

Seznam výukových cílů

„Certifikovaný projektant pasivních domů“

Tento seznam výukových cílů předpokládá, že uchazeči, kteří se chtějí stát certifikovanými **projektanty** pasivních domů, dobře znají běžnou stavební praxi.

1. Definice pasivního domu

- Znalosti klimaticky nezávislé definice pasivního domu a jak se odvozuje. Maximální tepelný příkon musí být menší než množství tepla dodávaného do budovy prostřednictvím hygienicky nevyhnutného přívodu čerstvého vzduchu. $\{p_{\max, \text{teplo}} \leq 10 \text{ W/m}^2 \text{ pro obývané budovy}\}$.
- Znalosti hygienických požadavků, požadavky množství čerstvého vzduchu na osobu, množství odtahovaného vzduchu a minimální hodnoty výměny vzduchu, vědomosti o vztahu mezi relativní vnitřní vlhkostí vzduchu a efektivní výměnou vzduchu ve studeném počasí, zejména pro chladné podnebí.

2. Kritéria pasivního domu

Topná zátěž (Tepelný výkon)	$p_{\max, \text{teplo}} \leq p_{\text{přiváděný vzduch, max}}$	{všeobecně platné}
-----------------------------	--	--------------------

Měrná roční potřeba tepla na vytápění	$q_{\max, \text{teplo}} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	{dle klimatu}
---------------------------------------	---	---------------

Měrná roční potřeba tepla na chlazení	$q_{\max, \text{chlad}} \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	{dle klimatu}
---------------------------------------	---	---------------

Průvzdušnost Proč je toto nezávislou podmínkou?	$n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$	{všeobecně platné}
--	----------------------------------	--------------------

Roční potřeba primární energie	$e_{\max, \text{prim}} \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	{všeobecně platné}
--------------------------------	---	--------------------

Která zařízení budov jsou zahrnuté v definici $e_{\max, \text{prim}}$?

Procentuálně počet dní, kdy je překročena teplota $t_{\max, >25^\circ\text{C}}$	$\leq 10\%$	{všeobecně platné}
---	-------------	--------------------

- Pochopení významu a používání termínů jako topná zátěž, roční měrná potřeba tepla

na vytápění, hodnota n_{50} , primární energie, celková energie, technické zařízení budov, frekvence přehřívání - procentuální počet dní, kdy je překročená maximální povolená teplota. Pochopení důležitosti a významu energeticky vztažné plochy A_{TFA} . (užitná plocha – Treated Floor Area). Jaká je definice užitné plochy v pasivním domě?

3. Základní principy projektování pasivního domu

3.1. Základy tepelné izolace

- Nutné pochopit princip tepelně izolující obálky. Potřebná je také znalost kvality tepelné izolace v pasivním domě, ve smyslu tloušťky a kvality izolace a prevence tepelných mostů. Musí být pochopeny vztahy mezi potřebnou vrstvou tepelné izolace, typem konstrukce, složitostí provádění a příslušnými stavebními náklady.
- Vztah mezi U-hodnotami a vnitřní povrchovou teplotou
- Typické U-hodnoty neprůsvitných konstrukcí budov pro pasivní domy
- Typické lehké a masivní konstrukce vhodné pro pasivní domy
- Zacházení s kvantifikací tepelných mostů (lineárními činiteli prostupu tepla) z vnější a vnitřních rozměrů a schopnost kvalitativně posoudit obálku budovy z pohledu potenciálních tepelných mostů.
- Pochopení principů konstrukce bez tepelných mostů
- Kvantitativní posouzení vlivu tepelných mostů
- Vědomosti o vhodných izolačních materiálech a jejich hlavních charakteristikách.

3.2. Základy vzduchotěsné obálky budovy

- Pochopení principu „jedné vzduchotěsné obálky“; Proč je vzduchotěsnost tak důležitá?
- Vědomosti o lehkých a masivních konstrukcích s ohledem na vzduchotěsnost.
- Vědomosti o vhodných vzduchotěsných spojkách pro lehké, masivní a smíšené konstrukce.
- Vědomosti o vhodných těsnících opatřeních v případě netěsností.
- Rozeznání potenciálních slabých míst.
- Povědomí o důležitosti pánování „vzduchotěsné“ obálky.
- Znalosti postupu měření neprůvzdušnosti a jeho požadavky.
- Chápání základních míst úniků (otvory po hřebících, zástrčky, napojení oken, nerovné povrchy na vnějších stěnách, perforované fólie, ztráta přilnavosti, neutěsněné prostupy, neuzavřené potrubní napojení).
- Vědomosti jak trvale opravit základní netěsná místa.
- Porozumění složitějším detailům netěsností (dřevěná podlaha v budově s masivní konstrukcí; neomítnuté vnější stěny ve styku s vnitřními konstrukcemi (např. schody,

- příčky), systematické netěsnosti (např. krokve střechy).
- Znalost možností, jak se vyhnout problematickým místům.

3.3. Základy tepelné techniky okenních výplní

3.3.1. Vědomosti o U-hodnotách oken podle EN 10077

- Dobrá znalost hodnot U_g , U_f , Ψ_g a lineárního činitele prostupu tepla $\Psi_{osazení}$.
- Rozdíl mezi „certifikovanými okny pro pasivní domy“ a „certifikovaným napojením na konstrukci“.
- Porozumění tepelným parametrům lehkých obvodových plášťů.
- Porozumění podmínkám pro tepelný komfort (kritéria pro vnitřní povrchové teploty oken vhodné pro pasivní domy).
- Posouzení a určení rozměrů a proporce rámců.
- Trojitě zasklení a znalosti hlavního mechanismu prostupu tepla (vedení tepla výplňovými plyny, sálání tepla, pokovení, proudění)
- Tvar distančních rámečků. Co je účelem distančních rámečků?
- Proč je důležitý tepelně optimalizovaný distanční rámeček (teplý okraj)? Jaké jsou možnosti snížení lineárního činitele prostupu tepla na okraji zasklení? (teplý distanční rámeček, hloubka zasklívací spáry)
- Jaké parametry jsou požadovány pro okno pasivního domu? (Znalosti všech potřebných dat, případně mohou nahrazovat radiátory)
- Zkušenosti práce s PHPP v listu Okna a Prvky

3.3.2. Vědomosti o tepelných ziscích okny podle PHPP

- Znalosti definice hodnoty g podle EN 410
- Jaký je rozdíl mezi celkovou propustností světla (ISO 9050)
- Znalosti typických hodnot při různých typech zasklení.
- Jaké jiné faktory snižují solární zisky? (úhel dopadu, špína, poměr skla a rámu, stínění, odraz).
- Odhad a stanovení poměru skla a rámu.
- Jednoduché příklady energetického toku skrz okna (studený den, topná sezona, léto).
- Znalost energetického kritéria zasklení $U_g - 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot g \leq 0$ a jak se používá.
- Vědomosti o vlivu orientace budovy na prostup sluneční energie.
- Vědomosti o vlivu typických stínících prvků na prostup sluneční energie.
- Dobrá znalost listu Stínění v PHPP.

3.3.3. Vědomosti o vlivu oken na komfort během léta.

- Sluneční tepelná zátěž během letních měsíců: proč je tak vysoká?

- Vztah mezi orientací budovy a tepelnou sluneční zátěží během letních měsíců (velmi dobré porozumění).
- Řešení v případě vysoké tepelné zátěže (kvalitativní analýza)
- Vědomosti o omezeních při použití transparentních povrchů bez dočasného stínění.
- Znalosti rozdílů použití interiérových a exteriérových dočasných stínění.
- Dobrá znalost listu Letní stínění v PHPP.

4. Základy větrání v pasivním domě

4.1. Proč je větrání základem?

- Vědomosti o nejdůležitějších zdrojích kontaminace vzduchu v budově.
- Znalosti CO₂ kritéria (DIN 1946)
- Určení rychlosti proudění pro hygienicky odpovídající větrání. (Pfluger 2003)
- Vztah mezi relativní vlhkostí vzduchu v interiéru a zdroji vlhkosti v interiéru, průtok čerstvého vzduchu a vnější teplota.
- Proč musí být průtok vzduchu limitovaný i v zimě? Co se dá udělat v případě zvýšeného větrání nutného v urgentních případech?

4.2. Neřízené větrání

- Příčiny neřízeného větrání (velmi dobré porozumění).
- Typy neřízeného větrání: styky a trhliny, vyklápěcí okna, větrání místnosti otevřenými okny.
- Faktory ovlivňující neřízené větrání. Typická výměna vzduchu (velmi dobré porozumění).
- Proč je neřízené větrání nevhodné v pasivních domech v lokalitách se velkým počtem dní topné sezóny. (nespolehlivost a tepelné ztráty)

4.3. Větrání odpadního vzduchu

- Všeobecný návrh systému větrání odpadního vzduchu (bytová konstrukce); zóny přívodu vzduchu, transfer vzduchu a odtah vzduchu. (Schopnost identifikovat tyto zóny v projektu).
- Vědomosti o základních komponentech: vyústka přívodního vzduchu, ventily odpadního vzduchu, ventilátor, filtry.
- Popis výhod řízeného větrání oproti přirozenému větrání.
- Proč by systém pouhého odtahu vzduchu (bez rekuperace) neměly být používány v pasivních domech v místech se značným množstvím dní topné sezóny (tepelné ztráty).

4.4. Rovnotlaký systém přiváděného a odváděného vzduchu

- Všeobecný návrh přívodu a odtahu vzduchu (v bytech): zóny pro přívod vzduchu, dopravu vzduchu a odtah vzduchu. (schopnost identifikovat tyto zóny v projektu).
- Vědomosti o základních komponentech: vyústka přívodního vzduchu, potrubí pro rozvod vzduchu, otvory pro transfer vzduchu, ventily odsávaného vzduchu, potrubí odsávaného vzduchu, vzduchové filtry, centrální jednotka (a její komponenty).
- Vědomosti o typických rozměrech takovýchto vzduchotechnických zařízení. (DIN 1946) (PHPP)
- Vědomosti o cirkulaci vzduchu: směšování vzduch při větrání.
- Znalosti „Coanda efektu“.
- Potenciál a limity decentralizovaných systémů.
- Typická řešení systémů a jejich posouzení.
- Schopnost označit místo přívodu a odtahu v projektu.
- Vědomosti o požadovaných kvalitách filtrů a proč jsou nezbytné.
- Vědomosti o hygienických nárocích na větrací systémy v pasivním domě. (absence chlazení, aktivního zvlhčování nebo odvlhčování, odvlhčovací operace, filtry přívodu čerstvého vzduchu EU- třída F7 nebo lepší (i s důvody) (Literatura: AkkP 23))
- Nasávací mřížky venkovního vzduchu: Na co je třeba myslet? (filtr, hygiena, nasávací místa, ochrana před znečištěním, kondenzace a protimrazová ochrana, zvuková izolace).
- Vědomosti o vhodném potrubí. Základy návrhu potrubních rozvodů (krátké trasy, hladké povrchy, spojování, typické průřezy, vzduchotěsnost).
- Kdy je potřebná izolace potrubí a jak se správně dělá? (Obecně: studené potrubí v teplých místnostech, v případě nočního chlazení nebo vytápění, ochrana před kondenzací)
- Vědomosti o nárocích na centrální větrací jednotky vhodné pro pasivní domy.
- Význam specifické potřeby elektřiny.
- Základní vědomosti jak nastavit centrální jednotky.
- Základy zvukové ochrany.
- Jak správně zadat větrací jednotku do PHPP?
- Význam regulace. Jak zaregulovat větrací systém?

5. Principy vytápěcích systémů pasivních domů

- Vědomosti o typických hodnotách topné zátěže objektu (tepelný výkon). Jaký je rozdíl mezi „topnou zátěží“ a „potřebou tepla na vytápění“?
- Vědomosti o požadavcích na tepelnou pohodu (ISO 7730).
- Co se myslí „provozní teplotou“?

- Jak významné je proudění vzduchu na tepelnou pohodu?
- O kolik se mohou lišit teplota vzduchu a průměrná povrchová teplota v pasivním domě? (Schopnost vypočítat zjednodušený příklad a vytvořit kvalifikovaný návrh)
- Proč je tepelná pohoda v pasivním domě ve velké míře nezávislá na prostupu tepla/chladu z exteriéru do místností?
- Znalost typických tepelných ztrát.
- Znalost typických strategií rozvodu tepla vhodných pro pasivní domy.
- V jakých situacích by radiátory měly být umístěny pod okny?
- Schopnost načrtnout systém rozvodu tepla do projektu pasivního domu. Co musí být
- vzato v úvahu když chceme použít ohřívače vzduchu? (Závislost objemového toku vzduchu a tepelné kapacity)
- Proč nemůže být zvýšená rychlost proudění přívodního vzduchu?
- Jak se PHPP zabývá tepnou zátěží (Bisanz 1999)?
- Jaké faktory musíme zvážit, když navrhujeme systém rozvodu tepla a centrální zdroj tepla? (Návrh zdroje tepla musí vycházet z celkové tepelné ztráty)
- Jak a v jakém rozsahu mohou v pasivním domě existovat rozdíly teplot?
- Jak (kvalitativně) ovlivňují maximální tepelnou ztrátu následující faktory: velké úniky, neustále vyklopená okna, dočasně otevřená okna, otevření vchodových dveří.
- Znalosti požadavků kladených na distribuci tepla přívodním vzduchem (oddělené místnosti, místnosti s odtahem vzduchu). Řešení těchto případů. Správné umístění termostatu v obytném prostoru.

6. Základy tepelné pohody během léta

- Normy pro tepelnou pohodu (ISO 7730)
- Faktory mající vliv na letní tepelnou pohodu (velmi dobré porozumění)
 - o Jaké známe metody posuzování výměny vzduchu? Jak se dá výměna vzduchu zvýšit?
 - o Sluneční zátěž: významnost, závislost na orientaci budovy a transparentních površích, stínění, dočasné stínění, efektivita interiérových a exteriérových žaluzií.
 - o Vliv interních tepelných zisků. Jak se dají snížit?
 - o Vliv vnější barvy (Kah 2005).
 - o Vliv izolace (Kah 2005).
 - o Vliv akumulční hmoty v budově (Feist 2009). Co se stane v případě výrazného střídání tepelné zátěže v interiéru (Kah 2006)?

7. Elektrická energie

- Charakteristika elektrické energie.

- Proč je energetická efektivita obzvláště důležitá v případě elektrické energie?
- Typická spotřeba elektřiny v technických zařízeních pasivního domu (pomocná elektrická energie).
- Nároky na energetickou efektivitu při spotřebě pomocné energie.
- Typická spotřeba energie v domácnostech.
- Zlepšení energetické efektivity elektrických spotřebičů v domácnosti.
- Typická spotřeba energie v kancelářích (osvětlení, IT).
- Zlepšení energetické efektivity v kancelářích. Proč je to velmi důležité?

8. Zásady návrhu pokrytí energetických nároků

- Zásady návrhu pokrytí energetických nároků: objem a obálky pro energetickou bilanci, bilanční rovnice
- Co přispívá ke ztrátám energie: přenos, větrání.
- Co přispívá k energetickým ziskům: zdroje tepla v interiéru, pasivní sluneční zisky, vytápění.
- Výpočet tepelných ztrát prostupem a větráním.
- Výpočet U - hodnoty okna podle PHPP. Výpočet slunečních tepelných zisků s ohledem na zastínění.
- Důležitost zdrojů tepla v interiéru.
- Výpočet topné zátěže podle PHPP: Proč dvojí rozdílná klimatická data pro jeden den (Bisanz 1999)
- Návrh větracího systému podle PHPP.
- Distribuce tepla potrubím a zásobníky.
- Kompaktní jednotky v PHPP.
- Co s produkty, které nejsou certifikované (garance přesnosti parametrů zařízení, kontrola funkčnosti).

9. Základy výpočtu ekonomické efektivity

- Návratnost, současná hodnota peněz, anuitní metoda (Feist 2005)(VDI 2067), použití anuitní metody na jednoduchých příkladech.
- Správné určení navýšené investice.
- Posouzení životnosti.
- Ekonomicky efektivní tloušťka izolace (Feist 2005).
- Výhody posouzení formou ceny za uspořenou kilowatthodinu (nezávisle na cenách energie)

10. Pozvánka na výběrové řízení a vyhodnocení

- Specifikace podmínek pasivního domu – technologií a produktů (mezí hodnoty)
- Které faktory musí být zohledněné? Správně napsaná výzva na předložení nabídek na výběrové řízení.
- Odpovědnosti za činnosti - autor, projektová dokumentace, technický dozor stavebníka, dodavatel

11. Organizace staveniště a kontrola kvality

- Kterých sektorů se to týká?
- Proškolení profesí na stavbě - informace, které musí být předány pracovníkům před začátkem práce.
- Důležité požadavky týkající se harmonogramu výstavby (provádění omítek před instalací technologií, potěry po omítkách atd..)
- Činnosti a prvky, které musí být provedeny a kontrolovány:
 - o Vzduchotěsnost a detaily napojení
 - o Stavba bez tepelných mostů v souladu s projektem
 - o Instalace oken (kvality rámu a zasklení), vzduchotěsnost, příprava
 - o Tepelná izolace – tloušťky, tepelná vodivost, napojení bez mezer
 - o Rozvody vzduchotechniky: bez úniků, návrh/dimenze podle projektu, izolace, prevence kondenzace, všechny doplňkové komponenty – kondenzát, čerpadla, tlumiče
 - o Větrací jednotka: podle projektu, kontrola objemů vzduchu, zregulování
 - o Systém vytápění: test provozuschopnosti
- Postupy, které je třeba vykonat při kontrole kvality (test těsnosti, zabezpečení kvality instalace oken, kompletace vzduchotěsné vrstvy, aplikace izolace, instalace vzduchotechnických rozvodů, kontrola větrací jednotky).
- Odevzdání budovy s vhodnou interiérovou teplotou (teplá v zimě, chladná v létě).

12. Informace a podpora pro obyvatele

- Jaké druhy informací potřebují obyvatelé pasivního domu?
- Otevírání oken: efekt během léta a zimy.
- Větrací systém není klimatizační systém, požadavky na údržbu: výměna filtrů, nepřetržité používání nebo zastavení provozu se suchými filtry.
- Jak se vyhnout suchému vzduchu v zimě?
- Koho se můžu zeptat, když mám dotaz?

13. Rekonstrukce s použitím komponentů pasivního domu

- Certifikační kritéria pro renovace s použitím komponentů pasivního domu (standard EnerPHit) pro chladné klima
 - o Roční potřeba tepla na vytápění: $q_{\text{max.teplo}} \leq 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 - o Komponenty dle cenového optima (se zohledněním životního cyklu), standardní hodnoty
 - o Průvzdušnost: cílová hodnota: $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ | požadavek: $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$
- Výhody použití komponentů pasivního domu [AkkP 24]
- Příklady dokončených renovací v pasivním standardu nebo EnerPHit
- Typické tepelné vazby a jejich efektivní řešení
- Specifické výzvy při použití vnitřní izolace (vlhkost) [AkkP 32]

14. Výpočty, veličiny, jednotky

- Povědomost o metrickém systému a
- Znalost standardních symbolů, veličin a jednotek, zejména jejich srozumitelné používání během výpočtového procesu
- Schopnost poznat jasný rozdíl mezi různými fyzikálními veličinami (práce, výkon, teplota, prostup tepla)

15. Nebytové pasivní budovy

- Charakteristiky nebytových objektů v pasivním standardu, jako školy, administrativní budovy (vnitřní zisky, větrání, užívání)

Literatura

[AkkP 5] Energy Balance and Temperature Characteristics; Protocol Volume No. 5 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses, 1st Edition, Passive House Institute, Darmstadt 1997

[AkkP 9] Usage Patterns, Protocol Volume No. 9 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses Phase II; 1st Edition, Passive House Institute, Darmstadt 1997.

[AkkP 14] Passive House Windows, Protocol Volume No. 14, 1st Edition, Passive House Institute, Darmstadt 1998

[AkkP 16] Thermal-bridge-free Designing; Protocol Volume No. 16 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses, 1st Edition, Passive House Institute, Darmstadt 1999

[AkkP 20] Passive House Supply Engineering; Protocol Volume No. 20 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses, 1st Edition, Passive House Institute, Darmstadt 2000

[AkkP 21] Architectural Examples: Residential Buildings, Protocol Volume No. 21 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses Phase III; Passive House Institute, Darmstadt 2002.

[AkkP 23] Influence of the Ventilation Strategy on the Concentration and Spread of Harmful Substances in Rooms, Protocol Volume No. 23 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses Phase III; Passive House Institute; Darmstadt 2003.

[AkkP 24] Application of Passive House Technologies in Renovation of Older Housing; Protocol Volume No. 24 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses Phase III; Passive House Institute; Darmstadt 2003.

[AkkP 25] Temperature Differentiation in the Home, Protocol Volume No. 25 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses Phase III; Passive House Institute; Darmstadt 2003.

[AkkP 27] Heat Losses through the Ground, Protocol Volume No. 27 of the Working Group Cost-efficient Passive Houses Phase III; Passive House Institute; Darmstadt 2004.

[AkkP 29] Superinsulated Roof Constructions, Working Group Cost-efficient Passive Houses Phase III, Protocol Volume No. 29. Passive House Institute, Darmstadt, 2005.

[AkkP 32] Passive House Components and Interior Insulation, Protocol Volume No. 32, Passive House Institute, Darmstadt

[Bisanz 1999]: Heat Load Dimensioning in the Low-energy House and Passive House, 1st Working Group Cost-efficient Passive Houses Edition, Darmstadt, January 1999

[DIN 1946] Ventilation

[EN 10077] Window-U-Value

[Feist 1999] Feist, Wolfgang (Publisher.): Passive House Summer Case; Protocol Volume No. 15 Working Group Cost-efficient Passive Houses; Passive House Institute, 1st Edition, Darmstadt 1999.

[Feist 2005] Feist, Wolfgang: Economic Efficiency of Thermal Insulation for Roofs; Protocol Volume No. 29 Working Group Cost-efficient Passive Houses; Passive House Institute, 1st Edition, Darmstadt 2005.

[ISO 7730] DIN EN ISO 7730: Moderate Ambient Temperature; Beuth Verlag, Berlin 1987.

[Kah/Fest 2005] Economic Efficiency of Thermal Insulation, Passive House Institute, published on the internet www.passiv.de

[Kah 2005] Kah, Oliver: The radiation balance of the roof surface and other influencing values

of the roof construction on the summer and winter characteristics; in Protocol Volume No. 29 Working Group Cost-efficient Passive Houses; Passive House Institute, 1st Edition, Darmstadt 2005.

[Kah 2006] Kah, Oliver: Schools in the Passive House Standard: Planning Aspects, in Protocol Volume No. 33 Working Group Cost-efficient Passive Houses; Passive House Institute, 1st Edition, Darmstadt 2006

[Peper 1999] Peper, Sören: Airtight Project Planning of Passive Houses. Technical Information PHI-1999/6, CEPHEUS Project Information No. 7, Passive House Institute, Darmstadt 1999

[PHPP 2007] Feist, W.; Pfluger, R.; Kaufmann, B.; Schnieders, J.; Kah, O.: Passive House Project Planning Package 2007, Passive House Institute Darmstadt, 2007

[Kah 2010] Kah, Oliver: Energy efficiency guide for educational buildings (pdf 4,54 MB)

http://www.passiv.de/04_pub/Literatur/Leitfaden_Bildungsgebaeude/Leitfaden_Bildungsgebaeude_PHI.pdf

Published on behalf of the Ministry for the Environment, Energy, Agriculture and Consumer protection of the State of Hesse, Wiesbaden

[Bastian 2010] Bastian, Zeno: Handbook. Modernisation of old buildings using Passive House components (pdf 8,10 MB)

http://www.passiv.de/04_pub/Literatur/Altbauhandbuch/Altbauhandbuch_PHI.pdf

Published on behalf of the Ministry for the Environment, Energy, Agriculture and Consumer protection of the State of Hesse, Wiesbaden

[Kaufmann/Peper 2009] Dr. Kaufmann, Berthold/Peper, Sören: Renovation with Passive House components – Tevesstraße Frankfurt a.M.

http://www.passiv.de/04_pub/Literatur/Tevestr/Tevestr_F.htm

Published on behalf of the Ministry for the Environment, Energy, Agriculture and Consumer protection of the State of Hesse, Wiesbaden

www.passipedia.org – the Passive House resource