Klimatická neutralita budov do roku 2050

Dr. Burkhard Schulze Darup, Augraben 96, D-90476 Nürnberg, schulze-darup@schulze-darup.de

1 Základní otázky

Aby mohly být dosaženy globální cíle ochrany klimatu, musí být v rámci EU sníženy emise CO_2 do roku 2050 o 80 – 95 %. V oblasti budov je na rozdíl od většiny ostatních oblastí možné při přijatelné náročnosti a při využití v současnosti dostupných technologií dosáhnout 100 % snížení. K jakému pokroku musí dojít v oblasti technického vybavení, konstrukčního a materiálového řešení obálky budovy, ve způsobu urbanistického uspořádání obytných celků, v oblasti využití obnovitelné energie a způsobu dodávky energií stejně jako v obecní i regionální koncepci ochrany klimatu, aby se podařilo tento cíl při použití technologií pro pasivní domy u novostaveb a rekonstrukcí uskutečnit a aby se podařilo ze sídelních celků vytvořit decentrální dodavatele energie? Pro zodpovězení této otázky byly zkoumány prvky energeticky úsporných domů, jednotlivé budovy i celé urbanistické celky. Na základě toho byl vypracován scénář pro Spolkovou republiku Německo, z kterého jsou zřejmé rámcové podmínky pro dosažení klimatické neutrality do roku 2050 a zároveň i z toho plynoucí vyhlídky.

2 Energeticky efektivní prvky

		Novostavba						Rekonstrukce					
		1980	1995	2010	2020	2030	2050	1980	1995	2010	2020	2030	2050
Stěna	U [$W/m^2.K$]	0,24	0,16	0,12	0,1	0,08	0,06	0,4	0,25	0,15	0,12	0,1	0,08
Střecha	U [$W/m^2.K$]	0,2	0,14	0,1	0,08	0,06	0,05	0,25	0,18	0,12	0,10	0,08	0,06
Základ	U [$W/m^2.K$]	0,24	0,16	0,12	0,1	0,08	0,06	0,5	0,25	0,16	0,14	0,12	0,08
Okno	U_g [$W/m^2.K$]	1,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	2,6	1,3	0,7	0,6	0,5	0,45
	U_f [$W/m^2.K$]	1,8	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	1,8	1,6	0,9	0,7	0,6	0,55
	Hodnota g	60 %	50%	52 %	55 %	55 %	58 %	70 %	60 %	50 %	52 %	55 %	55 %
Vnější dveře	U_w [$W/m^2.K$]	2,6	0,85	0,75	0,6	0,4	0,3	2,6	1,5	1,2	0,75	0,6	0,4
Tepelné mosty	ΔU_{WB} [$W/m^2.K$]	0,05	0	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	0,1	0,05	0,03	0,025	0,020	0,015
Vzduch otěsnost budovy	n_{50} [1/h]	1,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	3	1,5	0,6	0,5	0,4	0,35
Větrání	Účinnost ZZT	65 %	80 %	85 %	90 %	92 %	95 %			80 %	85 %	90 %	92 %
	E-účinnost [W/m^3]	0,8	0,45	0,4	0,35	0,3	0,27			0,45	0,4	0,35	0,3

Tabulka 1: Vývoj standardu konstrukcí a klíčových parametrů pro novostavby a rekonstrukce, které jsou v jednotlivých letech s velkou pravděpodobností realizovatelné. Hodnoty tvoří základ pro výpočty v kapitole 3

Prvky vhodné pro pasivní domy se v posledních 20 letech za usilovné snahy o inovaci neustále zlepšují. Musíme vycházet z toho, že tento trend bude pokračovat.

Technické vybavení – vytápění, příprava teplé vody a procesní teplo: v následujících letech dojde k významné změně v řešení otopných soustav. Významným rozšířením budov s velmi kvalitní obálkou ztrácí dosavadní způsob řešení otopných soustav svou podstatu. Následující hlediska se musí zohlednit:

- Tepelná zátěž, která co nevidět běžně bude ležet výrazně pod 10 W/m^2, umožňuje použití nejjednodušších systémů vytápění, které musí využívat součinnosti vzduchotechniky a přípravy teplé vody, jak už to umožňuje kompaktní agregát tepelného čerpadla. Zvýšené investice do obálky budovy jsou vyrovnány redukcí „klasického“ technického vybavení. Celkový rozsah technického vybavení bude v důsledku nutnosti použití vzduchotechniky a obnovitelných zdrojů energie samozřejmě větší.
- Příprava teplé vody svojí spotřebou energie začíná postupně převyšovat energetické nároky na vytápění a z toho vyplývá požadavek vyvíjet stále účinnější systémy. Souběžně s tím je potřeba dále rozvíjet využití solární termické energie – v součinnosti s fotovoltaikou.
- Drahé technologie pro řízení vytápění, monitorování a účtování nebudou již v budoucnosti potřeba a představují u komplexní komunikační techniky jen malé přídavné moduly, které lze společně se spotřební elektronikou uchovávat ve velikosti mobilu.
- Energetické a tepelné toky v obytných místnostech naznačují vhodnost spojení technického vybavení s kuchyňskou technikou do jednoho celku.
- Vysoce energeticky efektivní budovy proměňují strukturu zásobování energií na úrovni městských urbanistických celků. Monovalentní zásobování elektřinou se v oblastech se zástavbou rodinných domů stane standardem. Elektřina: Domovní, provozní a pomocná elektřina musejí být cíleně zohledněny při plánování a optimalizovány. Úspory mohou být dosaženy nenákladně a jsou výhodné z hlediska letní tepelné ochrany.

Letní tepelná ochrana a chlazení: Vysoce kvalitní obálka budovy přináší výhody pro letní tepelnou ochranu, pokud jsou průsvitné konstrukce a jejich stínění cíleně promyšleny. Při použití konstrukčních materiálů s dostatečnou akumulační schopností lze letní teplotu udržet na příjemné hodnotě jen díky pasivním opatřením. **Obnovitelné energie:** Využití obnovitelných energií u technického vybavení a zásobování elektřinou se stane centrálním úkolem při projektování budov a návrhu zastavovacího plánu.

3 Ukázka vývoje na vzorových projektech

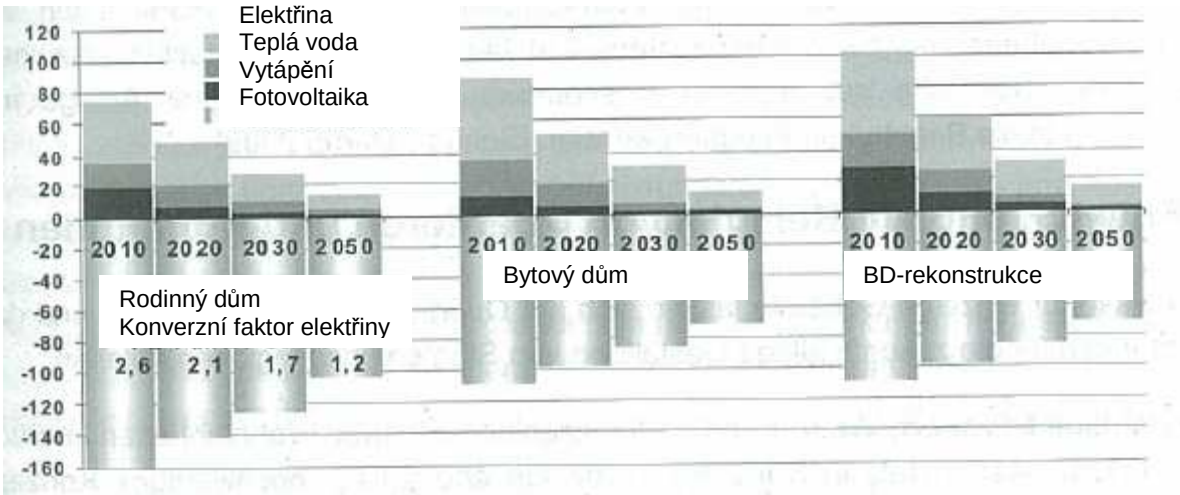
S pomocí optimalizačních plánů a realizovaných projektů bude představen potenciál dalšího vývoje až do roku 2050. Pro tento účel byly na základě vývoje prvků představeného v kapitole 2 provedeny výpočty podle Nástroje pro navrhování pasivních domů (PHPP 2007) pro charakteristické objekty, případně byly využity aktuální posudky.

Izolované rodinné domy, dvojdomy, řadové rodinné domy: Dosažení pasivního standardu požaduje u samostatně stojících rodinných domů splnění těch nejvyšších požadavků, protože požadovaná potřeba tepla na vytápění ve výši 15 kWh/(m^2.a) je konstantní a malé budovy vyžadují tu nejvyšší tepelnou ochranu. Jako příklad byl zvolen dvoupodlažní rodinný dům s cca 130 m^2 obytné plochy.

Obrázek 1: Bilance pasivního domu podle jednotlivých prvků uvedených v tabulce 1 na příkladu rodinného domu

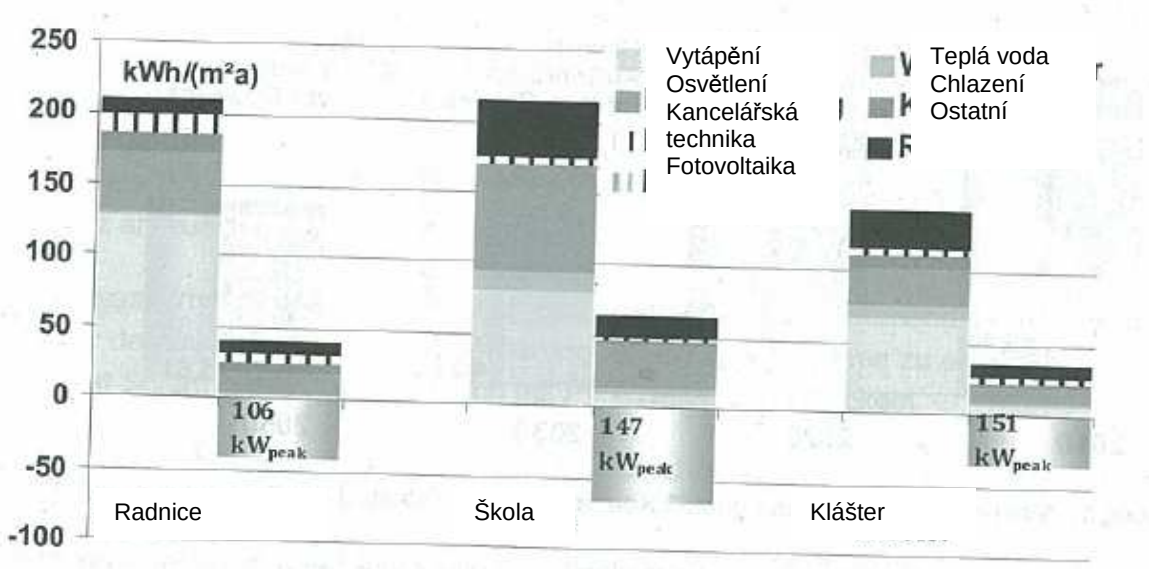
Bytový dům – novostavba: Za stejných předpokladů jako u rodinných domů byl početně stanoven i vývoj potřeby tepla na vytápění, potřeby konečné energie a primární energie na příkladu třípatrového bytového domu s 24 bytovými jednotkami o průměrné obytné ploše 75 m^2 (výsledky viz Obrázek 2).

Bytový dům – rekonstrukce: Specifika rekonstrukce jsou představeny na rekonstruovaném objektu s geometrií shodnou s posuzovanou novostavbou bytového domu. Výpočet podle PHPP dává pro standard roku 2010 (viz Obr. 2) s měrnou potřebou tepla na vytápění těsně nad 20 kWh/(m^2.a) charaketeristické hodnoty potřeb, jaké byly dosaženy v posledních letech při rekonstrukci splňující „Faktor 10“.



Obrázek 2: Optimalizační výpočty podle PHPP pro rodinný a bytový dům a rekonstrukci bytového domu: Porovnávány jsou možné energetické zisky z fotovoltaického zařízení na střeše objektu.

Nebytové stavby: Na třech příkladech nebytových domů, které jsou pokaždé řešeny jak jako novostavby tak jako rekonstrukce a některé z nich jsou právě ve výstavbě, je znázorněna bilance spotřeby primární energie a současně i hodnota primární energie za předpokladu použití fotovoltaiky. Plochy fotovoltaického zařízení jsou navrženy vždy tak, aby byly umístitelné na budovu či přilehlý pozemek.



Obrázek 3: Příklad rekonstrukce nebytového domu: Bilance primární energie zahrnující potřebu energie na vytápění, teplou vodu, chlazení, osvětlení, kancelářskou techniku a ostatní energii před a po rekonstrukci

Radnice: Radnice v Herzogenaurach s vytápěnou plochou 5981 m^2 potřebuje k dosažení standardu nulového domu fotovoltaické zařízení se špičkovým výkonem 106 kWp. [Reuter, Schulze Darup 2008]

Škola: Potřebu energie základní školy ve Feuchtwangenu s 5283 m^2 vytápěné plochy by pokryl fotovoltaický systém s výkonem 147 kWp. [Maurer, Schulze Darup 2008]

Klášter: Zvláštností z pohledu udržitelnosti je klášter Plankstetten, kde se ekonomické hodnocení vztahuje nejméně na 100 let. Kotel na štěpku užívá jako palivo suroviny z vlastních zdrojů, plocha fotovoltaického zařízení s výkonem 151 kWp může být integrována do objektu. [Schulze Darup 2009]

4 Vývoj na příkladech městských čtvrtí a obcí

Výsledky pro jednotlivé budovy lze přenést na úroveň obytných celků (např. městských čtvrtí) a z toho lze vyvodit postupy pro udržitelný vývoj měst a regionů.

Obytný soubor Nürnberg-West: Pro obytný soubor s 1030 bytovými jednotkami v jihozápadní oblasti vnitřní části Norimberku vznikl vysoce energeticky efektivní koncept. V návaznosti na sanaci splňující z hlediska účinnosti faktor 10, která byla v oblasti provedena, ve spojení s dálkovým teplem, které má příznivou bilanci primární energie, lze principielně představit „energeticky plusový“ koncept [wbg Nürnberg 2009].

Obytný soubor Strubergasse, Salzburg: Koncept modernizace pro salcburský obytný soubor s 480 bytovými jednotkami předpokládá v souvislosti s modernizací navýšení o 70 bytových jednotek a ukazuje cestu, jak lze postupnými stavebními kroky docílit energeticky pozitivní dům. Energetická bilance pro vytápění, teplou vodu a elektřinu udává spotřebu primární energie 2 360 MWh/a. Naproti tomu stojí možnost produkce primární energie z fotovoltaiky ve výši 3 284 MWh/a [Schulze Darup 2010].

Město Neumarkt i.d. Opf.: Město Neumarkt je vzhledem ke své městské i regionální struktuře stejně jako vysoké hustotě stavebního průmyslu předurčeno k možnosti dosáhnout během dvou až tří desetiletí status města s nulovými emisemi. Na základě posudku o ochraně klimatu [Energieregion 2009] ve spojení se strategickou studií [Schulze Darup 2009-

1] byl v roce 2009 schválen dotační program pro energetické úspory a ochranu klimatu. Nejdůležitějšími faktory jsou: dosáhnout rekonstrukcemi co největších energetických úspor, zvýšit počet sanací z 1,6 na 3,5 % ročně od roku 2015 a postupně zlepšit zásobovací systémy. V roce 2035 pak lze dosáhnout klimatické neutrality. Zbývající spotřeba 144,8 GWh/a může být zcela pokryta obnovitelnými zdroji.

Města Norimberk a Mnichov: Cíl ochrany klimatu města Norimberku předpokládá redukci emisí CO_2 o 80 % do roku 2050. Změnové řízení dosavadního plánu ochrany klimatu [Nürnberg 2007] na časový horizont do roku 2050 právě probíhá. Město Mnichov si dalo za cíl snížit svoje emise CO_2 do roku 2030 o 50 % a do 900. výročí města v roce 2058 se stát klimaticky neutrálním.

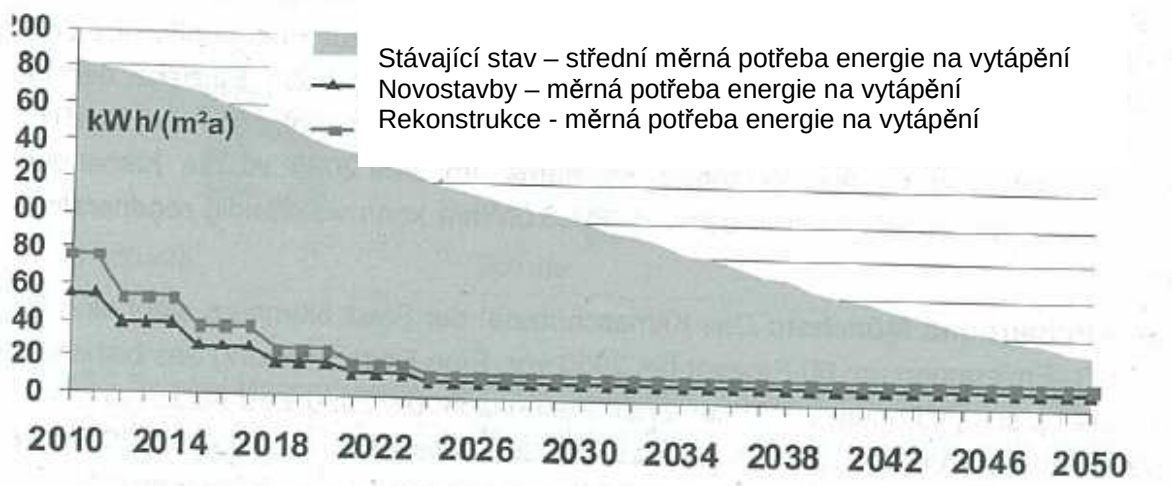
5 Koncepty zásobování

V bilancích v kapitolách 2-4 byla pokaždé provedena konfrontace s fotovoltaikou jako klíčovým prvkem obnovitelné energie, aby se prokázalo, že pro příslušný systém objektu, oblasti či regionu je klimatická neutralita dosažitelná. V principu by měla být snaha dosáhnout vysoké míry obnovitelných zdrojů energie v rámci sídelních celků. Skutečně smysluplný je ale regionální pohled, při kterém mohou být vyrovnány výkyvy v denní i roční spotřebě proměnlivým řízením výkonu stejně jako vypínáním a zapínáním modulů na straně produkce i spotřeby a může být zajištěna spolehlivost dodávky energie. Takové celistvě pospojované energetické systémy skýtají oproti dosavadní praxi velkých centrálních elektráren vysokou míru spolehlivosti dodávky a mohou do systému smysluplně začlenit obnovitelné zdroje energie. Ve střednědobém horizontu může být tímto způsobem zajištěno úplné zásobování energií z obnovitelných zdrojů.

6 Vztažení výsledků na Spolkovou republiku Německo

Metodika a bilanční limity: Na základě okrajových podmínek podle kapitol 2 až 4 je navržen scénář k dosažení klimatické neutrality ve stávající obytné zástavbě do roku 2050 pro Spolkovou republiku Německo. Pomocí metody, která se opírá o komplexní hospodářský finanční plán, byl znázorněn roční vývoj pro následujících 40 let. Následující body jsou podstatným předpokladem pro dosažení klimatické neutrality do roku 2050:

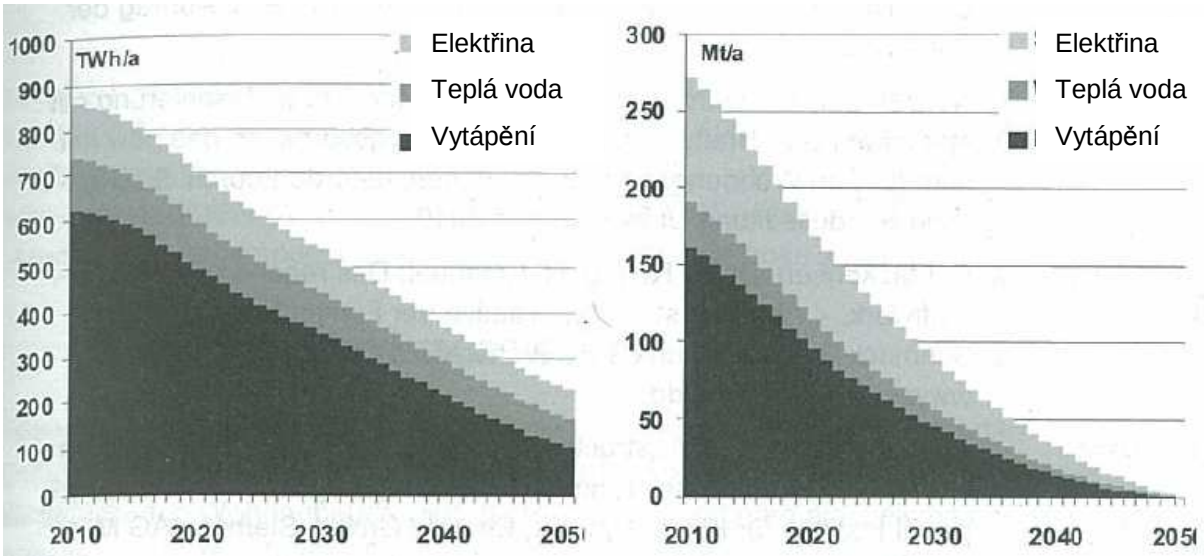
Limitovaná měrná potřeba tepla na vytápění: Protože do roku 2050 zbývá už jen jeden investiční cyklus pro novostavby a rekonstrukce, musí být opatření na tepelné obálce optimalizovaná v jejich cyklech obnovy. Každý stavební prvek, který bude mít nedostatečné kvalitativní a technické parametry, výrazně zatěžuje bilanci, resp. musí být už před rokem 2050, tedy před koncem životnosti, ještě jednou opraven.



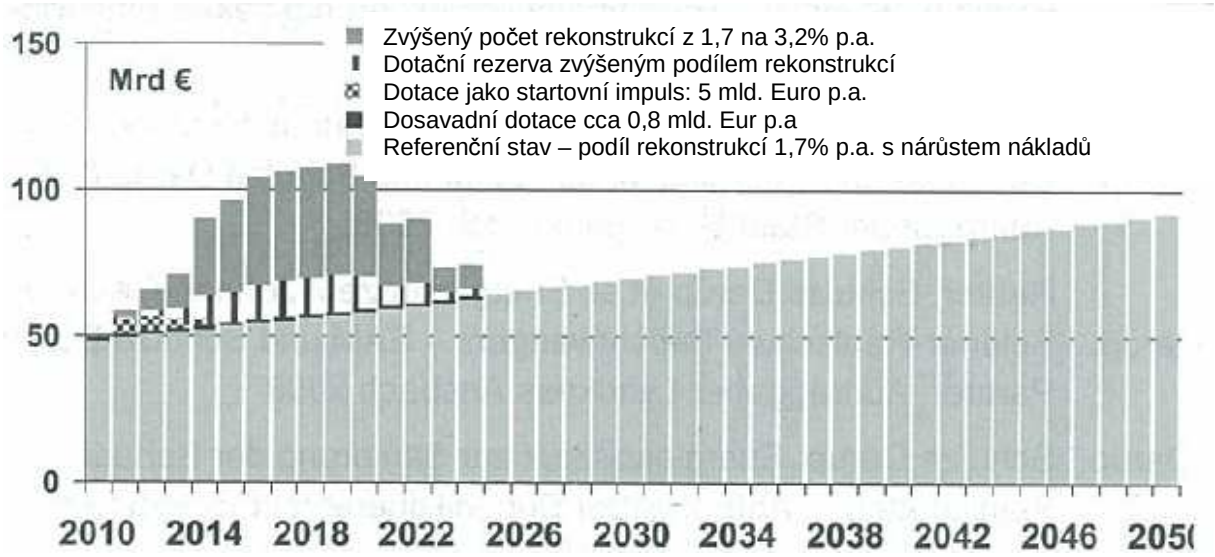
Obrázek 4: Měrná potřeba energie na vytápění u novostaveb a rekonstrukcí během posuzovaného 40-letého období a výsledná střední potřeba energie na vytápění stavebního fondu

Množství rekonstrukcí a novostaveb: Roční podíl novostaveb ze stavebního fondu tvoří v posledních letech 0,6%. Tato hodnota byla uvažována v ukázkovém výpočtu do roku 2015, poté je uvažováno s 0,5% a od 2040 s 0,4% poklesem. Demolice budov je do roku 2015 uvaožvána v rozsahu 0,2% ze stavebního fondu, poté 0,3%. Od roku 2025 obnáší množství demolic téměř 0,4% a do roku 2036 stoupá až na 0,6%. Množství rekonstrukcí se předpokládá v rozsahu 1,7% a v letech 2014-2025 až 3,2%.

Objem investic a ekonomické efekty: Dodatečné investice v tomto sektoru se vyšplhají v rozhodujících letech 2014-2020 až ke 40 miliardám eur. Přibližně 25% této částky lze investovat formou dotací, které celý proces podpoří a představují hospodářsky neutrální způsob podpory. Finanční prostředky pro dotace lze získat díky zvýšení objemu stavebních prací a zaměstnanosti z příjmů z DPH, ze sociálního pojištění a z daní a díky snížení výdajů na podporu v nezaměstnosti. Tento dotační potenciál leží přibližně o řád výše než prostředky, které byly v posledních letech vydány prostřednictvím KfW. Jako poháněcí impuls je nezbytný celostátní dotační program o objemu 4 miliardy euro ročně, díky němuž by byl k dispozici hospodářsky neutrální roční objem dotací 7 miliard euro v letech 2015-2020. Pomocí těchto investic se podpoří zvýšení regionální ekonomické výkonnosti, bude nahrazen import energie, zlepší se bilance mezinárodního obchodu a budou zajištěny dlouhodobě kvalitní pracovní místa.



Obrázek 5 a 6: Vývoj potřeby konečné energie (vlevo) a vývoj emisí CO2 v obytných budovách



Obrázek 7: Objem investic, který se ročně zvýší zvýšením podílu rekonstrukcí z 1,7 na 3,2 postupně na 40 miliard

Shrnutí: Opatření k ochraně klimatu v oblasti budov jsou ve velké míře oboustranně výhodná. Navzdory tradičnímu spíše ochrannému přístupu k hospodářství může být tato ekonomická přidaná hodnota realizována především tím, že budou krátkodobě použity účinné podněty a v nejbližší době budou v široké míře uplatňovány technologie a systémy pro ochranu životního prostředí. Při rychlém rozšíření bude udržen náskok německého průmyslu v energeticky úsporných technologiích a v oblasti obnovitelných zdrojů energie. Rychlé udržitelné jednání je závazkem stejně jako příležitostí – v regionálním i v celostátním rámci.

[Energieregion 2009]	Maurer et al: Energienutzungsplans mit CO_2-Bilanzierung für die Stadt Neumarkt. - ENERGIEregion Nürnberg GmbH im Auftrag der Stadt Neumarkt 2009
[dw 2010]	Neitzel, Schulze Darup, Vogler: Energetische Gebäudesanierung mit städtebaulicher Breitenwirkung. – Forschungsvorhaben des gdw mit acht großen Wohnungsbaugesellschaften, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Berlin 2010
[Kombikraftwerk 2008]	R. Mackensen, Dr. K. Rohrig, H. Emanuel: Das regenerative Kombikraftwerk. - Abschlussbericht, Initiative der Firmen Enercon GmbH, Schmack Biogas AG und SolarWorld AG 2008 www.kombikraftwerk.de
[München 2010]	Sustainable Urban Infrastructure Ausgabe München – Wege in eine CO2-freie Zukunft. Basierend auf Forschungsergebnissen des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Siemens AG München 2009
[Nürnberg 2007]	Klimaschutzfahrplan 2010/2020 Stadt Nürnberg – Bilanzierung der CO2-Emissionen, etz NÜRNBERG im Auftrag der Stadt Nürnb. 2007
[PHPP 2007]	Passivhaus Institut: Passivhaus Projektierungspaket. Eine Planungshilfe. PHI, Darmstadt 1998-2007
[Reuter, Schulze Darup 2008-1]	Reuter, Schulze Darup et al: Expertise Rathaus Herzogenaurach. – Panungs- und Energiekonzept, EAM und Schulze Darup & Partner, Auftraggeber Stadt Herzogenaurach 2008
[Reuter, Schulze Darup 2008-2]	Reuter, Schulze Darup et al: Energiekonzept Johann-Georg-von-Soldner-Realschule Feuchtwangen. – EAM und Schulze Darup & Partner, Auftraggeber Landkreis Ansbach 2008
[Schulze Darup 2009]	Schulze Darup: Energiekonzept zur Sanierung der Benediktinerabtei Plankstetten. – Auftraggeber Benediktinerabtei Plankstetten 2009
[Schulze Darup 2009-1]	Schulze Darup: Faktor 10 Sanierungsprogramm zur energetischen Gebäudesanierung der Stadt Neumarkt. – Im Auftrag der Stadt Neumarkt 2009
[Schulze Darup 2010]	Schulze Darup: Rahmenplan für die Modernisierung der Strubergassensiedlung in Salzburg. – Auftraggeber SIR Salzburg 2010
[wbg Nürnberg 2009]	Wettbewerb Energetische Sanierung von Großwohnsiedlungen auf der Grundlage von integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten. - Auslobung durch das BMVBS, Bearbeitung Behmer, Strobelt, Schulze Darup et al, Nürnberg 2009