



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

INTELIGENTNÍ ZELENÉ BUDOVY

SMART GREEN HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Kmenta

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Josef Štětina, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Energetický ústav
Student:	Ondřej Kmenta
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
Akademický rok:	2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Inteligentní zelené budovy

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem je zpracovat rešerši používaných technologií v inteligentních komerčních budovách s orientací na energeticky úsporné budovy.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce má obsahovat:

1. Popis čím jsou charakterizované komerční budovy
2. Přehled energetické náročnosti komerčních budov
3. Zelené technologie používané u komerčních budov
4. Technologie inteligentních budov
5. Možností inteligentního řízení zelených technologií
6. Trendy v technologiích zelených inteligentních budov

Forma práce:

Text práce v rozsahu 20 až 30 stran, obrázky, tabulky a grafy.

Seznam literatury:

INCROPERA, Frank, David DEWITT, Theodore BERGMAN a Adrienne LAVINE. Principles of heat and mass transfer. 7th ed., international student version. Singapore: John Wiley, c2013, xxiii, 1048 s. ISBN 978-0-470-64615-1.

DAVIES, Morris Grenfell. Building heat transfer. Hoboken, NJ: J. Wiley, c2004, xxiv, 500 p. ISBN 04708-4731-X.

EDITED BY MARTIN MELAVER, Phyllis Mueller. The green building bottom line the real cost of sustainable building. New York: McGraw-Hill, 2009. ISBN 978-007-1599-221.

BAUER, Michael, Peter MÖSLE a Michael SCHWARZ. Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture. New York: Springer, 2007. ISBN 978-3-642-00634-0.

WANG, Shengwei. Intelligent Buildings and Building Automation. London: Spon Press, 2010. ISBN 978-0-415-47570-9.

EDITORS, Andy van den Dobbelsteen. Smart building in a changing climate. 2009. Amsterdam: Techne Press, 2009. ISBN 978-908-5940-241.

WOOLLEY, Tom. Green building handbook: a guide to building products and their impact on the environment. 1997. London: E, 2000, 2 v. ISBN 04-192-2690-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne 30. 11. 2015

L. S.

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.

ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

děkan fakult

Abstrakt

Tato práce nabízí soupis technologií používaných v inteligentních komerčních budovách s orientací na energeticky úsporné budovy. Téměř všechny zde uvedené technologie poskytují komerčním budovám zisky ze solární energie, úspory elektrické energie a pitné vody, šetrné udržování a nakládání s tepelnou energií v interiérech a efektivní součinnost jednotlivých technických systémů. Je zde objasněna energetická náročnost budovy a způsoby jejího hodnocení.

Klíčová slova

energetická náročnost budovy, zelená technologie, inteligentní budova

Abstract

This thesis offers a list of technologies used in smart commercial buildings with a focus on energy-efficient buildings. Almost all technologies listed here provide solar energy gains, savings of electric energy and drinking water, environmentally friendly maintenance and dealing with heat energy in the interiors and effective coordination of various technical systems for commercial buildings. There's explained an energy performance of buildings and the methods of its evaluation.

Key words

energy performance of buildings, green technology, smart building

Bibliografická citace

KMENTA, O. *Inteligentní zelené budovy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 53 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Josef Štětina, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Inteligentní zelené budovy** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Ondřej Kmenta

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu doc. Ing. Josefu Štětinovi, Ph.D. za cenné rady a užitečné konzultace, které pomohli tuto práci utvořit. Také děkuji své rodině a přátelům za jejich zájem a podporu.

Obsah

ÚVOD	10
1 POPIS CHARAKTERISTIKY KOMERČNÍ BUDOVY	11
2 PŘEHLED ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI KOMERČNÍCH BUDOV	12
2.1 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY	12
2.2 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY (PENB).....	12
2.3 HODNOCENÍ ENB	15
2.3.1 Dřívější hodnocení ENB	16
3 ZELENÉ TECHNOLOGIE POUŽÍVANÉ U KOMERČNÍCH BUDOV	18
3.1 ZELENÉ STŘECHY.....	18
3.1.1 Složení zelené střechy	18
3.2 SOLÁRNÍ STÍNĚNÍ	19
3.3 SOLÁRNÍ SYSTÉMY	20
3.3.1 Aktivní solární systémy:	20
3.3.2 Pasivní solární systémy	21
3.4 ÚSPORY VOD	22
3.4.1 Přímá úspora	22
3.4.2 Nepřímá úspora	23
4 TECHNOLOGIE INTELIGENTNÍCH BUDOV	25
4.1 POJEM INTELIGENTNÍ BUDOVA	25
4.2 INTEGRACE SYSTÉMŮ.....	25
4.2.1 Řídicí systém budovy.....	26
4.3 ŘÍZENÍ TECHNIKY PROSTŘEDÍ:	26
4.3.1 Procesní úroveň	27
4.3.2 Nadřazená automatizační úroveň.....	28

4.3.3 Úroveň správy informací	28
4.4 ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ:	29
4.4.1 Zařízení upravující osvětlení	29
4.5 ZABEZPEČOVACÍ A PŘÍSTUPOVÝ SYSTÉM	31
4.5.1 Elektronický zabezpečovací systém (EZS).....	31
4.5.2 Zařízení EZS.....	31
4.5.3 Popis funkce EZS	34
4.5.4 Přístupový systém.....	35
4.6 UZAVŘENÝ TELEVIZNÍ OKRUH (CCTV)	35
5 MOŽNOSTI INTELIGENTNÍHO ŘÍZENÍ ZELENÝCH TECHNOLOGIÍ	37
5.1 ŘÍZENÉ ZAVLAŽOVÁNÍ ZELENÝCH STŘECH	37
5.2 ŘÍZENÍ STÍNÍCÍ TECHNIKY	38
5.2.1 Integrace s jinými systémy	39
5.3 ŘÍZENÍ SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ	39
5.3.1 Princip řízení kapalinových kolektorů.....	40
6 TRENDY V TECHNOLOGIÍCH ZELENÝCH INTELIGENTNÍCH BUDOV.....	41
6.1 SYSTÉM SOLUS	41
6.2 LED A OLED	42
6.2.1 LED (light-emitting diode).....	42
6.2.2 OLED (organic light-emitting diode).....	43
7 ZÁVĚR.....	44
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	46
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	53

Úvod

Moderní komerční budovy jsou oproti těm, které se stavěly v minulém století, odlišné v mnoha směrech. Dnešním trendem stavitelství, ovlivněným mezinárodní politikou, je dbát na snižování energetické náročnosti komerčních budov. Tohoto snižování lze docílit více způsoby. Například kvalitnější tepelnou izolací budovy, vhodnější architekturou, instalací účinnějších technických systémů a zařízení v budově atd. Existují však i jiné možnosti redukce spotřeby energií v budově.

Výroba stále účinnějších a úspornějších technických zařízení má sice význam, ovšem teprve díky rozvoji informačních technologií se objevil způsob, jak jejich potenciál využít na maximum. Informační technologie přinesly jednodušší správu a monitorování technických systémů, ale k větší redukci energetické náročnosti budovy přispěla až vzájemná komunikace jednotlivých zařízení v budově a jejich spolupráce ve smyslu celku. Takto ovládaná zařízení se potom označují pojmem inteligentní technologie.

Další možností je pokrýt část energetických výdajů pomocí volně dostupných zdrojů. Lze například využít solární energie k ohřevu vody, výrobě elektřiny či pasivním tepelným ziskům, nahradit pitnou vodu v určitých aplikacích vodou dešťovou nebo odebírat teplo z přehřátých prostorů a ohřívat jím chladné zastíněné místnosti. Takové způsoby redukce nákladů na energie zajišťují tzv. zelené technologie.

V první kapitole je charakterizována komerční budova. V druhé kapitole je objasněn pojem energetická náročnost budovy a metodika k jejímu posuzování. Třetí kapitola popisuje několik vybraných zelených technologií, jejich princip a přínosy. Čtvrtá kapitola definuje pojem inteligentní budova a objasňuje funkci základních inteligentních systémů v komerčních budovách. Pátá kapitola vystihuje, jak lze zefektivnit a optimalizovat zelené technologie pomocí inteligentních řídicích systémů a v poslední kapitole jsou uvedeny technologie, které rozsáhlejší aplikace v inteligentních zelených budovách teprve čeká.

1 Popis charakteristiky komerční budovy

Pochopení komerčních budov a jejich vlastností je základním kamenem této práce, protože většina technologií zde popsaných se vztahuje právě k nim. Komerční budovy (obr. 1) jsou charakterizované především účelem vlastní výstavby, a tím je komerční využití, neboli využití zaměřené na zisky. Do této kategorie se řadí velkoobchodní a maloobchodní prostory, administrativní budovy, výrobní haly, skladiště, ale i jiné veřejné budovy, jako jsou školy, bytové výstavby nebo kulturní domy. Většina komerčních staveb se vyznačuje svou mohutností a různorodou konstitucí. Mají zpravidla instalované systémy:

- centrálního vytápění a chlazení,
- klimatizace se sítí vzduchotechniky,
- osvětlení,
- bezpečnostní a požární ochrany,
- správy objektu,
- uzavřeného televizního okruhu apod.



Obr. 1 Komerční budova [1]

2 Přehled energetické náročnosti komerčních budov

Přehled energetické náročnosti je významný pro představu o energetických výdajích budovy. I když tento přehled nevyjadřuje přesnou cenu za všechny energetické výdaje, může zásadně ovlivnit zájem o budovu nebo další kroky majitele, vedoucí ke zlepšení stavu budovy. Novější způsob hodnocení energetické náročnosti dokonce informuje o energetické zátěži jednotlivých technologií v budově.

2.1 Energetická náročnost budovy

Energetická náročnost budovy (ENB) je pojem, který u již existujících staveb vyjadřuje množství celkové roční spotřebované energie, především na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vnitřního prostředí větráním nebo klimatizačním systémem, osvětlení a na funkci podpůrných systémů (čerpadla, ventilátory). Fakt, že ENB nesouvisí pouze s energií užitou pro vytápění, má velký dopad na chápání energetické náročnosti moderních komerčních budov. Zde často bývají největším energetickým spotřebitelem systémy větrání a chlazení. Důležité je i uvědomit si, že se do ENB nepočítá spotřeba elektřiny běžnými elektrospotřebiči. U projektů nových staveb se energetická náročnost vypočte dle požadavků na standardní provoz budovy. [2]

2.2 Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB)

Jedná se o protokol obsahující údaje pro výpočet ENB i samotný výpočet stupně ENB nebo ucelené části budovy. Průkaz zahrnuje hned několik ukazatelů ENB. Tyto ukazatele určují celkovou energii vstupující do budovy, vliv provozu budovy na životní prostředí a náklady na energii při typizovaném používání budovy. Dále také energetickou kvalitu obálky budovy, vyjádřenou průměrným součinitelem prostupu tepla, součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici a účinnost technických systémů. V novějších verzích PENB najdeme taky dílčí dodané energie na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti, teplé vody a osvětlení. V dokumentu jsou také navrženy doporučená opatření ke snížení ENB. Jednotliví ukazatelé jsou klasifikováni do tříd energetické náročnosti (A-G). V grafické části PENB (obr. 2 a obr. 3) je černou šipkou s bíle vepsanou hodnotou označen reálný stav posuzovaného parametru. Bíle šipky s černou zkratkou „Dop.“ navrhuje zlepšení parametru. [3]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo:

PSC, místo:

Typ budovy:

Plocha obálky budovy: m²

Objemový faktor tvaru A/V: m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: m²

FOTO

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)																																																																				
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)																																																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">Dop.</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mimořádně úsporná</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Velmi úsporná</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Úsporná</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Méně úsporná</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nehospodárná</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Velmi nehospodárná</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">G</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">G</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mimořádně nehospodárná</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> </table>	A	Dop.	A	Mimořádně úsporná	← XXX	← XXX	B	XXX	B	Velmi úsporná	← XXX	← XXX	C		C	Úsporná	← XXX	← XXX	D		D	Méně úsporná	← XXX	← XXX	E		E	Nehospodárná	← XXX	← XXX	F		F	Velmi nehospodárná	← XXX	← XXX	G		G	Mimořádně nehospodárná	← XXX	← XXX	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Dop.</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">XXX</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">E</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">← XXX</td> <td style="text-align: center;">← XXX</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">G</td> </tr> </table>	Dop.	A	← XXX	← XXX	XXX	B	← XXX	← XXX		C	← XXX	← XXX		D	← XXX	← XXX		E	← XXX	← XXX		F	← XXX	← XXX		G
A	Dop.	A																																																																			
Mimořádně úsporná	← XXX	← XXX																																																																			
B	XXX	B																																																																			
Velmi úsporná	← XXX	← XXX																																																																			
C		C																																																																			
Úsporná	← XXX	← XXX																																																																			
D		D																																																																			
Méně úsporná	← XXX	← XXX																																																																			
E		E																																																																			
Nehospodárná	← XXX	← XXX																																																																			
F		F																																																																			
Velmi nehospodárná	← XXX	← XXX																																																																			
G		G																																																																			
Mimořádně nehospodárná	← XXX	← XXX																																																																			
Dop.	A																																																																				
← XXX	← XXX																																																																				
XXX	B																																																																				
← XXX	← XXX																																																																				
	C																																																																				
← XXX	← XXX																																																																				
	D																																																																				
← XXX	← XXX																																																																				
	E																																																																				
← XXX	← XXX																																																																				
	F																																																																				
← XXX	← XXX																																																																				
	G																																																																				
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX,X	XX,X																																																																			

Obr. 2 Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy (1. část) [4]


DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou **Doporučení**

PODÍL ENERGONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok



- Elektřina ze sítě - XX,X
- Slunce a en. prostředí - XX,X
- Zemní plyn - XX,X

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{am} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie					
		Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)					
Mimořádně úsporná							
A	Dop.			Dop.		Dop.	
B			Dop.			XX	XX Dop.
C	X,XX		XX				
D		Dop.		XX			
E		XX			Dop.		
F					XX		
G							
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X

Zpracovatel: Osvědčení č.:

Kontakt: Vyhотовeno dne:

..... Podpis:

Obr. 3 Grafická část průkazu energetické náročnosti budovy (2. část) [4]

2.3 Hodnocení ENB

Podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů se ENB hodnotí pomocí PENB. Vypracování tohoto protokolu je povinné pro:

- nové budovy a dokončené budovy s větší stavební změnou,
- budovy orgánů veřejné moci s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250 m²,
- užívané bytové domy a administrativní budovy,
- prodávané či pronajímané budovy nebo jejich ucelené části. [5]

Vyhláška č. 78/2013 Sb. určuje nákladově optimální úroveň na ENB pro přesně definované budovy. Nákladově optimální úrovně jsou myšleny požadavky na ENB nebo na stavební a technické prvky budovy, které minimalizují náklady na údržbu, provoz, užívání energií a likvidaci budov a jejich prvků během odhadovaného životního cyklu. Nákladově optimální úroveň je určena pro novostavby, dokončené budovy s větší stavební změnou, budovy se změnou prvků obálky nebo technických systémů a budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Podle vyhlášky PENB poskytuje porovnání s referenční budovou hodnoceného typu stavby. Referenční budova má s hodnocenou budovou stejnou konstituci, velikost prosklených částí, orientaci ke světovým stranám, okolní zástavbu, klimatické podmínky a podobně. Ovšem liší se referenčními hodnotami izolační úrovně, účinnosti topné soustavy, rozvrhy činností, vnitřních tepelných zisků a řadou dalších. Výsledná klasifikace je pak vyřešena praktickým srovnáním vypočtených ukazatelů hodnocené budovy a ukazatelů referenční budovy s danými hodnotami referenčních parametrů (obr. 3). Posuzovaná energetická náročnost dané budovy musí být nižší nebo ekvivalentní referenční úrovni. [6], [7], [8]



Obr. 3 Princip hodnocení ENB [6]

Požadavky na plnění určitých ukazatelů ENB vystihuje tab. 1. U nových budov je nezbytné splnění tří ukazatelů, u rekonstruovaných budov se nárokuje plnění kombinace dvou ukazatelů podle vlastního výběru (možnost 1 a 2) a u budov se změnou technických systémů nebo části obálky budovy je požadováno plnění pouze jednoho ukazatele (možnost 3 a 4). Stávající

budova, na níž byl PENB zpracován dle zákonných požadavků, nemusí splňovat tyto nároky. [6]

Ukazatel energetické náročnosti	Požadavek na splnění ukazatele energetické náročnosti				
	Typ stavby 1	Typ stavby 2			
		možnost 1	možnost 2	možnost 3	možnost 4
Neobnovitelná primární energie	x	x			
Celková dodaná energie	x		x		
U_{em}	x	x	x		
Účinnosti měněných prvků TZB				x	
Dílčí U měněných prvků					x
Poznámka: 1 - nová budova nebo přístavba, či nástavba zvětšující energeticky vztažnou plochu o více než 25 % 2 - větší změna dokončené budovy nebo jiná, než větší změna dokončené budovy					

Tab. 1 Požadavky na splnění ukazatele energetické náročnosti nové a rekonstruované budovy [6]

Budovou s téměř nulovou spotřebou energie je myšlena stavba s velmi nízkou energetickou náročností, která vyrobenou energií z obnovitelných zdrojů pokrývá značnou část své energetické spotřeby. Měřítkem pro ukládání nároků na tyto budovy je tzv. Energeticky vztažná plocha (EVP). Jedná se o vnější půdorysovou podlahovou plochu v prostorech s upravovaným vnitřním prostředím, která je ohraničena venkovním povrchem obálky budovy. Požadavek na navrhování nových budov jako budov s téměř nulovou spotřebou energie bude v následujících letech určován podle kategorií:

- a) Budovy orgánů veřejné moci nebo subjektů, které zřídil tento orgán.
 - s EVP větší než 1500 m² (požadavek na plnění od 1. 1. 2016),
 - s EVP větší než 350 m² (požadavek na plnění od 1. 1. 2017),
 - s EVP menší než 350 m² (požadavek na plnění od 1. 1. 2018).
- b) Ostatní budovy.
 - s EVP větší než 1500 m² (požadavek na plnění od 1. 1. 2018),
 - s EVP větší než 350 m² (požadavek na plnění od 1. 1. 2019),
 - s EVP menší než 350 m² (požadavek na plnění od 1. 1. 2020). [6], [8], [9]

2.3.1 Dřívější hodnocení ENB

Dnes již zrušená vyhláška č. 148/2007 Sb. určovala jiný postup hodnocení ENB. Ten spočíval v porovnání celkové dodané energie do budovy za rok, vztažené na podlahovou plochu budovy (v kWh/(m².rok)), s normovanými hodnotami pro daný druh budovy. Následně byla budova zařazena do tříd v rozmezí A-G. Třída C byla předepsána jako referenční, což znamená, že budova s celkovou dodanou energií nižší nebo ekvivalentní třídě C, je buď vyhovující či lépe, kdež to budova s celkovou dodanou energií vyšší je buď nevyhovující či hůř. Dříve platný PENB je na obr. 4. [6]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení Adresa budovy Celková podlahová plocha:			Hodnocení budovy	
			stávající stav	po realizaci doporučení
<p>A scale of seven energy performance levels, represented by arrows pointing right. From top to bottom: A (green), B (light green), C (medium green), D (yellow), E (orange), F (dark orange), and G (red).</p>				
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			XY	XY
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			XY	XY
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu		DD.MM.RRRR		
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení Osvědčení č. XY		

Obr. 4 Grafická podoba dříve platného PENB [10]

3 Zelené technologie používané u komerčních budov

Zeleně jsou označovány technologie, které svou výrobou usilují o efektivní využití přírodních zdrojů, nejlépe místních, a svou funkcí i recyklací poskytují energetickou úsporu, redukcí čerpání neobnovitelných zdrojů a pozitivní dopad na člověka a životní prostředí. Smysl těchto technologií tkví v tvorbě energetických zisků, kladném přínosu pro komfort a psychiku uživatelů budov a mohou být materiálovým východiskem vztahu člověka a přírody. [11]

3.1 Zelené střechy

Střecha pokrytá zelení (obr. 5) tvoří vyvážené mikroklima v urbanizovaných a průmyslových oblastech. Udržuje tepelný komfort v létě i v zimě, snižuje výdaje za energie a pohlcováním vody reguluje odtok dešťové vody. Dále také snižuje hladinu hluku v zástavbě, zvyšuje životnost hydroizolace a působí pozitivně na psychiku člověka. [12], [13]



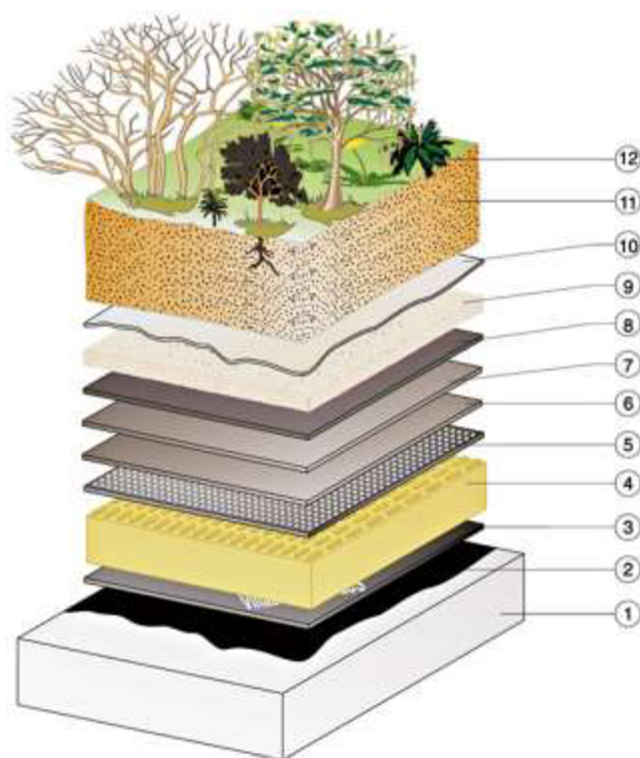
Obr. 5 Zelená střecha Školy umění v Singapuru [14]

3.1.1 Složení zelené střechy

Zelená pokrývka se skládá z několika vrstev (obr. 6). Jsou to:

- Parotěsná zábrana, omezující prostup vodní páry a tvorbu kondenzátu z interiéru do tepelné izolace.

- Tepelná izolace, redukující tepelné přestupu zevnitř ven nebo naopak.
- Expanzní vrstva, srovnávající tlakový rozdíl vodních par místa umístění vrstvy a vnějšího prostředí.
- Hydroizolační vrstva, chránící interiér a další vrstvy před vodou.
- Ochranná vrstva, zabraňující prorůstání kořenů.
- Drenážní vrstva, umožňující snadný odtok přebytečné vody.
- Filtrační vrstva, zachycující drobné částičky vyplavené vodou.
- Vegetační substrát, zajišťující prostor a živiny pro růst střešní vegetace. [12], [15]



Obr. 6 Složení zelené střechy [12]

Popis k obr. 6 : 1. nosná střešní konstrukce, 2. asfaltový nátěr, 3. parotěsná zábrana, 4. tepelná izolace, 5. expanzní vrstva, 6. hydroizolační vrstva, 7. pevnostní hydroizolační vrstva, 8. ochranná vrstva, 9. drenážní vrstva, 10. filtrační vrstva, 11. vegetační substrát, 12. rostliny. [12]

3.2 Solární stínění

Stínící prvky vytvářejí v budově příjemné osvětlení, bez nežádoucích odlesků a regulují tepelné výkyvy, tedy přehřívání či tepelné ztráty budovy. Při správné součinnosti stínících prvků a jejich řídicích systémů (viz 5.2) snižují jednak investiční náklady na chladící a topné zařízení a taky

provozní náklady na klimatizaci a osvětlení. Umístění stínících prvků může být horizontální i svislé. Mezi stínící prvky řadíme rolety, žaluzie, stínící lamely, posuvné fasádní panely, slunolamy, markýzy a okenicové systémy. Efektivně nejvýhodnější jsou vnější stínící prvky. [16], [17]



Obr. 7 Svislé stínící lamely budovy City Green Court v Praze [18]

3.3 Solární systémy

Tyto systémy v principu přeměňují sluneční energii na energii tepelnou nebo elektrickou. V základu se dají rozdělit na dva celky, a to aktivní a pasivní solární systémy. [19]

3.3.1 Aktivní solární systémy:

Využívají solární energie k ohřevu vody nebo k výrobě elektrické energie pomocí sítě technických zařízení. Jedná se o solární panely a fotovoltaické články. [19]

Solární kolektory

Solární kolektory ohřívají čerpadlem vhaněné médium z potrubního oběhu, které se následně ve výměníku ochladí předáním získané energie užitkové či jiné vodě a pokračuje dál potrubním systémem, kde se cyklus opakuje. Kapalinové teplotnosné médium obsahuje zcela nebo z části nemrznoucí směs. Kolektory se dělí podle teplotnosné látky (kapalinové, vzduchové), konstrukce (ploché, trubkové), tlaku výplně (atmosférické, vakuové), typu absorbéru a dalších kritérií. Účinnost kolektorů bývá 30 až 70 %. [20], [21]



Obr. 8 Vakuové solární kolektory na městských lázních ve Zlíně [22]

Fotovoltaické panely

Jedná se o moduly složené z velkého počtu fotovoltaických článků, které na principu fotodiody přeměňují sluneční záření na stejnosměrný proud. Výhodou panelů je téměř bezobsluhová funkčnost, bez potřeby externího zdroje energie. Fotovoltaický systém má nízkou poruchovost, protože neobsahuje pohyblivé součásti. Účinnost panelů se v praxi pohybuje od 5 do 15 %. Typy panelů jsou:

- Krystalické, z článků na tenkých deskách krystalického křemíku,
- tenkovrstvé,
- vícevrstvé,
- koncentrátorové. [23]

3.3.2 Pasivní solární systémy

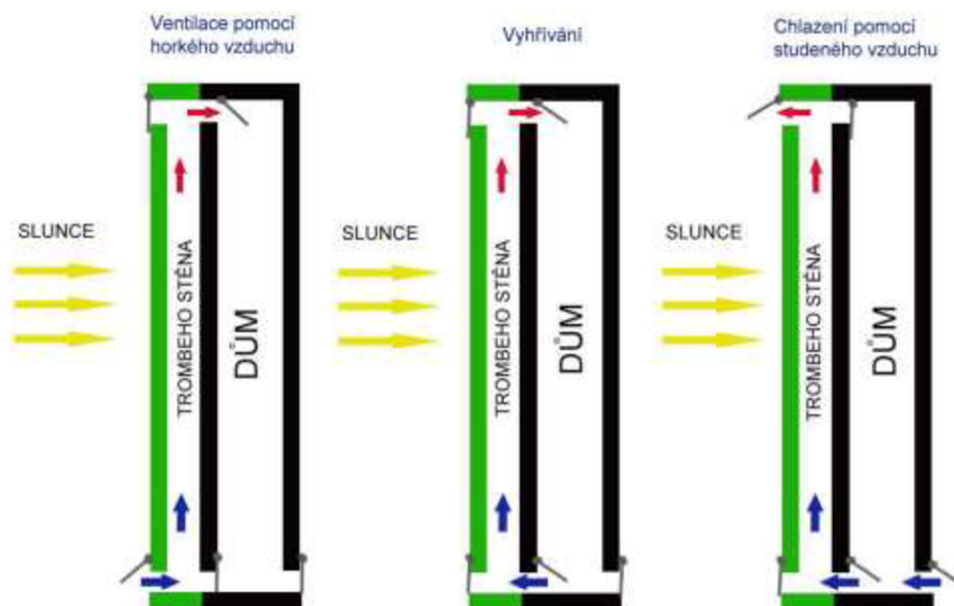
Pasivním solárním systémem lze nazvat budovu nebo část budovy, která svou konstrukcí, jižní orientací, tepelně akumulacími vlastnostmi či jinými způsoby usiluje o co největší využití sluneční energie přirozenou cestou, čili bez technických zařízení. Tyto systémy jsou energeticky efektivní díky vybrané propustnosti tepelného záření průsvitnými materiály, odlišné pohltivosti krátkovlnného záření, omezení emisivity dlouhovlnného záření skrz povrch budovy nebo díky vhodné tepelné izolaci akumulacího jádra budovy od vnějšího prostředí. Na komerčních budovách se uplatňuje zejména Trombeho stěna, dvojité transparentní fasády nebo těžké betonové jádro. [24]

Dvojitě transparentní fasády

Konstrukčně jde o vzduchový kolektor tvořený mezi předsazenými skleněnými deskami a prosklenou obvodovou konstrukcí. V tomto meziprostoru jsou nainstalovány prvky solárního stínění a otvory pro regulaci vzduchu ve vnějším plášti. Tyto fasády zajišťují dostatek přirozeného denního osvětlení a větrání budovy, bez rizika vloupání otevřenými okny v noci. Dále chrání vnitřní prostředí proti hluku zvenčí a taky zlepšují funkci tepelné izolace. [24], [25]

Trombeho stěna

V principu se jedná o černou stěnu, akumulující sluneční paprsky, s předsazenou skleněnou průčelní plochou ve vzdálenosti přibližně 10 cm. Stěna má u podlahy, u stropu i v předsazené ploše průduchy s regulovatelným otvíráním, kterými proudí teplý nebo studený vzduch. Místnost se tedy ohřívá radiací ze stěny i konvekcí cirkulujícího vzduchu. Kromě ohřevu vnitřního prostředí, může mít Trombeho stěna i jiné využití (viz obr. 9). Stěna je výhodná svou cenou, jednoduchou konstrukcí a snadnou regulací průduchů. Nevýhodou mohou být tepelné ztráty zvolenou předsazenou skleněnou plochou s nedostačující tepelnou izolací. [24], [26]



Obr. 9 Způsoby použití Trombeho stěny [27]

3.4 Úspory vod

Pro účel úspory pitné vody, která se zdražuje a její množství bude do budoucna ubývat, se využívají technologie přímé a nepřímé úspory. [28]

3.4.1 Přímá úspora

Řadí se zde zařízení jako perlátory, bezvodé pisoáry nebo toalety s duálním splachováním, které přímo redukuje spotřebu vody. Perlátory, umístované na umyvadlové baterie mísí vodu

se vzduchem a při zdánlivě větším objemu vody, šetří její využití o 50 až 60 %. Bezvodé pisoáry pracují s bariérovou kapalinou, která moč po odtoku do nádržky odizoluje a zamezí tak pronikání pachů zpět do místnosti. [28], [29]

3.4.2 Nepřímá úspora

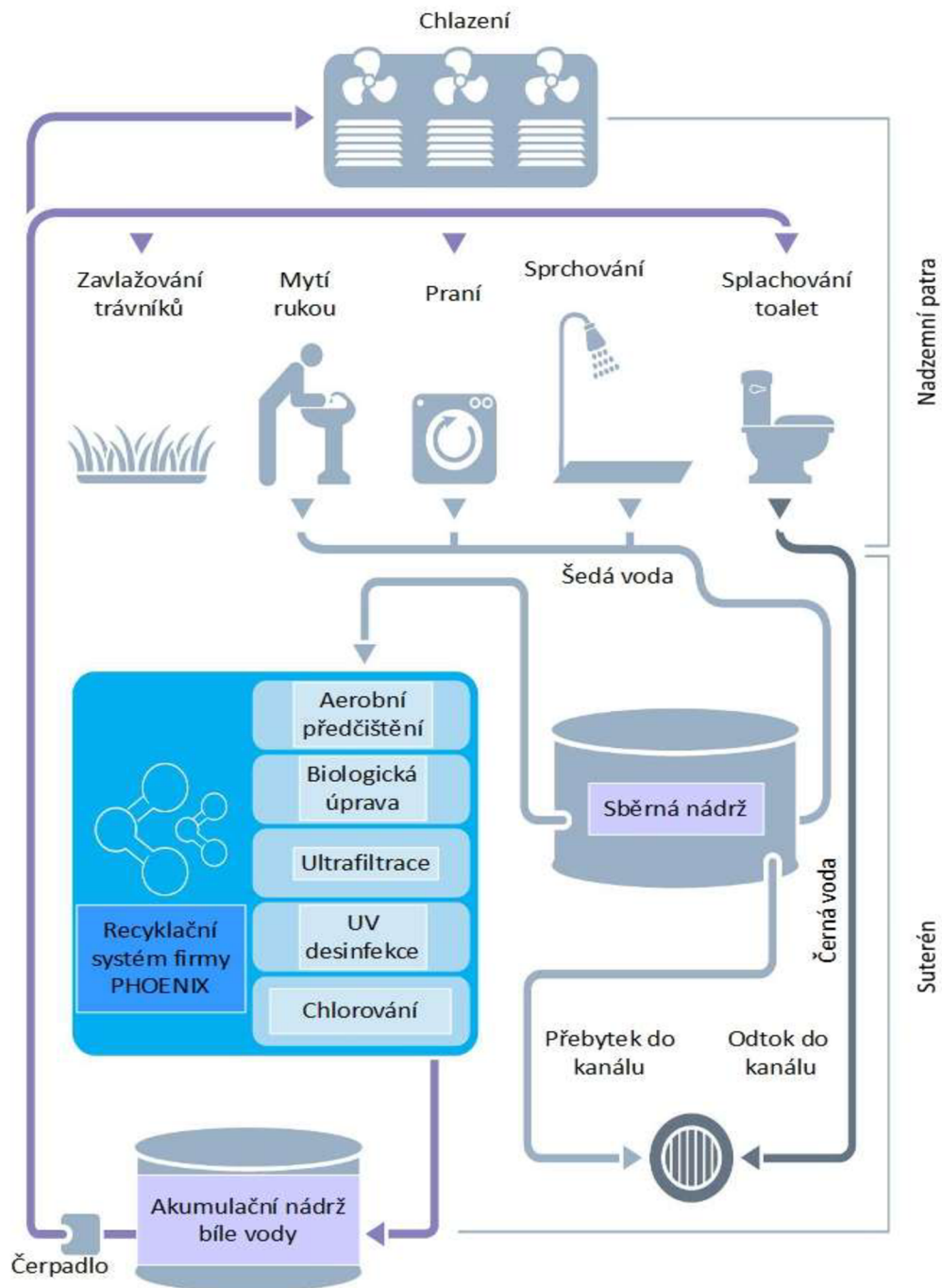
Zde lze zařadit recyklovanou vodu nebo přírodní vodní zdroje užití všude tam, kde není pitné vody zapotřebí. K takovým účelům se aplikují šedé a srážkové vody. [28]

Srážková voda

Novelizovaný vodní i stavební zákon přímo nařizuje vsakování srážkových vod nebo zadržování a regulované odvádění do vod povrchových. Důvodem je snaha o navýšení hladiny podzemních vod a snížení rizika lokálních záplav z přetěžovaných kanalizačních toků. U komerčních budov se srážkové vody jímají ze střech, upravují se a jsou sváděny do akumulčních nádrží v suterénu. Vedením dešťové vody skrz trubky zabudované ve stěnách, jak je tomu například u budovy 7 World Trade Center, se budova ochlazuje a snižuje tak potřebu energie vynaložené na klimatizaci. Čistí se pouze od mechanických nečistot (listí apod.), popř. se dezinfikují. Aplikovány jsou též podobně jako bílé vody. [28], [30]

Šedá voda

Splašková odpadní voda z umyvadel, sprch a dřezů, neobsahující moč, fekálie nebo silné znečištění (obr. 10). Může obsahovat pouze malé množství mýdla, kůže, mastnoty a jiné špíny. Z důvodu získávání šedé vody z rozdílných zdrojů se tato dělí na vhodnou a podmíněně použitelnou pro recyklaci. Přefiltrováním (mechanickým, biologickým, aj.) se získá tzv. bílá voda rozdílné jakosti. Ta je skladována v akumulčních nádržích pod zemí nebo v suterénu. Důvodem je zamezení přístupu slunečního svitu a udržování nízkých teplot, aby se omezilo množení mikroorganismů. Obecně se s bílou vodou dá prát, zavlažovat trávníky, splachovat toalety, mýt podlahy nebo techniku a dokonce z ní získávat teplo. Šedá voda činí v komerčních budovách okolo 27 % z produkce odpadních vod. [28], [31]



Obr. 10 Systém recyklace šedé vody [32 upraveno]

4 Technologie inteligentních budov

Instalace technických systémů, které činí budovu inteligentní, je významná zejména pro zajištění komfortního prostředí s minimalizací plýtvání energiemi, jednoduchost správy technických zařízení a poskytnutí bezpečnosti osobám a majetku. Technologie jsou řízeny automaticky, případně modifikovány uživateli budovy nebo dohlížející operátorskou stanicí.

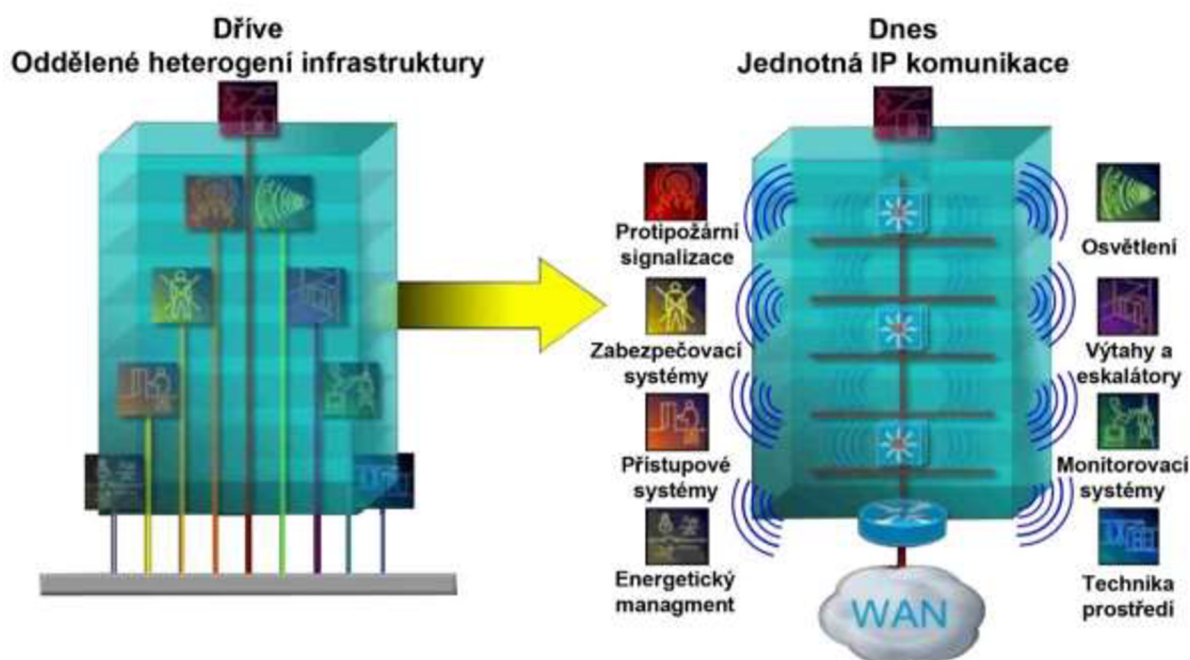
4.1 Pojem inteligentní budova

Jedná se o budovu vybavenou systémově řízenými technologiemi, které poskytují svým uživatelům větší komfort služeb, zabezpečení, energetické úspory či možnost dálkového ovládání zařízení instalovaných v budově. Řídicí systém budovy integruje a ovládá jednotlivá zařízení a ostatní řídicí systémy (osvětlení, zabezpečení apod.). Cílem řídicího systému je za pomoci integrovaných technologií reagovat na změnu vnějších podmínek či uživatelských požadavků a tím vytvářet a udržovat příjemné prostředí pro pobyt v budově. Právě tato schopnost uvědomění si a smysluplné reakce na měnící se okolnosti je označována za inteligenci. [33]

4.2 Integrace systémů

Většina instalovaných systémů (vytápění, osvětlení, vzduchotechniky, zabezpečení apod.) je samostatných s možností diagnostiky provozních a poruchových stavů. Ovšem vzájemná komunikace systémů je nezbytná pro správnou funkci budovy jako celku (obr. 11). Příkladem může být požární poplach, kdy je potřeba, aby se spustily hasicí přístroje a požární ventilace, vypnula ostatní vzduchotechnika, výtahy se uvedly do požárního režimu, osvětlily se evakuační trasy a odemkly únikové východy. Komunikace systémů je omezena počtem vstupních a výstupních kanálů, kterými si posílají konkrétní informace. Kromě tohoto propojení má každý systém své vlastní rozhraní, díky kterému komunikuje s počítačem na pracovišti obsluhy. Tak lze účinně ovládat a monitorovat integrovaná zařízení. Reálné propojení přes komunikační kanály vyžaduje správnou kooperaci dat a protokolů systémů, které vždy nemusí být od stejného dodavatele. Řešením systémové komunikace může být:

- Využití brány (gateway), jenž přeloží protokol a data jednoho dodavatele do protokolu a dat druhého dodavatele.
- Sdílené protokoly, které zprostředkují vzájemnou komunikaci systémů díky spolupráci dodavatelů na jednom společném protokolu.
- Univerzální protokoly, např. BACnet, LON nebo Modbus, vytvořené skupinou výrobců, podle nastavených standardů. [34]



Obr. 11 Integrovaná komunikace systémů [35 upraveno]

4.2.1 Řídicí systém budovy

Pro efektivní využití systémové komunikace, účinný provoz, správu a vyšší produktivitu budovy je nezbytné, aby toto propojení systémů řešil tzv. systémový integrátor. Řídicí systém technologických zařízení (BAS – Building Automation System) většinou zajišťuje nejvíce funkcí v budově, proto nejčastěji přísluší úloha systémového integrátora, neboli řídicího systému budovy, právě jemu. BAS tedy zajišťuje ovládání a monitorování vzduchotechnických zařízení, centrálních zdrojů tepla a chladu, vodních čerpadel, výtahů a eskalátorů, osvětlení a dalších technologických zařízení. Vše zobrazuje v jednom grafickém prostředí v operátorské stanici budovy. [34], [36]

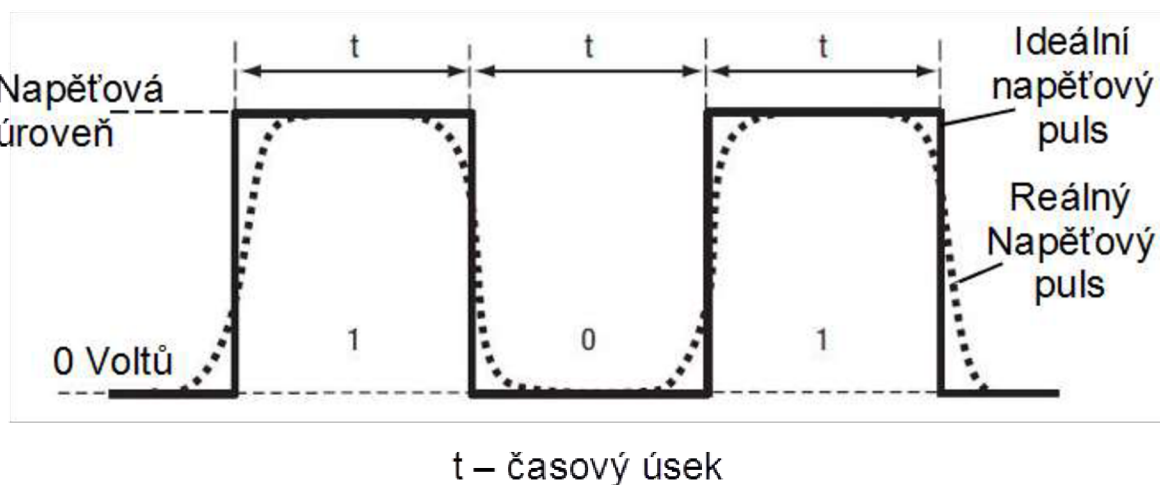
4.3 Řízení techniky prostředí:

Technika prostředí je oblast zahrnující technické systémy, jež zajišťují požadované klimatické podmínky v budově (teplotu, vlhkost, kvalitu vzduchu, aj.), s ohledem na minimalizaci provozních nákladů. Technika prostředí zahrnuje systémy vytápění, větrání a klimatizace (dále jen HVAC – heating, ventilating and air conditioning systems). [37]

U komerčních budov znamenají HVAC značnou energetickou náročnost. Například energetická spotřeba chladících zařízení komerčních budov v klimatech podobných Hong Kongu je více než třetinová z celkové spotřeby budovy. [38]

Řízené HVAC reagují na spoustu měnících se aspektů. Na řídicí jednotku jsou senzory posílány informace (např. o teplotě, vlhkosti, tlaku systémového média nebo stavu zařízení), podle kterých se jednotlivá zařízení ovládají. Komunikační signály mezi zařízeními mohou být analogová, kdy se signál mění plynule, nebo digitální, kdy dochází ke skokové binární změně

stavu (obr. 11). Obdobně je tomu u výstupů z řídicí jednotky. Analogovým signálem lze například regulovat příkon klimatizace, zatím co digitálně lze klimatizaci pouze vypnout a zapnout nebo přepínat mezi dvěma definovanými režimy. [37]



Obr. 11 Digitální napěťové signály [38 upraveno]

Sít HVAC bývá decentralizovaná a skládá se alespoň ze tří základních úrovní. Jsou to procesní úroveň, nadřazená automatizační úroveň a úroveň správy informací. Důvodem je:

- Porucha v místní části systému ovlivní jen omezenou část zařízení.
- Jednoduchá správa regulátorů, umístěných v blízkosti řízené technologie.
- Menší riziko elektromagnetické indukce, vytvářející rušivé signály, díky kratší kabeláži k čidlům a ovladačům. [36]

4.3.1 Procesní úroveň

Na této úrovni jsou ovládány akční členy jednotlivých zařízení (servopohony) přes signály z mikroprocesorových regulátorů. Regulátory reagují na signály provozních a poruchových stavů nebo měřených veličin (teplota, vlhkost, aj.), které jsou posílány ze snímačů v budově. Regulátory mohou být mechanické, přímo digitálně řízené (DDC) nebo pro řízení specifických aplikací. Počet jejich vstupů pro snímače a čidla a počet výstupů pro řízení technologií se dá navýšit expanzními moduly, které mohou být připojeny přes sériovou komunikační sběrnici ve vzdálenost až jednoho kilometru. Regulátory jsou vybaveny moduly reálného času pro zajištění požadovaných úkonů zařízení v časovém plánu, paměti, která je zálohovaná proti ztrátě při výpadku proudu, a vlastním operačním systémem. Dále mají displej zobrazující základní informace regulovaných veličin a manuální ovládání, zabezpečené proti neoprávněnému vstupu. Jejich použitím spolu s ovládacími moduly v jednotlivých místnostech nebo částech halových kanceláří lze nastavit individuální vlastnosti prostředí, vyhovující uživateli, což má pozitivní dopad na jednotlivce a jeho produktivitu. Regulátory jsou ovládány řídicími jednotkami, ale v případě přerušení jejich komunikace musí sami zajistit nezávislou funkci a podle nastaveného algoritmu dál ovládat zařízení. [36], [37]

4.3.2 Nadřazená automatizační úroveň

Jedná se o úroveň, ve které jsou dominantní síťové řídicí jednotky, které jsou ovládané operátorskou stanicí. Úkolem řídicích jednotek je především:

- Zajištění uživatelského komfortu prostředí účinným spouštěním a vypínáním zařízení HVAC a zajištění komunikace mezi procesními regulátory.
- Realizace časových programů (pravidelné, dočasné, aj.).
- Ovládání jiných systému (kontroly přístupu, požární signalizace, aj.) v případě potřeby.
- Sběr a údržba dat (historie bodu, trendy).
- Redukce spotřeby a rozdělování zátěže jednotlivých zařízení.
- Komunikaci řídicích jednotek v síti LAN a komunikaci se zařízeními pro styk s osobou.

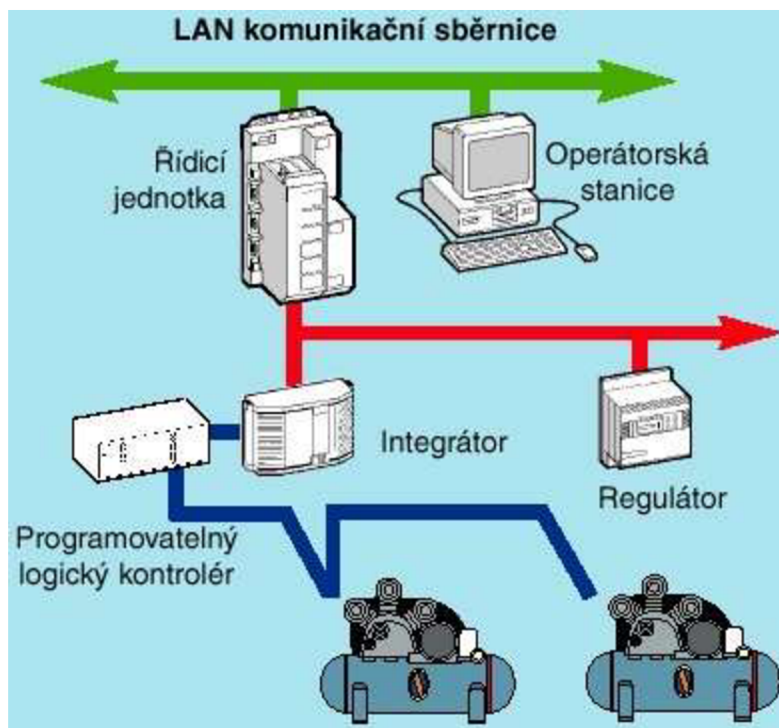
Síťové řídicí jednotky jsou vybaveny operačním systémem pracujícím v reálném čase a spolehlivou pamětí, která neobsahuje mechanické komponenty. Při selhání komunikace s operátorskou stanicí jsou schopny fungovat samostatně na principu peer-to-peer sítě, v níž je úloha centrálního operátorského serveru rozdělena mezi jednotlivá zařízení v síti. [36], [37], [39]

4.3.3 Úroveň správy informací

Nejvýše postavená úroveň ovládání HVAC (obr. 12), tvořená počítači operátorské pracovní stanice, propojenými v síti LAN. Mezi hlavní funkce pracovní stanice patří:

- Zobrazování informací o stavu řízeného systému a grafické zobrazování oblastí budovy.
- Podávání poplachových hlášení s rozlišeným stupněm priority a s údaji o náležitých akcích, které povedou k vyřešení daného problému.
- Zabezpečení řízené sítě sofistikovaným systémem přístupu, který operátorům dovoluje do sítě zasahovat podle jejich oprávnění.
- Možnost zajistit komunikaci a obsluhu systému ve více jazycích.

Informace o stavu řízeného systému je pro efektivnost práce obsluhy zobrazována co nejkomfortněji. Dále se díky rozdílným prioritám poplachových hlášení účinně upřednostní nejproblémovější oblasti řízené technologie a ze záznamů historie vybraných bodů se dohledá příčina problému. Na řídicí systém budovy může být připojeno několik operátorských stanic s rozdílným stupněm oprávnění. Operačním systémem stanic bývá standardně Microsoft Windows, který nabízí širokou kompatibilitu s potřebnými programy a editory. [36]



Obr. 12 Schéma zapojení základních úrovní techniky prostředí [36]

4.4 Řízení osvětlení:

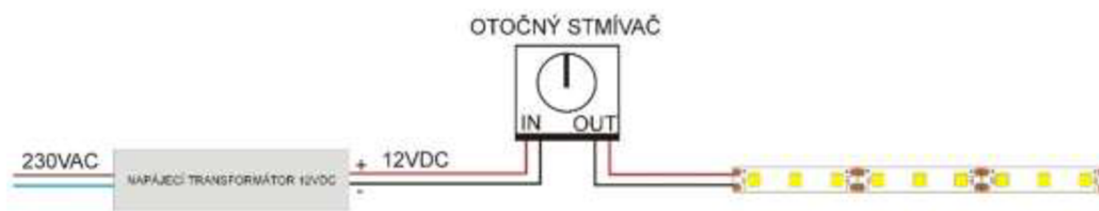
Umělé osvětlení je u komerčních budov po HVAC jedním z nejvíce energeticky náročných prvků. Systémy řízení osvětlení jsou, v závislosti na změně vnějších světelných podmínek, obyvatelnosti či využití prostorů v budově, nastaveny tak, aby dostatečně osvětlily daný prostor, zajistily optimální světelný komfort obyvatelům, splnily ergonomické standardy a přitom dbaly na energetickou úsporu. Samozřejmostí je integrace systému řízení osvětlení do řídicího systému budovy. Okruhy osvětlení chodeb, schodišť a jiných neobývaných prostorů mohou být ovládány nastavenými časovými programy a programy energetické úspory, které zohledňují vliv denního světla a signály z přístupových systémů. Na inteligentní řízení světla je třeba myslet už v projektovém návrhu budovy, aby se nainstalovaly spínače osvětlení do příslušných napájecích vývodů v rozvaděčích.

Nejoptimálnější řešení osvětlení prostorů v budovách je docíleno řízeným osvětlením s maximálním využitím denního světla a zároveň s ochranou proti oslnění. To vyžaduje správné ovládání umělého osvětlení a stínících prvků řídicím systémem (viz kapitola 5.2). [40]

4.4.1 Zařízení upravující osvětlení

Stmívače osvětlení

Digitálně i analogově ovládaná zařízení regulující intenzitu osvětlení změnou napětí (obr. 13). Dnes jsou používány stmívače s tyristory, transistory a křemíkovými usměrňovači (dříve se používaly například odporové stmívače). Moderní stmívače jsou vybaveny mikroprocesorem, kterým zpracovávají signály ze systému řízení osvětlení, následně ovládají světla a zpětně informují o stavu osvětlení. [38]



Obr. 13 Zapojení otočného stmívače [41]

Světelné senzory

Světelné senzory měří úroveň vnitřního i vnějšího osvětlení budov a podle požadovaného nastavení buď automaticky ovládají stmívače a vypínače světel nebo informují vyšší řídicí jednotku. Většinou jsou vyráběny z křemíkových fotodiod a rozsah měření senzorů se pohybuje od jednotek až po desítky tisíc luxů. [38]

Pohybové senzory

Pohybové senzory informují o optických, akustických či tepelných změnách ve specifickém prostoru, podle kterých se řídí osvětlení. Kromě úspor elektřiny na osvětlení v aktuálně neobývaných prostorech, komunikují senzory i s elektronickým zabezpečovacím systémem. Umisťují se na chodby, schodiště, toalety, do hal nebo konferenčních místností. Obvykle se používají senzory:

- Pasivní infračervené (PIR), které reagují na tělesné teplo. Senzory musejí být správně umístěné, aby nereagovaly na jiné zdroje tepla (topení, okna). Jsou vybaveny optikou (Fresnelovy čočky, černá zrcadla aj.), která vylepšuje dosah, zmenšuje náchylnost na odlesky silných zdrojů světla nebo určuje monitorovací úhel. Vysoký nábytek nebo jiné překážky v prostoru, mohou bránit detekci tepla, což je jejich nevýhodou.
- Ultrazvukové (US), které vysílají vysokofrekvenční vlny a zachycují zpětně odražené vlnění s jinou frekvencí. Pohyb senzory zaregistrují podle změny frekvence zpětného vlnění. Nevýhodou může být zaznamenání pohybu od vibrací nebo proudění vzduchu zařízeními HVAC.
- Mikrovlnné (MW). Fungují na podobném principu jako ultrazvukové senzory. Vlnění vysílané senzorem proniká sklem, sádkkartonem a dřevem a dokáže detekovat kovové předměty ve větší vzdálenosti. Tak může dojít zaznamenání pohybu mimo určenou zónu a ke spuštění falešného poplachu. Nevýhodou je i vzájemné ovlivňování dvou senzorů přes zeď, kterou vlnění pronikne.
- Duální technologie. Páruje dva senzory na rozdílných principech. Poplašnou informaci podává v případě zaznamenání pohybu oběma senzory, což snižuje možnost falešného hlášení. Jde o kombinaci PIR s US nebo PIR s MW. [37], [38], [42], [43]

4.5 Zabezpečovací a přístupový systém

4.5.1 Elektronický zabezpečovací systém (EZS)

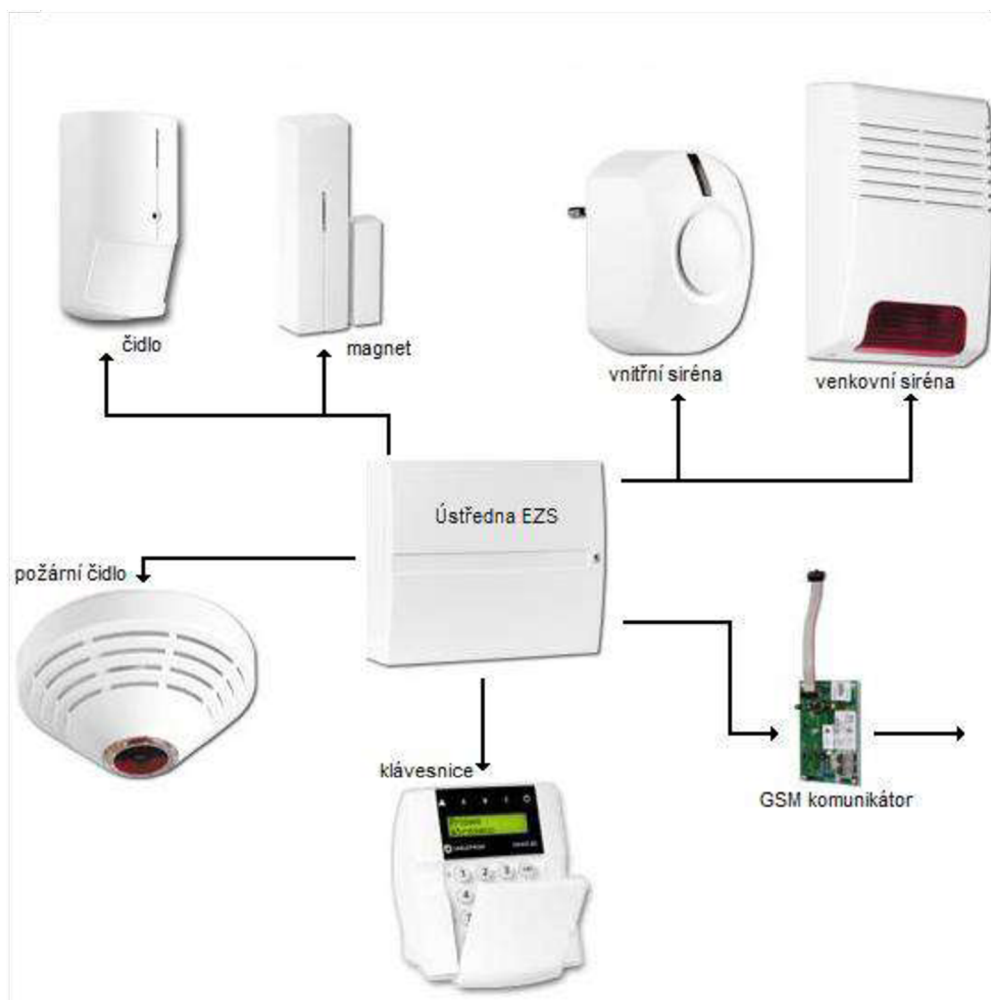
Zajišťuje bezpečnost uživatelů, informací a majetku v budově, vůči nepovolenému vniknutí neoprávněných osob. K zabezpečení objektu systém využívá rozsáhlé množství technických zařízení. O tom, jaká zařízení se do objektu nainstalují, rozhoduje stupeň zabezpečení. Ten se stanoví podle normy ČSN EN 50131-1. Tato norma definuje následující:

- Stupeň 1: Nízké riziko. Narušitel má malou znalost EZS a používá omezený sortiment snadno dostupných nástrojů.
- Stupeň 2: Nízké až střední riziko. Narušitel má částečné znalosti EZS a používá běžné nářadí a přenosné nástroje.
- Stupeň 3: Střední až vysoké riziko. Narušitel má dobré znalosti EZS a používá rozsáhlý sortiment nástrojů a přenosných elektronických zařízení. Požadované jsou detektory s funkcí maskování pro detekci zakrytí.
- Stupeň 4: Vysoké riziko. Narušitel má takové znalosti EZS, že dokáže vniknutí předem podrobně naplánovat a používá přitom kompletní sortiment zařízení včetně prostředků pro náhradu rozhodujících komponentů EZS. Požadované jsou detektory s funkcí maskování pro detekci zakrytí a prostředky pro detekci většího snížení určeného dosahu. [36], [43]

4.5.2 Zařízení EZS

Ústředna EZS

Jedná se o plošný spoj obsahující napájecí část, vstupy pro detektory, rozdělené podle zón budovy, výstupy pro komunikátory, kterými lze informovat bezpečnostní složky a přepínače pro nastavení systému. Ústředna zastává úlohu mozku EZS (obr. 14). Zpracuje signály z přístupových klávesnic a detektorů a na základě přednastavených programů akčně reaguje (vypne detektory a zpřístupní prostory, spustí sirénu apod.). Ústředna by měla být bezpečně umístěna. [36], [43]



Obr. 14 Ústředna EZS a připojená zařízení [44 upraveno]

Přístupová klávesnice

Slouží k zapnutí a vypnutí bezpečnostní ochrany objektu, obsluze, základnímu programování a informování o stavu EZS (obr. 15). Pro některé systémy lze ke klávesnici přidat snímač nebo čtečku bezdrátových karet a čipů. Pro předem zvolenou ústřednu EZS je kompatibilní pouze přesný typ klávesnice. Používané typy klávesnic jsou:

- LED klávesnice, informující o nastavení EZS pomocí LED diod a akustických signálů.
- LCD klávesnice, Informující o nastavení EZS pomocí LCD displeje a akustických signálů. Na trhu jsou nabízeny i dražší varianty těchto klávesnic s dotykovým displejem. [36], [43]



Obr. 15 LCD klávesnice Paradox 641 [43]

Senzory a detektory

Zařízení reagující na změnu hlídaných parametrů v určeném prostoru, kterou oznamují ústředně EZS. Většina typů detektorů je kompatibilní s jakýmkoli standartním EZS (obr. 16). Můžou být umístěné uvnitř i zvenčí. Prakticky se používají:

- Senzory pohybu (viz kapitola 4.4.1 Pohybové senzory).
- Detektory tříštění skla. Pomocí mikrofону a vyhodnocovací jednotky hodnotí časový průběh a intenzitu zvuku v hlídaném prostoru. Poplašné hlášení detektory podávají v případě, že se charakteristiky zaznamenaného zvuku shodují s definovanými charakteristikami zvuku vzniklého při rozbití skla. Negativní vliv na detektory mají rolety, žaluzie nebo okna s bezpečnostní fólií. Při výběru zařízení je třeba uvažovat s minimální plochou tabule skla a instalační vzdáleností od skleněných ploch.
- Infrazávory. Detektory pracující s infračerveným paprskem emitovaným ve střežené vzdálenosti mezi vysílačem a přijímačem. Alarmové hlášení signalizují při přerušení paprsku. Použití infrazávory může být vnitřní, ale i jako vnější infrazávory a bariéry k ochraně pozemku.
- Magnetické kontakty. Zařízení, která zabezpečují okna a dveře, bez potřeby elektrického napájení. Skládají se z permanentního magnetu, montovaného na pohyblivou část, a sepnutého jazýčkového relé, připevněného na rám. Alarmové hlášení se spustí při oddálení magnetu. [36], [42], [43]



Obr. 16 Typy detektorů [43]

Popis k obr. 16 (zleva): 1. PIR detektor PRO Plus, 2. Venkovní detektor DG85, 3. PIR + MW detektor 525DM Vision, 4. detektor tříštění skla 457 Glasstrek, 5. infrazávora Quad PB100TD, 6. magnetický kontakt FM102. [43]

Akustické signalizace

Jedná se o sirény, které informují zvukovým poplachem o nedovoleném vniknutí do objektu a zároveň plní funkci zastrašení narušitele (obr. 17). Vnitřní sirény může doplňovat světelný poplach, například stroboskopicky blikající LED Diody. U vnějších sirén je důležitý záložní zdroj a umístění, které by nemělo být snadno dosažitelné. [43]



Obr. 17 Venkovní siréna Teknim 720WR [43]

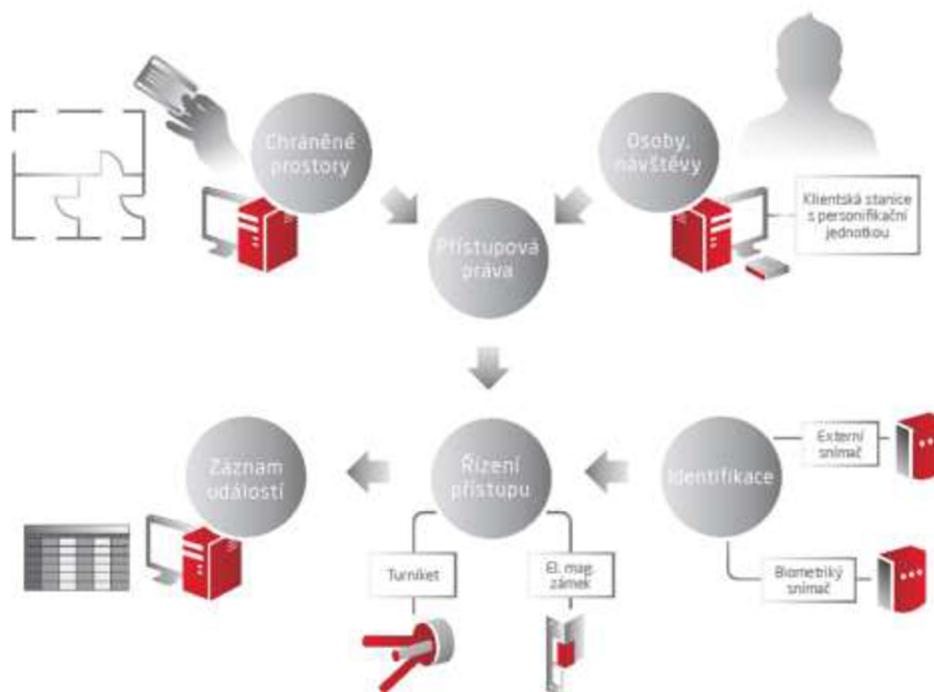
4.5.3 Popis funkce EZS

Senzory a detektory signalizující narušení bezpečnosti jsou na monitoru operátorského pracoviště zobrazeny s přesným umístěním v půdorysech jednotlivých pater budovy. Tak lze specifikovat místo vzniku poplachu, sledovat další pohyb vetřelce a informovat o něm ostrahu. Další informace lze získat napojením na uzavřený televizní okruh (CCTV) a ovládáním kamer nebo pořídit záznam z kamer videorekordérem. Pomocí CCTV lze i vyhlásit poplach při ztrátě signálu z kamer. Poplašné hlášení je na pracovišti signalizováno taky při promeškání

kontrolního stanoviště pracovníkem ostrahy v daný čas. EZS bývá většinou v kombinaci s přístupovým systémem. [36], [40]

4.5.4 Přístupový systém

Úkolem přístupového systému je především ovládání přístupů do určitých prostorů budovy na základně oprávnění jednotlivých osob (obr. 18). Systém povoluje přístup do jednotlivých zón po vyhodnocení signálů z přístupových klávesnic, snímačů karet nebo bezdotykových čteček. Díky těmto zařízením lze identifikovat jednotlivé osoby, dále také vytvářet evidenci docházky, statistiku využívání kopírek a jiných kancelářských přístrojů nebo třeba provádět bezhotovostní transakce za stravování. Další funkcí systému je monitorování průchodu osob turnikety, hlídání polohy dveří pomocí dveřního kontaktu (např. magnetického kontaktu) a maximální doby otevření dveří nebo odblokování dveří přes odchodové tlačítko. [36]

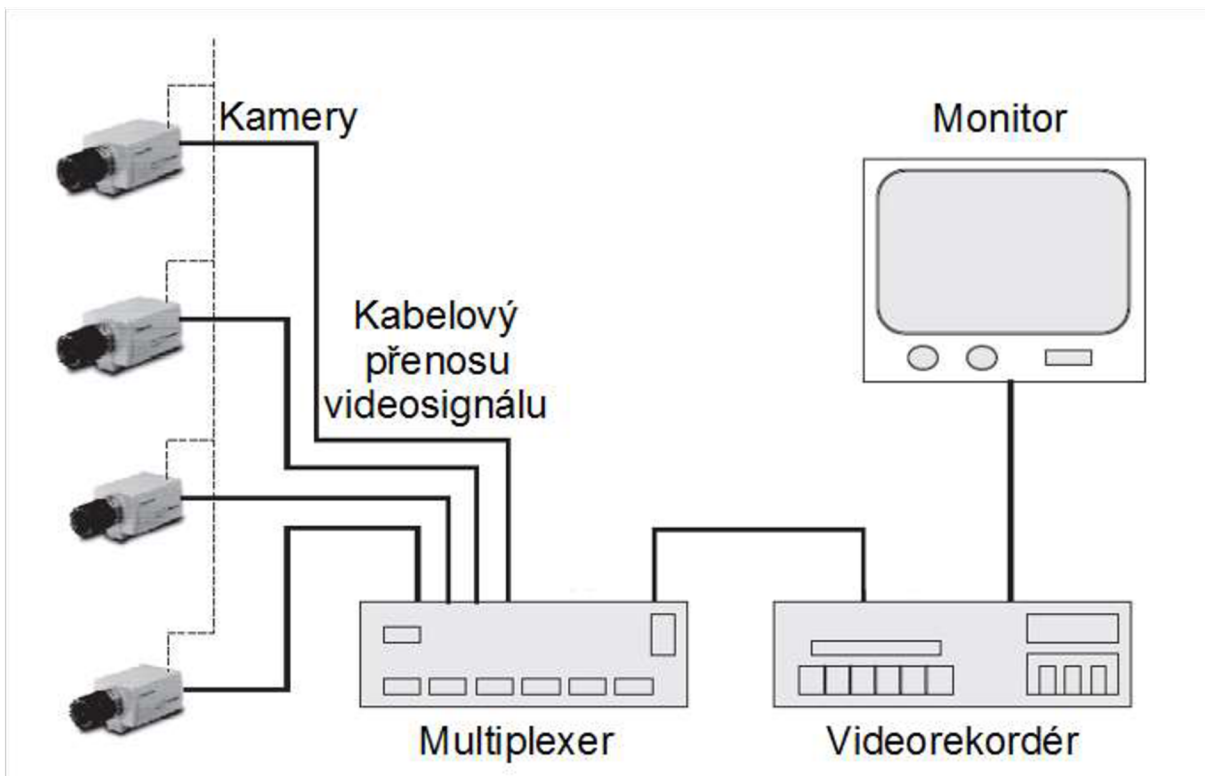


Obr. 18 Schéma přístupového systému [45]

4.6 Uzavřený televizní okruh (CCTV)

Jedná se o systém, jenž monitoruje a zaznamenává situaci v daném prostoru. Přehled o sledovaných prostorech je určen pouze určitým uživatelům (operátorům, ostraze), čili není veřejně distribuován. CCTV bývá integrován se zabezpečovacím a přístupovým systémem. Schéma CCTV je znázorněno obrázkem 19. Technické vybavení systému činí:

- Kamery, které pomocí objektivu a snímače převádí optický obraz na analogový nebo digitální signál. Kvalita objektivu by měla být adekvátní kvalitě snímače a další elektronice kamery.
- Konzoly k uchycení kamer.
- Technické systémy pro dálkové ovládání kamer.
- Trasy přenosu videosignálu. Koaxiální kabel, optické vlákno, datová síť LAN a jiné.
- Zařízení zpracovávající obraz. Multiplexery, kvadrátory a videosenzory.
- Monitory a videorekordéry. [40], [46], [47]



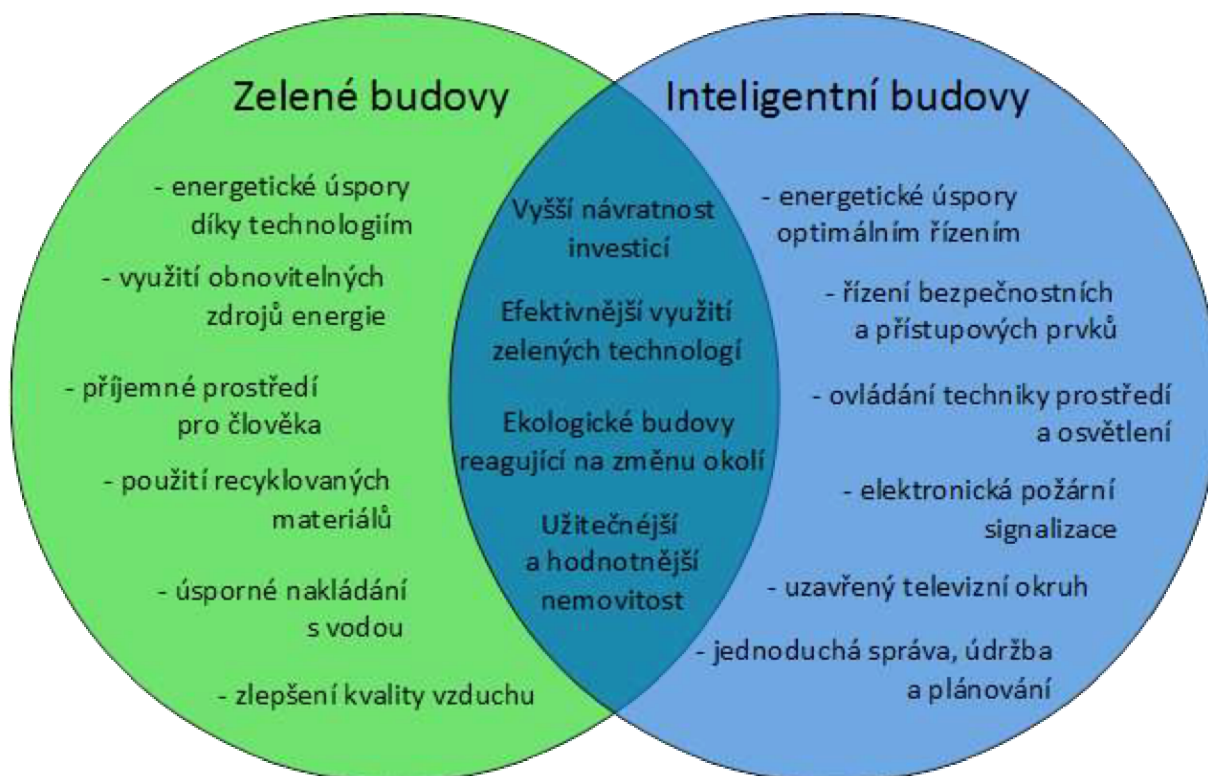
Obr. 19 Schéma uzavřeného televizního okruhu [38 upraveno]

U komerčních budov je většinou CCTV využíván pro dozor většího počtu lidí, zabezpečení objektu nebo ke kontrole výrobních procesů. Volba technického vybavení CCTV pro určitou budovu je řešena podle požadavků na černobílý nebo barevný obraz, rozlišení záznamu, schopnost zařízení přibližovat na detail. Dále se také uvažuje nad potřebou statického nebo pohyblivého monitorování prostoru, životností technické soustavy, odolností vůči rušení, kompatibilitou s jinými systémy a mnoha dalšími aspekty. Zároveň se tato volba orientuje podle prostředí použití zařízení, které se dělí do tříd:

- Třída prostředí 1 - vnitřní. Interiér při stálé teplotě.
- Třída prostředí 2 - vnitřní všeobecné. Interiér s teplotními výkyvy.
- Třída prostředí 3 - vnější chráněné. Exteriér bez přímých vlivů počasí.
- Třída prostředí 4 - vnější všeobecné. Exteriér s přímými vlivy počasí. [46], [47]

5 Možnosti inteligentního řízení zelených technologií

Výhody, plynoucí z inteligentního ovládání zelených technologií, a tedy i důvody, proč se tímto tématem zabývat, jsou popsány obrázkem 20.



Obr. 20 Spojení zelených a inteligentních technologií [podle 48]

5.1 Řízené zavlažování zelených střech

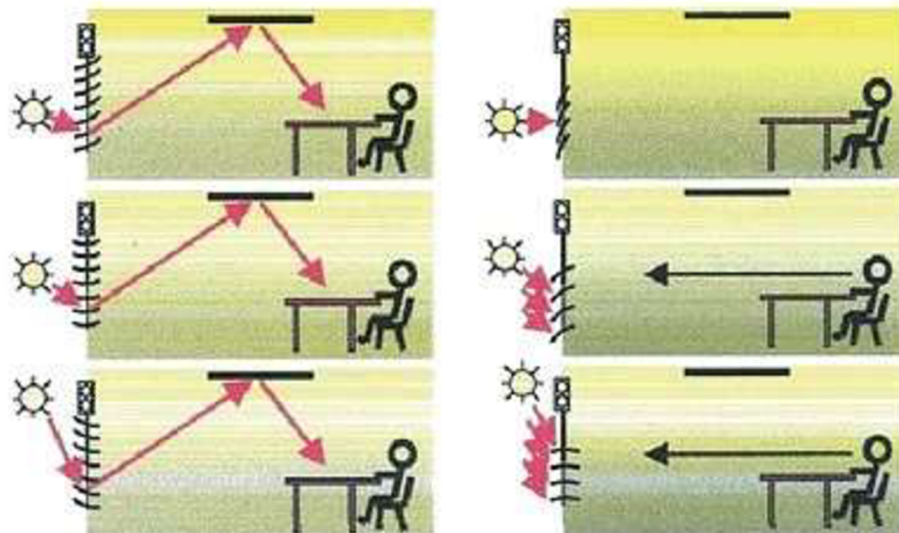
Zelené střechy lze zavlažovat horní závlahou nebo spodní závlahou. Horní závlahu (obr. 21) provádí výsuvné postřikovače, které se hydrodynamickým tlakem zvedají z úrovně země do pracovní polohy a dávkují vodu po přesně stanovený čas. Spodní závlaha je řešena kapacitními trubkami ve vzdálenosti okolo 30 centimetrů. Zavlažování je řízeno přes elektronické zavlažovací hodiny až po zavlažovací automaty. Tyto automaty využívají automatické rozdělovače vody s úspornými zavlažovacími systémy a řídí je podle dat z dešťových senzorů a z vlhkostních čidel ve vegetační vrstvě. [49], [50]



Obr. 21 Horní závlaha zelených střech [51]

5.2 Řízení stínící techniky

Základním předpokladem pro inteligentní řízení stínící techniky je její motorizace. Řídicí systém stínící techniky pomocí senzorů zpracovává a vyhodnocuje intenzitu slunečního záření, vnitřní a venkovní teplotu, intenzitu vnitřního osvětlení, rychlost a směr větru, srážky a pohyb osob. Díky ovládanému servomotoru lze stínící prvek (roletu, žaluzii apod.) nastavit do přesně stanovené polohy a docílit tak požadovaného efektu stínění nebo zajistit ochranu stínícího prvku před silným větrem. Řízením žaluzií s natáčecími lamelami je možné, kromě stínění, dokonce osvětlovat místnosti (obr. 22). V programu řídicího systému se pro každé okno, podle zeměpisné polohy a polohy slunce pro aktuální datum, vypočítá úhel natočení horních a dolních lamel. Horní lamely nasměrují odrazem sluneční paprsky na odrazovou plochu, umístěnou na stropě místnosti, která světlo rovnoměrně rozptýlí po místnosti. Dolní lamely plní funkci stínění. Pro docílení co nejpřesnějšího úhlu natočení lamel řídicí systém zohledňuje zastínění fasády okolní zástavbou a signály snímačů, které udávají reálnou polohu servomotorů. [40], [52]



Obr. 22 Žaluzie s natáčecími lamelami [40]

5.2.1 Integrace s jinými systémy

Pro dosažení komfortních světelných podmínek v budově systém řízení stínící techniky nejvíce spolupracuje se systémem řízení osvětlení. Například stínící prvky snižují tepelné zisky ze slunce v letních měsících a umělé osvětlení zvýší úroveň světla v místnostech na stanovenou hodnotu. Při takové situaci je ovšem nutné brát ohled na psychiku člověka, pro kterou je přirozené světlo příjemnější. Počet některých technických zařízení, jako jsou pohybové senzory, které komunikují s oběma systémy, lze při integraci těchto systémů redukovat. Další systémy, se kterými stínící technika může kooperovat, jsou klimatizace, vytápění a zabezpečení. Nejlepší součinnost klimatizace, vytápění a stínících prvků je zajištěna v prostorech bez pohybu osob. Obsazené prostory není možné plně zastínit, což omezuje součinnost systémů. Tato indispozice se ovšem dá kompenzovat pomocí žaluzií s řídicími lamelami uvedenými výše. Napojením na elektronický zabezpečovací systém lze stínícími prvky zkvalitnit ochranu skleněných ploch proti vloupání (např. zatažením rolet při aktivaci alarmu). [52]

5.3 Řízení solárních kolektorů

Solární kolektory mohou představovat významný zdroj tepla pro ohřev teplé vody či jinou potřebu, ovšem mají řadu nevýhod:

- Nejsou schopné reagovat na změny ročních období, pohyb a proměnlivý sklon slunce.
- Musjí být instalované v kombinaci s jiným zdrojem tepla, aby se zajistilo celoroční pokrytí všech potřeb.
- Kolektory, vstupní a výstupní potrubí mohou být vystaveny takovým povětrnostním podmínkám, že například v zimě mohou ochlazovat teplotnosné médium do minusových teplot. Naopak při slunných dnech a odstávce systému z provozu lze na kolektorech naměřit až dvě stě stupňové teploty.
- Kolektory není možné optimálně zapínat a vypínat podle aktuální potřeby teplé vody. Z důvodu časového rozdílu získávání tepla a jeho využívání je v systému začleněn akumulační zásobník. [53]

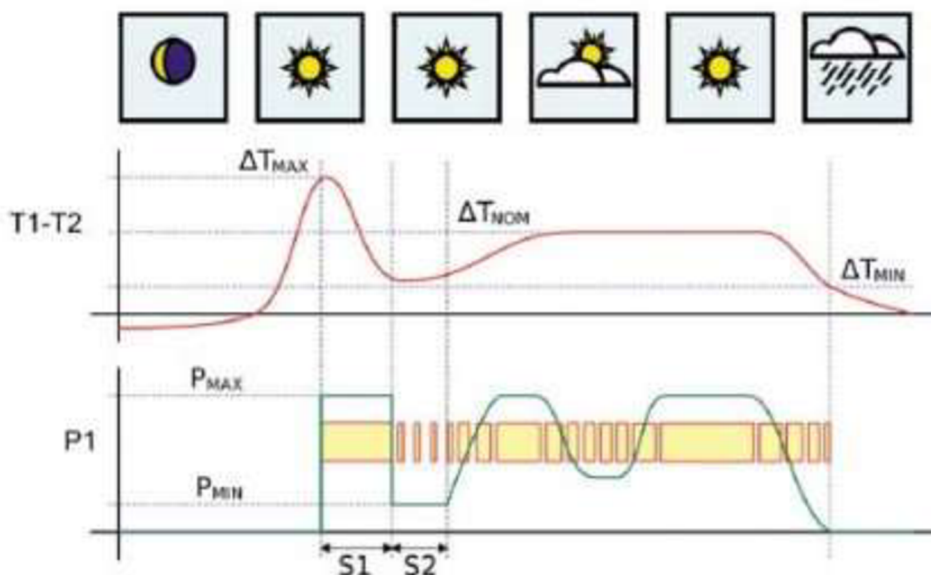
Řídicí systém zefektivňuje a optimalizuje solární kolektory tak, že zajišťuje:

- Tepelné solární zisky z kolektorů a zároveň brání tepelným ztrátám ze systému při absenci slunečního svitu. Při této absenci zajišťuje i odstavení čerpadla primárního okruhu.
- Distribuci tepelné energie ze zásobníků do jednotlivých spotřebitelských okruhů.
- Udržování teplot pracovních látek pod maximálními hodnotami.
- Optimální účinnost kolektorů při různých provozních a povětrnostních podmínkách.
- Zapojení jiného topného tělesa při nedostatku sluneční energie. [53]

Z důvodu velkého množství vykonávaných funkcí je níže vysvětlen pouze jeden základní princip řízení solárního okruhu k dosažení potřebné teploty.

5.3.1 Princip řízení kapalinových kolektorů

Princip řízení kapalinových kolektorů je v závislosti na proměnlivých klimatických podmínkách znázorněn obrázkem 23. Řídicí systém při překročení maximálního rozdílu teplot v kolektorech a v zásobníku (ΔT_{MAX}) spustí čerpadlo na maximální výkon (P_{MAX}) a začne zaplavovat kolektory teplonosnou kapalinou. Tímto způsobem za čas $S1$ teplotní rozdíl prudce klesne. Po dobu $S2$ je kapalina hnána čerpadlem nastaveným na minimální výkon, čímž se stabilizují tepelné poměry v systému. V dalším čase se dorovná teplotní rozdíl kolektorů a zásobníku k hodnotě ΔT_{NOM} pomocí ovládání výkonu čerpadla. Nakonec se při ztrátě solárních zisků (ΔT_{MIN}) čerpadlo odstaví. [54]



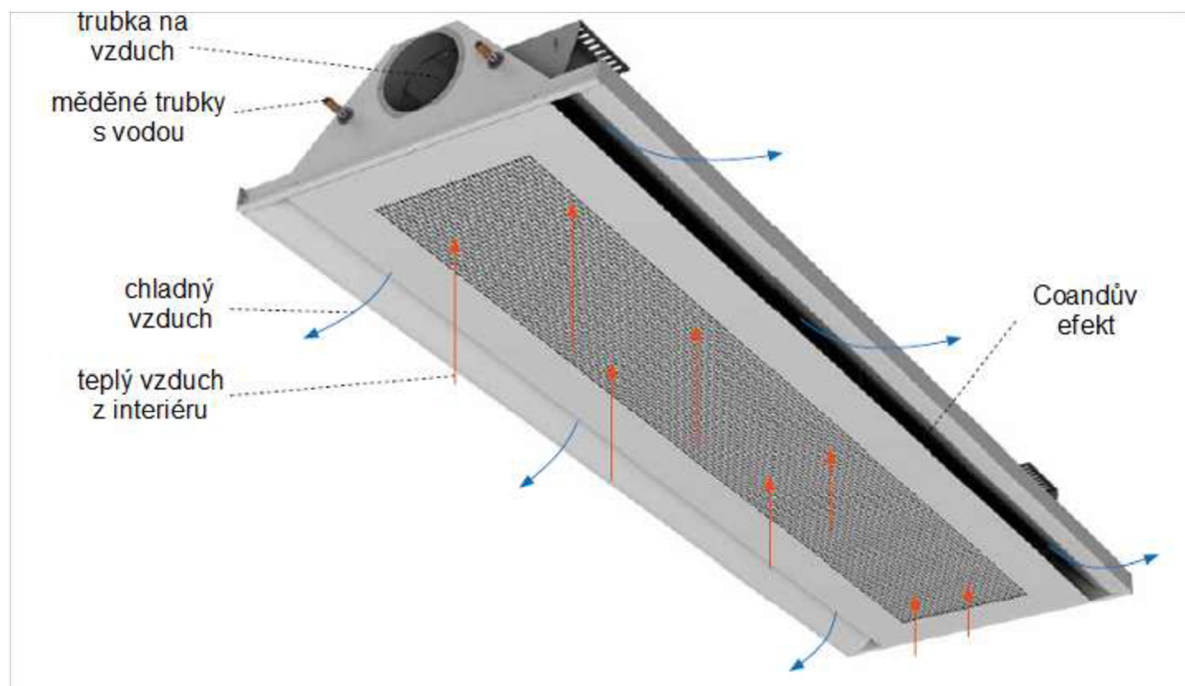
Obr. 23 Řízení kapalinových kolektorů [54]

6 Trendy v technologiích zelených inteligentních budov

Z pohledu dneška by se inteligentní technologie mohly v budoucnu stávat standardním vybavením budov. Jednotlivé inteligentní stavby by dokonce mohly komunikovat mezi sebou navzájem díky síťovému propojení budov v rámci města. Budoucí koncepce a projekty by se ovšem neměli zcela orientovat na inteligentní budovy, ale spíše na inteligentní zelené budovy, které zajistí ještě šetrnější nakládání s energiemi. Podle zákona o hospodaření s energií by měli být počátkem roku 2018 stavěny veřejné budovy s téměř nulovou spotřebou energie a po roce 2020 by téměř nulové spotřeby energie měly dosahovat všechny nově stavěné budovy. Budoucí inteligentní zelené technologie by tedy měly přinášet budovám energetické zisky, omezovat neekonomické plýtvání s energiemi a zajišťovat maximální efektivitu technických systémů. [9]

6.1 Systém Solus

Jedná se o technologii, určenou k zajištění stálé celodenní teploty v interiérech budovy. Funguje na principu předávání tepelné energie mezi vyhřátým a chladným prostorem pomocí aktivních chladících trámů (obr. 24) s jediným vodním okruhem. Prakticky tedy sníží teplotu vyhřátých prosluněných místností a zvýší teplotu chladných zastíněných prostorů. Výrobce, kterým je firma Lindab, uvádí, že díky této technologii lze dosáhnout snížení energetických nákladů na chlazení až o 45%. Kromě toho má Solus výhodu ve snadnější instalaci, nízkých nárocích na údržbu, recyklovatelnosti většiny prvků zařízení a pro dosažení větších úspor jej lze kombinovat s obnovitelnými zdroji energie. O revolučnosti této technologie svědčí i její nominace na Produkt roku v kategorii Proudění vzduchu britským prestižním oborovým časopisem H&V News. [55], [56]



Obr. 24 Aktivní chladící trám Lindab Solus [56 upraveno]

6.2 LED a OLED

Technologie LED a OLED jsou jednoznačným trendem v osvětlení, který nahrazuje dnes již neekonomické žárovky a úsporné zářivky. Přejít na úspornější zdroje osvětlení je dokonce řízen evropskou směrnicí o ekodesignu výrobků, která vyžaduje postupný zákaz prodeje neefektivních světelných zdrojů. Díky mohutné mezinárodní podpoře vývoje a výzkumu se neustále vylepšuje řada parametrů LED a OLED. Snižují se výrobní náklady, zvyšuje účinnost, prodlužuje životnost a jiné. Z ekologického hlediska jsou tyto technologie nejčistším způsobem osvětlení. [57], [58]

6.2.1 LED (light-emitting diode)

Jedná se o diodové světelné zdroje, přesněji řečeno o polovodičové zdroje s P-N přechodem, kde procházející elektrický proud vyvolá emisi fotonů. Vznikly snahou o vytvoření zdroje světla s větší účinností, širším rozsahem barevné teploty a delší životností než má halogenová žárovka. Tyto požadavky LED osvětlení splňuje a zároveň nepřináší žádná technická negativa. S účinností se bílé LED pohybují v rozmezí 70 – 100 lm/W a s životností okolo 50 000 hodin. Pro docílení potřebného světelného výkonu požadovaného v budovách je třeba sloučit velké množství malých LED světel. Správný barevný tón světla vyžaduje specifický luminofor (zařízení měnící vlnové délky světla) nebo více správně vybraných luminoforů, to ovšem na úkor účinnosti. Tyto světla jsou taky dobře elektromagneticky kompatibilní s jinými elektronickými zařízeními. Příklad použití LED světel je na obrázku 25. [59]



Obr. 25 LED osvětlení komerční budovy [60]

6.2.2 OLED (organic light-emitting diode)

Dynamicky se vyvíjející technologie, úzce příbuzná LED. Jedná se o diody z organických vodivých polymerů uložených mezi anodou a katodou, které pod elektrickým napětím vyzařují světlo. Diody jsou extrémně tenké, celková tloušťka nedosahuje dvou milimetrů, a to včetně milimetrového skleněného podloží a obalu. OLED vyzařuje měkké, dobře regulovatelné, neoslňující světlo, které dosahuje plného výkonu okamžitě po zapnutí a je bez škodlivého ultrafialového a infračerveného záření. Index podání barev je u OLED větší než 80. Tento index hodnotí věrnost barevného vjemu určitého objektu při osvětlení daným světelným zdrojem oproti barevnému vjemu od slunce. Je udáván v rozmezí 0 až 100, přičemž Ra=100 přísluší rozptýlenému slunečnímu světlu. Index s hodnotou 80 tedy pro OLED určuje vysokou kvalitu zobrazování barev předmětů. Účinnost běžných OLED se pohybuje okolo 25 lm/W a životnost v rozmezí 10 – 15 tisíce hodin. [61], [62]

7 Závěr

Inteligentní a zelené technologie komerčních budov poskytují svým majitelům a uživatelům řadu výhod a nových možností. Řízené systémy techniky prostředí, solárního stínění a osvětlení zajišťují příjemné prostředí pro jejich uživatele podle individuálních požadavků. Zelené střechy, popř. i jiné formy flóry v budovách, mají pozitivní vliv na lidskou psychiku a místní mikroklima. Elektronický zabezpečovací systém, přístupový systém a uzavřený televizní okruh monitorují specifické prostory budov a jejich okolí, čímž zajišťují bezpečnost jejich uživatelů.

Ovšem, kromě všech těchto přínosů, většina technologií a technických zařízení, uvedených v této práci, redukuje energetickou náročnost budovy. Zelené střechy, řídicí systémy solárního stínění a technologie Solus udržují tepelnou pohodu v interiéru. Solární kolektory, fotovoltaické články, dvojité transparentní fasády a Trombeho stěny vytváří energetické zisky ze slunečního záření. Přímé a nepřímé technologie úspory vod minimalizují plýtvání s pitnou vodou. Inteligentní systémy techniky prostředí a osvětlení optimalizují funkci technických zařízení. Řízením solárních panelů se zvyšuje jejich účinnost a LED či OLED osvětlení snižují spotřebu elektřiny a umožňují využít elektřinu z fotovoltaických panelů.

Nové směrnice Evropské unie kladou na členské státy hned několik požadavků k energetické náročnosti budov. V České republice se tyto směrnice odráží v zákoně č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií a ve znění jeho pozdějších předpisů. Tento zákon stanovuje plnění požadavků pro:

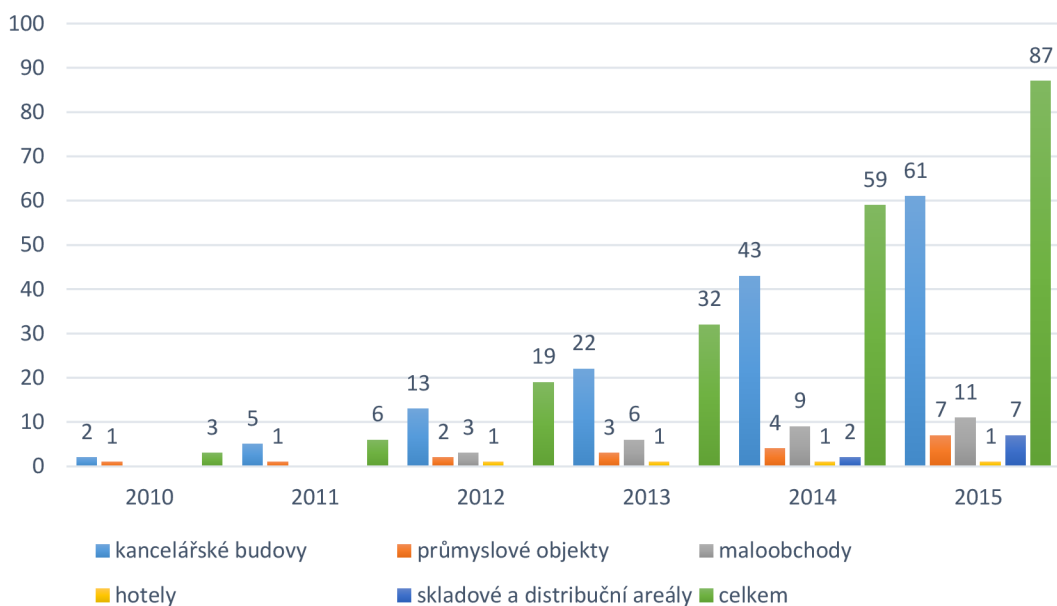
- novostavby a dokončené budovy s větší stavební změnou,
- budovy orgánů veřejné moci s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 250 m²,
- užívané bytové domy a administrativní budovy,
- prodávané či pronajímané budovy nebo jejich ucelené části.

Požadavky jsou kladeny na celkovou dodanou a neobnovitelnou primární energii za rok, průměrný součinitel prostupu tepla, účinnost technických systémů a na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí. O volbě požadavků pro určitou budovu rozhoduje typ budovy (tab. 1). Zákon č. 406/2000 Sb. zároveň do následujících roků postupně zavádí požadavek na budování novostaveb jako budov s téměř nulovou spotřebou energie, jejichž spotřeba energie musí být z velké části pokryta energií vyrobenou z obnovitelných zdrojů.

Příkladem moderní energeticky efektivní komerční budovy může být budova City Green Court v Praze. Tato osmi podlažní kancelářská budova má zelenou střechu, využívá dešťovou vodu pro zalévání či mechanický systém budovy a disponuje vysoce efektivní vzduchotechnikou. Dále má instalované světelné senzory, technologie přímé úspory vod a zajímavostí je, že vytápí garáže pomocí odpadního vzduchu z kanceláří. Z pohledu energetické náročnosti je tato budova navržena tak, aby spotřebovala o 56% energie méně, než požaduje český stavební zákon. [63], [64]

Inteligentní a zelené technologie, které činí budovy energeticky šetrnými, jsou a pravděpodobně i budou stále atraktivnější. Svědčí o tom graf 1 zveřejněný internetovým portálem České rady pro šetrné budovy. Tento graf vyjadřuje počet komerčních budov, které

získaly LEED nebo BREEAM certifikaci, v rozmezí let 2010 až 2015. LEED a BREEAM certifikace potvrzují splnění kritérií určitého standardu. Hodnotí například hospodaření s vodou, použité materiály v budově, kvalitu vnitřního prostředí, užívání energií, ekologii apod. [65]



Graf 1 Počet certifikovaných komerčních budov v letech 2010 až 2015 [podle 66]

Seznam použitých zdrojů

- [1] Reference: Analýza řídicích systémů budovy společnosti ICADE v Mnichově. *FERAMAT cybernetics* [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.feramat.com/reference-icade-mnichov.html>
- [2] HUDCOVÁ, Lenka. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa* [online]. Praha: EkoWATT, 2009 [cit. 2016-04-26]. ISBN 978-80-87333-03-7. Dostupné z: http://ekowatt.cz/library/dokumenty/Energeticka_narocnost_budov.pdf
- [3] Průkaz energetické náročnosti. *Vše, co potřebujete vědět o nových průkazech energetické náročnosti* [online]. b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.prukaznadum.cz/co-to-je>
- [4] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. *TZB-info* [online]. b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-78-2013-sb-o-energeticke-narocnosti-budov>
- [5] ODBOR 32100, . Průkaz energetické náročnosti budov. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument119528.html>
- [6] Nové požadavky na hodnocení energetické náročnosti budov od 1. dubna 2013. *TZB-info* [online]. 2013 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9745-nove-pozadavky-na-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-od-1-dubna-2013>
- [7] SOUČÁSTI ENERGETICKÉHO PRŮKAZU. *INKAPO* [online]. b.r. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.inkapo.cz/sluzby/prukaz-energeticke-narocnosti-budovy-penb/nalezitosti-prukazu-energeticke-narocnosti-budovy>
- [8] Energetická náročnost budov - definice pojmů. *TZB-info* [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/239-energeticka-narocnost-budov-definice-pojmu>
- [9] Co změní předpisy o energetické náročnosti budov z pohledu odborníků ČKAIT. *ČKAIT* [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.ckait.cz/content/co-zmeni-predpisy-o-energeticke-narocnosti-budov-z-pohledu-odborniku-ckait>

- [10] Průkaz energetické náročnosti budov (PENB). *Cubicor News* [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://news.cubicor.cz/clanek/průkaz-energetické-náročnosti-budov-penb>
- [11] Zelené technologie - co to je?. *Hra o Zemi: asociace ekologických organizací* [online]. Praha 2, 2008 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.hraozemi.cz/aktuality/detail-zelene-technologie-co-to-je.html>
- [12] Zelené střechy. *Efel* [online]. Rajhradice, 2012 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.efel-drevostavby.cz/zelene-strechy/>
- [13] Zelené střechy Central Park Praha patří k největším ve střední Evropě. *TZB-info* [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/5609-zelene-strechy-central-park-praha-patri-k-nejvetsim-ve-stredni-evrope>
- [14] Nanyang Technological University (NTU) School of Art, Design and Media (ADM). *Greenroofs.com* [online]. 2015 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=846>
- [15] Střešní systémy - základní informace, názvosloví a požadavky na střešní konstrukce. *TZB-info* [online]. Praha, 2007 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3792-stresni-systemy-zakladni-informace-nazvoslovi-a-pozadavky-na-stresni-konstrukce>
- [16] Stínící systémy komerčních budov: estetika i ekonomika. *EARCH*. [online]. Praha, 2007 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.earch.cz/cs/stinici-systemy-komercnich-budov-estetika-i-ekonomika>
- [17] STÍNICÍ PRVKY – SOUČÁST MODERNÍ STAVBY. *ASB-portal* [online]. JAGA GROUP, 2010 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/konstrukce-a-prvky/okna-dvere/stinici-prvky-soucask-moderni-stavby>
- [18] City Green Court jako příklad úspěšného projektu. *MM Průmyslové spektrum* [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/city-green-court-jako-priklad-uspesneho-projektu.html>
- [19] Kolektory na ohřev vody. *TERMS CZ* [online]. České Budějovice, 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.terms-cz.com/solarni-energie-ohrev-vody.php>
- [20] Spôsoby využívania slnečnej energie. *TZB-info* [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1952-sposoby-vyuzivania-slnecej-energie>

- [21] Solární kolektory: Typy solárních kolektorů. *TZB-info* [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [22] Solární energie. *Jiří Vinter: Stavební firma* [online]. Zlín, b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.vinter.cz/index.php?page=solar&lang=CZ>
- [23] Fotovoltaika. *TZB-info* [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>
- [24] Pasivní solární energie - nové trendy. *TZB-info* [online]. Praha, 2003 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1705-pasivni-solarni-energie-nove-trendy>
- [25] MAZÁČ, ONDŘEJ. *Využití solární energie pro vytápění a větrání – solární fasády* [online]. Brno, 2008 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6574. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Michal Jaroš, Dr.
- [26] HÁNOVÁ, Marie. *Trombeho stěna: Nejjednodušší využití solární energie* [online]. Plzeň: Krajský úřad Plzeňského kraje, odbor životního prostředí., 2009 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: http://www.envic.cz/dokumenty/Trombeho_stena_brozura_nahled.pdf
- [27] TROMBEHO STĚNA: VYHŘÍVÁNÍ A VENTILACE DOMU ZADARMO. *Dům & zahrada* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.dumazahrada.cz/stavba-rekonstrukce/rekonstrukce/23448-trombeho-stena/>
- [28] PLOTĚNÝ, Karel a Adam BARTONÍK. *Rešerše – hospodaření s vodou* [online]. Brno: ASIO, spol., 2015 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.sanceprobudovy.cz/assets/files/Reserse%20-%20hospodareni%20s%20vodou.pdf>
- [29] Zařizovací předměty: Suché pisoáry z pohledu správy a uživatelů. *TZB-info* [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/zarizovaci-predmety/10371-suche-pisoary-z-pohledu-spravy-a-uzivatelu>
- [30] 7 World Trade Center. SIRVAITIS, Karen. *Seven wonders of green building technology* [online]. Minneapolis: Twenty-First Century Books, 2010, s. 53 [cit. 2016-05-21]. ISBN 9780761342427.

- [31] BAUER, Michael, Peter MÖSLE a Michael SCHWARZ. *Green building: guidebook for sustainable architecture* [online]. New York: Springer, 2010 [cit. 2016-05-24]. ISBN 36-420-0635-3.
- [32] WATER RECYCLING: PHOENIX Water Recycling - Greywater Systems. *PHOENIX* [online]. 2016 [cit. 2016-05-21]. 502.499.6198. Dostupné z: http://www.dewater.com/water_recycling/greywater.html
- [33] *Inteligentní budovy* [online]. b.r. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.inteligentni-budovy.cz/>
- [34] Inteligentní budova (I). *TZB-info* [online]. Praha, 2002 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1143-inteligentni-budova-i>
- [35] KŘIŽANOVSKÝ, Pavel. Informační technologie v inteligentní budově. *Energie21* [online]. 2014 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://energie21.cz/informacni-technologie-v-inteligentni-budove/>
- [36] Inteligentní budova (II). *TZB-info* [online]. Praha, 2002 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1154-inteligentni-budova-ii>
- [37] SINOPOLI, James. *Smart building systems for architects, owners, and builders* [online]. Boston: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2010 [cit. 2016-05-21]. ISBN 978-1-85617-653-8.
- [38] WANG, Shengwei. *Intelligent buildings and building automation* [online]. New York: Spon Press, 2010 [cit. 2016-05-21]. ISBN 02-038-9081-7.
- [39] CHRISTENSSON, P. P2P Definition. *TechTerms* [online]. Sharpened Productions, 2006 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://techterms.com/definition/p2p>
- [40] Inteligentní budova (III). *TZB-info* [online]. Praha, 2002 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1164-inteligentni-budova-iii>
- [41] Zapojení stmívače pro jednobarevné LED pásky. *LED LINE* [online]. 2016 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.ledline.cz/3-stmivani-jednobarevne-led-pasky.html>
- [42] 3. PERIMETRICKÁ, PLÁŠŤOVÁ, PROSTOROVÁ A PŘEDMĚTOVÁ OCHRANA. In: *KATEDRA MIKROELEKTRONIKY: Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze* [online]. b.r. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.micro.feld.cvut.cz/home/x34ezs/prednasky/03%20Perimetricka%20plastova%20prostorova%20predmetova%20ochrana.pdf>

- [43] Princip fungování EZS. *Ladinn.cz* [online]. 2013 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.ladinn.cz/ostatni/technika/princip-EZS.html>
- [44] EZS - Jablotron OASiS. *Turkon.cz* [online]. b.r. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.turkon.cz/cz/zabezpecovaci-zarizeni>
- [45] Přístupový systém SAITECH. *SAITECH* [online]. Terezín, 2012 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://saitech.cz/reseni/pristupovy-system-saitech>
- [46] ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY CCTV PRŮMYŠLOVÁ TELEVIZE. *ELMONT GROUP* [online]. Brno, b.r. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.elmontgroup.cz/sluzby/bezpecnostni-systemy/zabezpecovaci-systemy-cctv-prumyslova-televize>
- [47] Uzavřené televizní okruhy (CCTV). *UČÍME V PROSTORU: Vzdělávací 3D encyklopedie* [online]. b.r. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/dum/?page_id=2825
- [48] Solutions: Smart or Green Building Design Solutions. *E2E Consulting* [online]. 2016 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.e2econsulting.co.za/smart-or-green-building-design/>
- [49] *Střešní zahrady Isover: Řešení pro novostavby i rekonstrukce* [online]. Divize Isover, Saint-Gobain Construction Products CZ, 2011 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/data/files/stresni-zahrady-lowres-607.pdf>
- [50] Pozemní stavitelství IV.: 5. PLOCHÉ STŘECHY. *Fakulta stavební: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava* [online]. b.r. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/5.html>
- [51] Green Roof Irrigation. *Vegetal i.D.* [online]. b.r. [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.vegetalid.us/green-roof-solutions/270-green-roof-irrigation.html>
- [52] VESELÝ, Tomáš. Stínící technika 9: Inteligentní řešení budov. *Materiály pro stavbu* [online]. 2012, (5), 18-21 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://www.svst.cz/attachments/135_MAT%20-%209%20d%C3%AD%20Inteligentn%C3%AD%20%C5%99e%C5%A1en%C3%AD%20budov.pdf
- [53] KOUDELKOVÁ, Daniela. RIADENIE PREVÁDZKY PRIMÁRNEHO OKRUHU SLNEČNÝCH ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV. *TZBportál* [online]. 2013 [cit. 2016-05-21]. ISSN 1338-3418. Dostupné z: <http://www.tzbportal.sk/kurenie-voda-plyn/riadenie-prevadzky-primarneho-okruhu-slnecnych-energetickych-systemov.html>

- [54] ĎUŘÁK, Peter. Inteligentný systém riadenia solárnych kolektorov. *Techpark* [online]. Žilina, 2008 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.techpark.sk/technika-11-2009/inteligentny-system-riadenia-solarnych-kolektorov.html>
- [55] Budoucnost vzduchotechnických systémů s průlomovou technologií Solus od Lindabu. *TZB-info* [online]. Praha, 2015 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/13524-budoucnost-vzduchotechnicky-systemu-s-prulomovou-technologiei-solus-od-lindabu>
- [56] LindabSolus: Supply air beam. *Lindab* [online]. 2016 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/comfort/lindab/technical/solus.pdf>
- [57] LED ve společnosti OSRAM – technologie budoucnosti. *OSRAM* [online]. 2016 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://www.osram.cz/osram_cz/novinky-a-znalosti/led-domov/technicke-informace/zakladni-prehled-led/technologie-budoucnosti/index.jsp
- [58] PUŽMANOVÁ, Rita. LED - světlo budoucnosti. *SVĚTLO* [online]. 2009, (5), 74-76 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39813.pdf>
- [59] Není budova bez (LED) osvětlení. *Inteligentní budovy* [online]. Český Těšín: Trade Media International, 2012 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://inbudovy.cz/artukul/article/neni-budova-bez-led-osvetleni/>
- [60] Jak se vyvíjí technologie LED v oblasti komerčních a průmyslových svítidel?. *Volty.cz* [online]. René Pajurek, 2016 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.volty.cz/2016/01/18/jak-se-vyvi-ji-technologie-led-v-oblasti-komer-ncnich-a-prumyslovych-svitidel/>
- [61] Index podání barev. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Index_pod%C3%A1n%C3%AD_barev
- [62] WIŚNIEWSKI, Andrzej. OLED - technologie přímo z budoucnosti. *Inteligentní budovy* [online]. Trade Media International, 2013 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: http://inbudovy.cz/index.php?id=99&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=553&cHash=b6988ee9838b47f7e4784895010eb22c&type=98
- [63] City Green Court. *Česká rada pro šetrné budovy* [online]. Praha, c2009-2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/setrne-projekty/projekt/5/skanska-a.s./city-green-court>

- [64] City Green Court. SKANSKA [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.skanska.cz/cz/projekty/projekty/?pid=7449>
- [65] Certifikace budov Breeam, LEED, SBTool CZ. Enerfis [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.enerfis.cz/sluzby/zelene-budovy/certifikace-budov-breeam-leed-sbtoolcz/bream-leed-obecne-info>
- [66] Česká rada pro šetrné budovy rozšiřuje své aktivity v regionech. *Česká rada pro šetrné budovy* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/zpravy/zprava/424/ceska-rada-pro-setrne-budovy-rozsiruje-sve-aktivity-v-regionech>

Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Jednotka	Popis
BAS	-	Řídicí systém technologických zařízení budovy
CCTV	-	Uzavřený televizní okruh
ENB	-	Energetická náročnost budovy
EVP	m ²	Energeticky vztažná plocha
EZS	-	Elektronický zabezpečovací systém
HVAC	-	Systemy vytápění, větrání a klimatizace
LED	-	Light-emitting diode
OLED	-	Organic light-emitting diode
PENB	-	Průkaz energetické náročnosti budovy