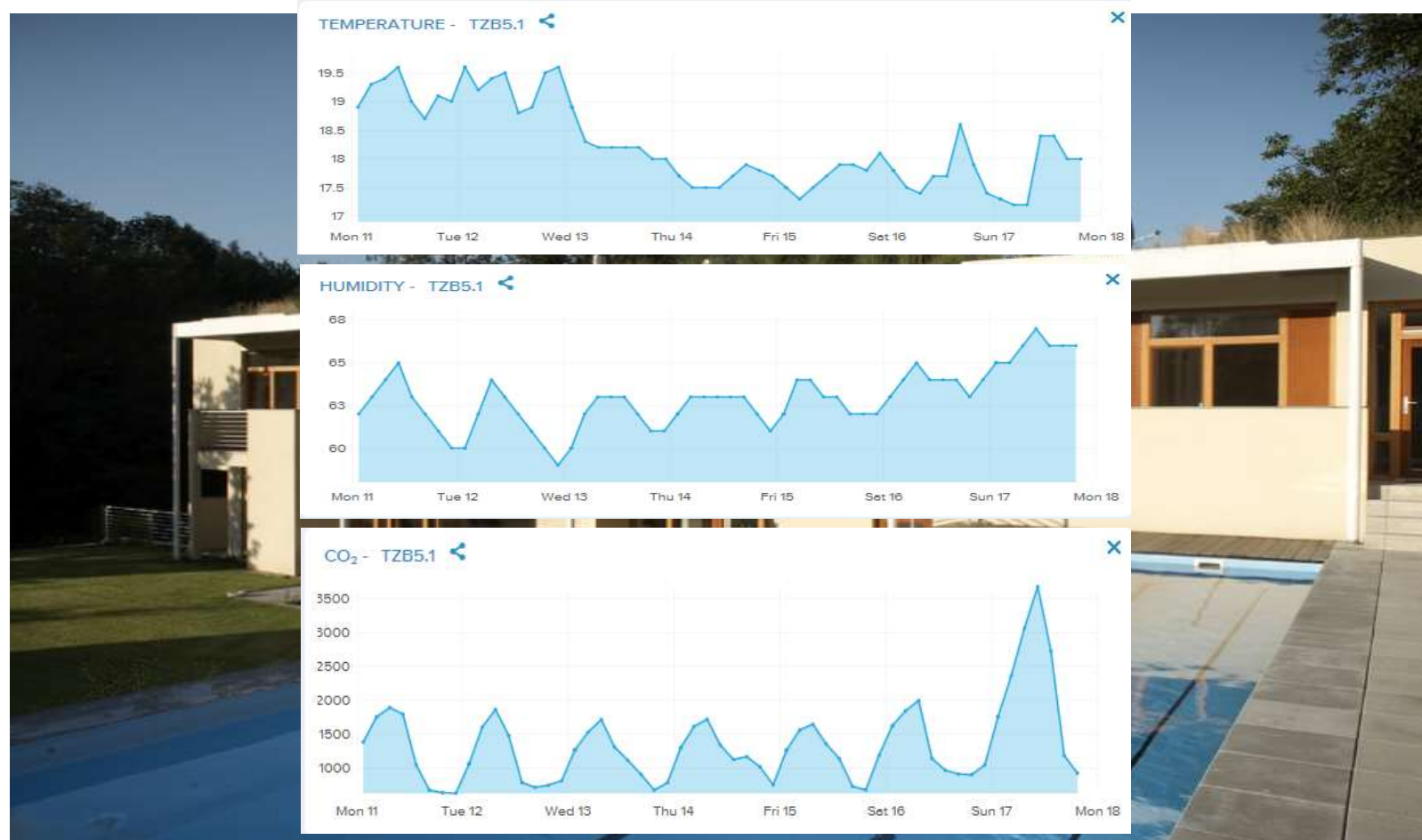
Je tento dům ohrožen energetickou chudobou a problémy s vnitřním prostředím?



Je tento dům ohrožen energetickou chudobou a problémy s vnitřním prostředím?



Je tento dům ohrožen energetickou chudobou a problémy s vnitřním prostředím?



EPBD 3

Stávající budovy

- 3 % ročně renovovat na nZEB
- U větších renovací
 - využití vysoce účinných technických systémů
 - věnovat pozornost otázkám **zdravého vnitřního prostředí**, požární bezpečnosti a rizikům spojených s intenzivní seismickou aktivitou
- podporovat **výzkum a testování nových řešení**, snižujících **energetickou náročnost těchto staveb při zachování kulturního dědictví**.



Source: <https://www.cez.cz/>

EPBD 3

Inspekce otopných soustav a klimatizačních systémů

- Stávající způsob provádění inspekcí otopných soustav a klimatizačních systémů se ukázal jako nedostatečně účinný
- Spodní výkonová hranice OS a KZ od které se musí inspekce provádět se posouvá z 20 (12) na **70 kW**.
- Automatizovaný systém pro monitorování technických systémů lze považovat za účinnou náhradu inspekcí
- Uvedeny další podmínky, kdy inspekce nemusí být prováděna

EPBD 3

Elektromobilita

- Podpora vytváření infrastruktury pro dobíjení
- Nové a renovované budovy s více než 10 parkovacími místy:
 - obytné budovy: připravit kabeláž pro každé místo
 - ostatní budovy: alespoň 1 dobíjecí stanice + kabeláž pro 1 stanici/5 míst
- Zohlednění místních podmínek, výjimky, 2025...

13 - 23 kWh/100 km, kapacita akumulátoru 28 až 95 kWh, nabíjecí stanice 2 - 250 kW

RD: 15 MWh/rok

Auto: 20 000 km/rok = 4 MWh/rok

2019 EPBD 3

Kvalitní a zdravé vnitřní prostředí

- zamezení vzniku kondenzace na vnitřních površích konstrukcí budovy
- komplexnost řešení úsporných opatření - nejen snížit spotřebu energie ale „... **zvýšit vizuální a tepelný komfort.**“
- využití městské zeleně, zelených střech i stěn.



<http://healthybuildingscience.com>

**ČVUT: Metodika hodnocení
kvality prostředí v budovách
TAČR CK Smart Regions**



„SRI“ - UKAZATEL PŘIPRAVENOSTI BUDOVY NA CHYTRÁ ŘEŠENÍ

Ukazatel připravenosti na chytrá řešení (Smart Readiness Indicator - SRI)



OČEKÁVANÉ PŘÍNOSY

-  OPTIMALIZOVANÉ UŽITÍ ENERGIE
JAKO FUNKCE (LOKÁLNÍ) PRODUKCE
-  OPTIMALIZOVANÁ AKUMULACE
ENERGIE
-  AUTOMATIZOVANÁ DIAGNOSTIKA
A PŘEDCHÁZENÍ PORUCHÁM
-  VYŠŠÍ KVALITA PROSTŘEDÍ

- Určen pro **měření schopnosti budov** využívat informační a komunikační technologie a elektronické systémy **pro účely přizpůsobení provozu budov potřebám uživatelů a sítě a pro zvýšení energetické účinnosti a celkové hospodárnosti provozu budov.** Může obsahovat další informace o propojitelnosti, interoperabilitě a kybernetické bezpečnosti systémů a o ochraně údajů.
- Měl by **zvýšit povědomí vlastníků a uživatelů budov** o hodnotě automatizace budov a elektronického monitorování technických systémů budov a **měl by uživatelům budovy poskytnout jistotu, pokud jde o skutečné úspory plynoucí z těchto nových rozšířených funkcí.**
- Využívání tohoto systému pro hodnocení připravenosti budov pro chytrá řešení je pro členské státy **nepovinné.**
- Nenahrazuje PENB

[SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/844 ze dne 30. května 2018]
Praxe

Ukazatel připravenosti na chytrá řešení (Smart Readiness Indicator SRI)

1

Schopnost přizpůsobit provoz budovy potřebám uživatele.
Důraz na uživatelsky přátelský interface, zajištění zdravého vnitřního prostředí a schopnost poskytnout informaci o spotřebě energie



- *Např. řízení větrání podle senzoru CO₂*
- *Displej s historickými daty o spotřebě tepla a elektřiny*

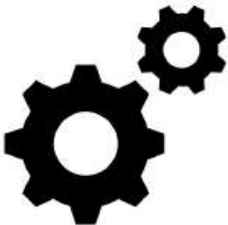
Zdroj: <https://smartreadinessindicator.eu/>



UKAZATEL PŘIPRAVENOSTI NA CHYTRÁ ŘEŠENÍ (SMART READINESS INDICATOR SRI)

2

Schopnost zajistit nízkou energetickou náročnost a efektivní provoz budovy přizpůsobením potřeby a vhodným využíváním obnovitelných zdrojů energie



- *Např. řízení osvětlení a vytápění podle přítomnosti osob*
- *Např. „odložený start“ některých spotřebičů*



Zdroj: <https://smartreadinessindicator.eu/>

Ukazatel připravenosti na chytrá řešení (Smart Readiness Indicator SRI)

3

Flexibilita spotřeby elektřiny v budově –
aktivní i pasivní spoluúčastí uživatele na
rozhodování o využití energie ze sítě – např.
využívání tarifní politiky



- *Např. snížení odběru v době energetické špičky.*

Zdroj: <https://smartreadinessindicator.eu/>



Zpracování SRI

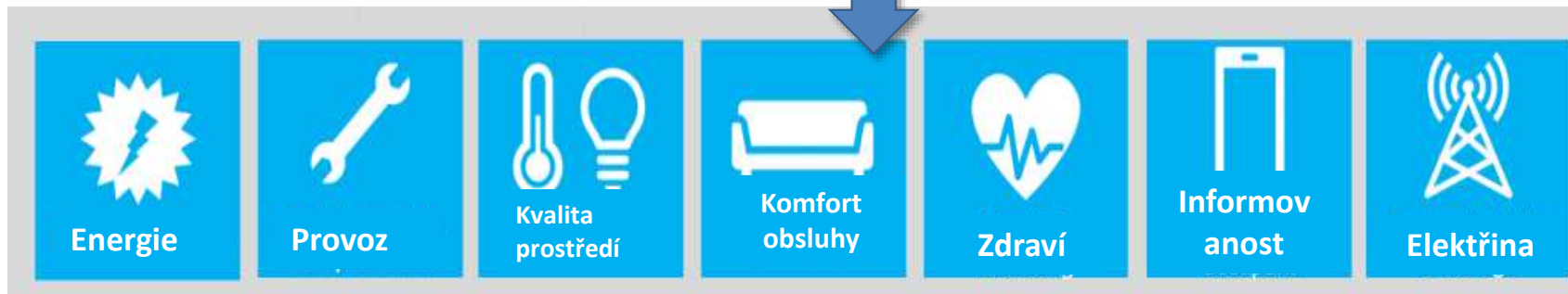


- I. Identifikace „chytrých řešení“ v budově v jednotlivých oblastech
- II. Posouzení vlivu těchto řešení na jednotlivá kritéria
- III. Multikriteriální analýza – různá váha jednotlivých kritérií

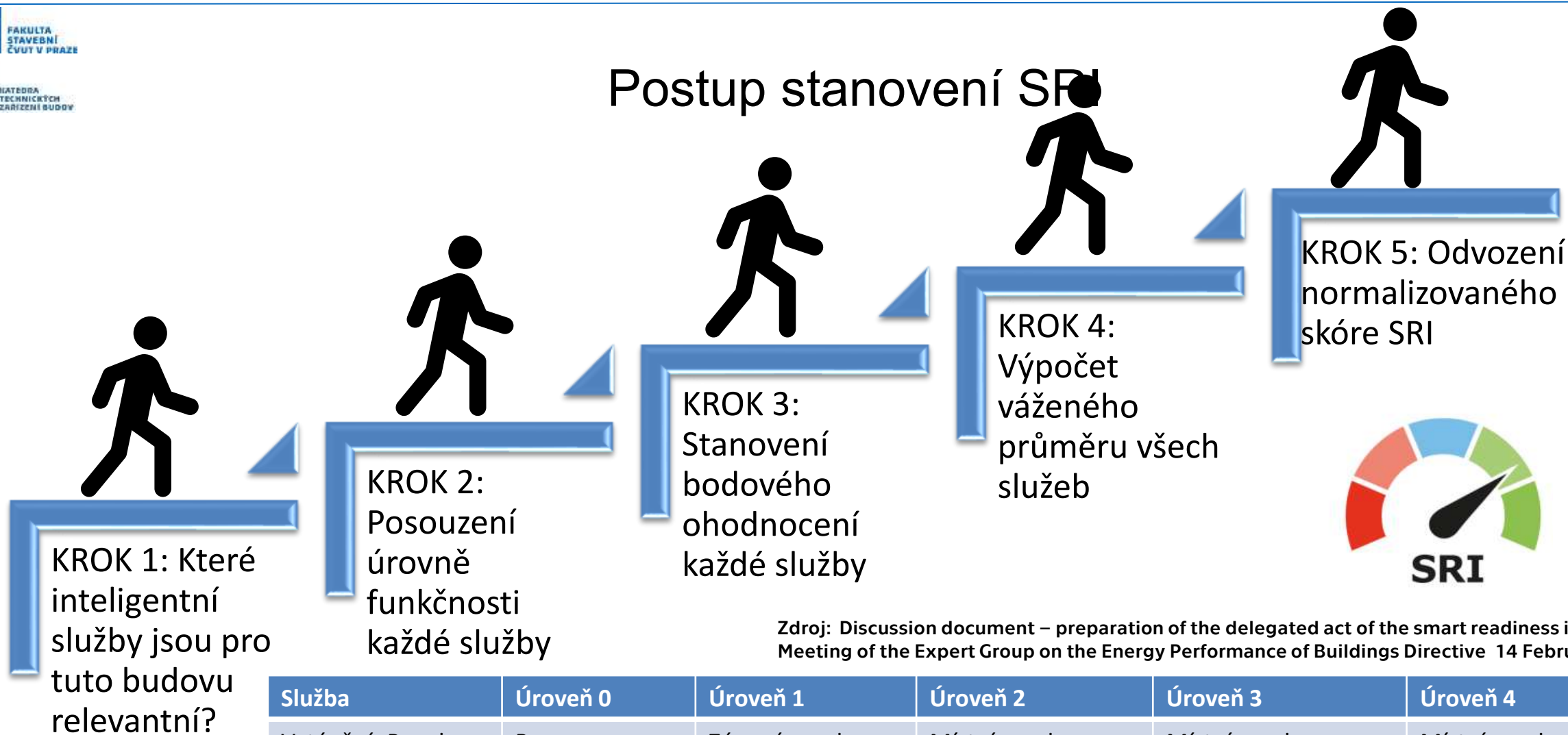
9 oblastí „služeb“



7 kritérií



Postup stanovení SRI



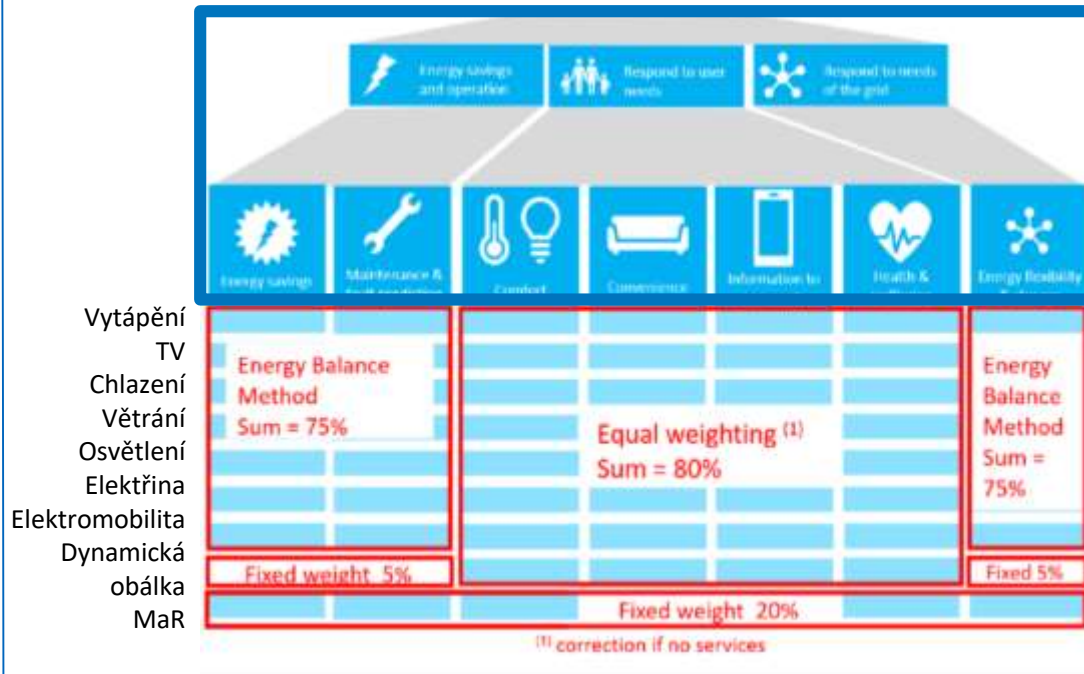
Zdroj: Discussion document – preparation of the delegated act of the smart readiness indicator
Meeting of the Expert Group on the Energy Performance of Buildings Directive 14 February 2020

Příklad...

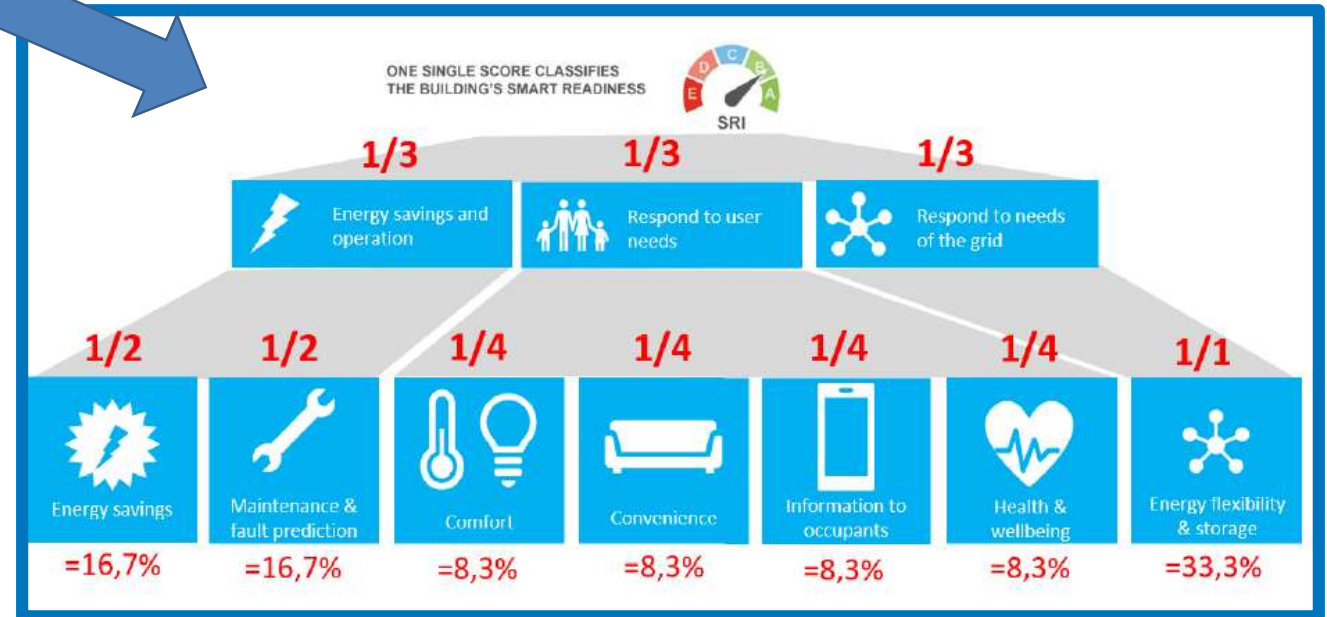
Služba	Úroveň 0	Úroveň 1	Úroveň 2	Úroveň 3	Úroveň 4
Vytápění -Regulace sdílení tepla do prostoru	Bez automatické regulace	Zónová regulace - Prostorový termostat	Místní regulace – termostatické hlavice	Místní regulace a komunikace mezi prvky	Místní regulace a komunikace mezi prvky podle přítomnosti osob

Výpočet váženého průměru všech služeb

- Váha kritérií závisí na
- geografické oblasti
 - typu budovy



Příklad...



Zdroj: Stijn Verbeke: Second Technical Study to support establishment of a common EU scheme for rating the Smart Readiness of Buildings, REHVA Brussels Summit 2019

Stanovení výsledného

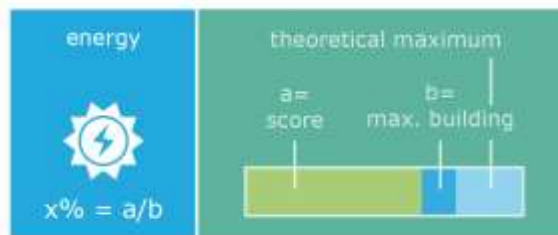
Teoretické maximum x dosažitelné maximum

- bylo by nespravedlivé penalizovat budovu za neposkytování služeb, které nejsou relevantní

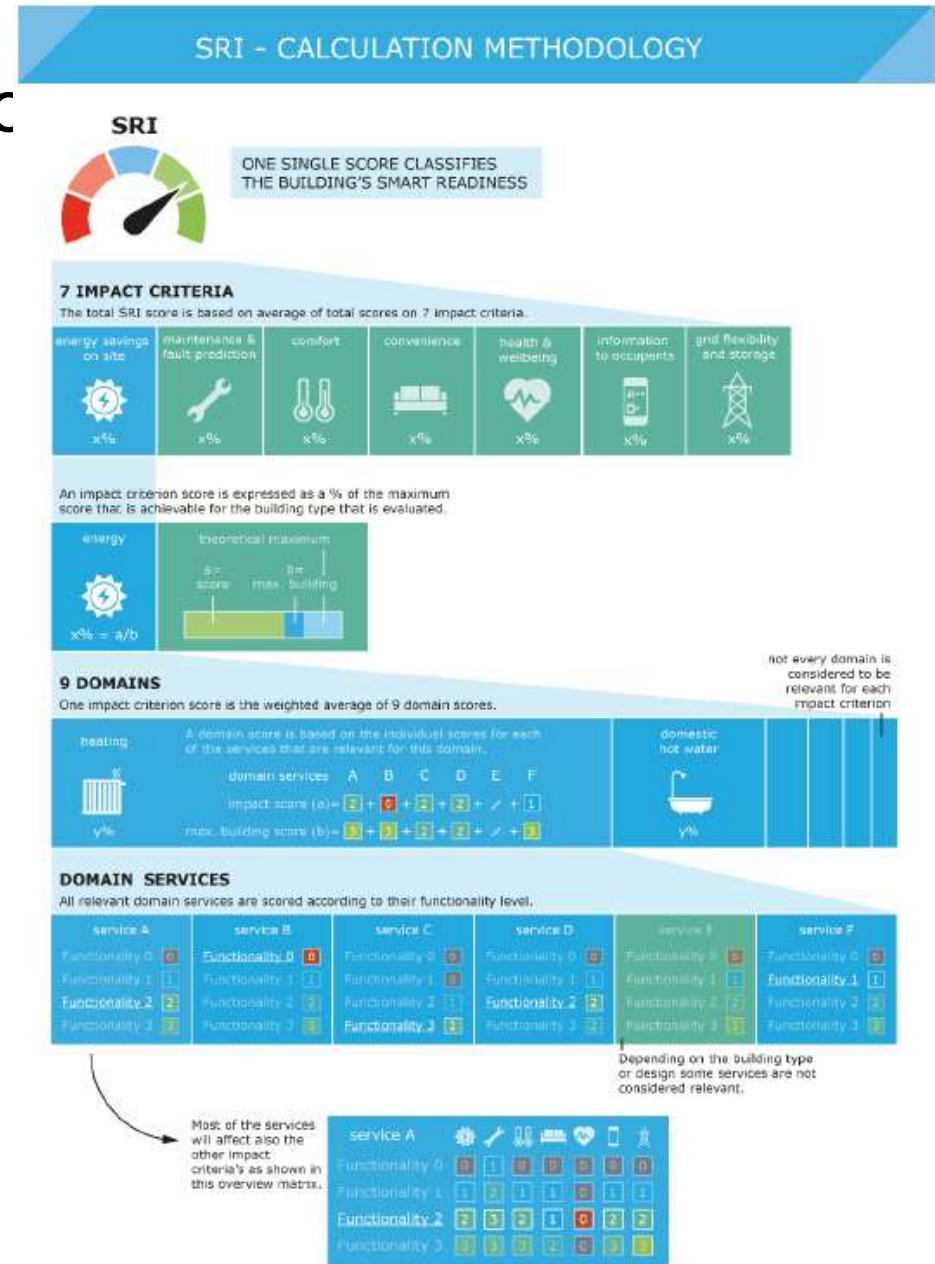
Identifikace relevantních služeb pro konkrétní budovu

- Relevantní, protože jsou přítomny
- Relevantní, protože by měly být přítomny

CALCULATION OF SRI SCORE

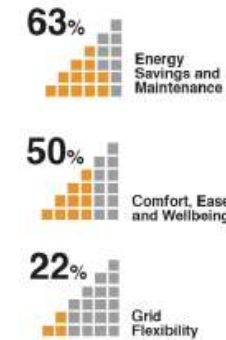
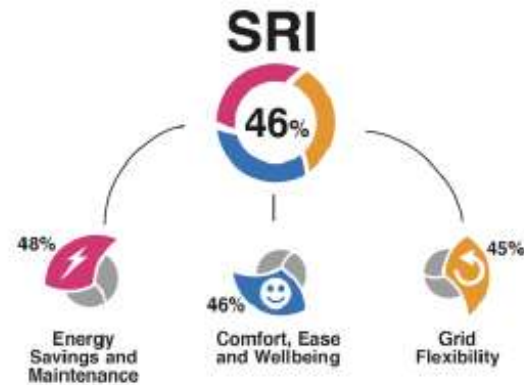


Zdroj: Stijn Verbeke: Second Technical Study to support establishment of a common EU scheme for rating the Smart Readiness of Buildings, REHVA Brussels Summit 2019



Grafická podoba SRI

?



	Energy Efficiency	Renewable and Low Carbon	Comfort	Connectivity	Health and Well-being	Integration to economy	Energy Storage	SRI
Total	39%	18%	60%	71%	48%	59%	51%	46%
Energy Efficiency	32%	18%	62%	55%	74%	74%	100%	
Renewable and Low Carbon	17%	0%	45%	70%	67%	83%	0%	
Comfort	65%	51%	78%	72%	61%	55%	0%	
Connectivity	41%	0%	55%	60%	34%	44%	-	
Health and Well-being	85%	14%	90%	100%	83%	15%	-	
Integration to economy	10%	0%	31%	56%	22%	46%	-	
Energy Storage	10%	0%	-	-	-	68%	0%	
Energy Efficiency	-	38%	-	82%	-	84%	25%	
Renewable and Low Carbon	52%	43%	62%	72%	45%	64%	14%	

SRI by také mohl poskytovat další informace, např. o interoperabilitě nebo kybernetické bezpečnosti technických systémů budov

Testování SRI



	Building	Building 1	Building 2	Building 3	Building 4
GENERAL INFORMATION	Building type	Residential	Residential	Non-Residential	Residential
	Building usage	Single-family house	Large multi-family house	Educational	Single-family house
	Net-floor area (m ²)	<200	>2.000	>25.000	<200
	Year of construction	<1960	1960-1990	1960-1990	>2010
HEATING	Emission type	Non-hydronic	Hydronic (radiators)	Hydronic (radiators)	Hydronic (radiators)
	Production type	Decentral	Central	District	Decentral
	Thermal Energy Storage	Yes	No	No	No
	Multiple heat generators	No	No	No	Yes
DOMESTIC HOT WATER	Production type	Electric	Non-electric	Non-electric	Non-electric
	Storage present	Yes	Yes	Yes	Yes
	Solar Collector	No	No	No	Yes
CONTROLLED VENTILATION	System type	No	No	Controlled natural ventilation (10 % of the building)	No
DYNAMIC ENVELOPE	Movable shades	No	No	Yes	No

Testovací verze

Testování SRI



Building	Building 1	Building 2	Building 3	Building 4
Total SRI score	14%	28%	35%	37%
Energy saving on site	17%	31%	43%	52%
Flexibility for the grid and storage	31%	35%	36%	12%
Comfort	9%	34%	39%	51%
Convenience	5%	29%	30%	20%
Wellbeing and health	0%	100%	31%	50%
Maintenance & fault prediction	0%	12%	25%	32%
Information to occupants	0%	13%	18%	31%

Testovací verze



Shrnutí

- Trend snižování energetické náročnosti budov pokračuje
- Budovy s téměř nulovou spotřebou energie jsou standardem, připravuje se zpřísnění od roku 2022
- Automatizace zajišťuje provozní energetickou náročnost
- Integrace elektromobility
- Důraz na kvalitu prostředí, ochrana před energetickou chudobou
- Nový dobrovolný hodnoticí nástroj připravenosti budovy

ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov

*Budovy nestavíme proto, aby šetřily energii, ale proto, abychom
v nich mohli žít ve zdravém a kvalitním prostředí.*

Děkuji za pozornost

Karel Kabele
kabele@fsv.cvut.cz