



Udržitelný návrh zadané budovy a jejího prostředí

Autor diplomové práce:

Bc. David Pajma

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Ingrid Juhásová Šenitková, CSc.

Oponent diplomové práce:

Ing. Tomáš Hrdlička

České Budějovice 06/2017



Cíl práce

Cílem Diplomové práce je udržitelný návrh zadané budovy a jejího prostředí. Analyzovat a posoudit možnosti architektonicko-konstrukčního řešení zadané budovy v souladu s koncepcí udržitelného navrhování budov a jejich prostředí. Respektovat základní principy integrovaného navrhování, koncepčního řešení a optimalizace budovy z hlediska konstrukčního, materiálového, energetického a environmentálního. Vypracovat návrh koncepce techniky prostředí a posoudit kvalitu vnitřního prostředí budovy z hlediska komfortu, hygieny a bezpečnosti prostředí. Vypracovat projektovou dokumentaci stavebně-architektonického řešení v rozsahu projektu pro stavební povolení. Zpracovat souhrnnou technickou zprávu budovy a technickou zprávu pro stavebně-architektonické řešení.



Úvod

Tato diplomová práce navrhuje rodinný dům, který je energeticky nenáročný a svojí skladbou konstrukcí, umístěním, použitých materiálů a technologií koresponduje se zásadami trvale udržitelného rozvoje.

Jedná se o architektonický návrh a projekt pro stavební povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. a pozdější změny 62/2013 Sb. o dokumentaci staveb.

Součástí této práce je průkaz energetické náročnosti budovy.

Dále je práce zhodnocena certifikačním nástrojem k zhodnocení úrovně kvality budovy SBTOLLCZ.

Umístění stavby a lokalita





Umístění stavby a lokalita

parc. č. 923 a 924

k.ú. Štěnovice

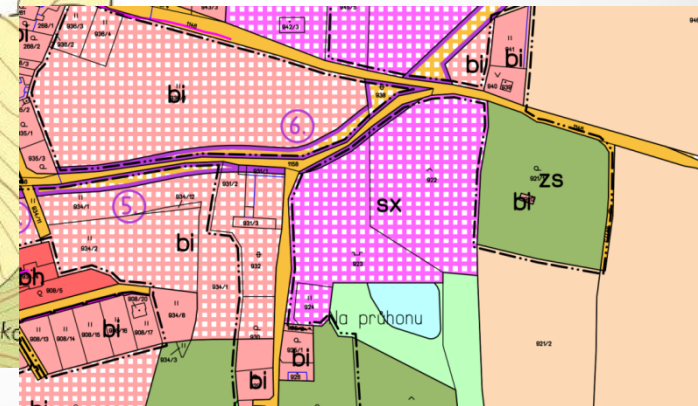
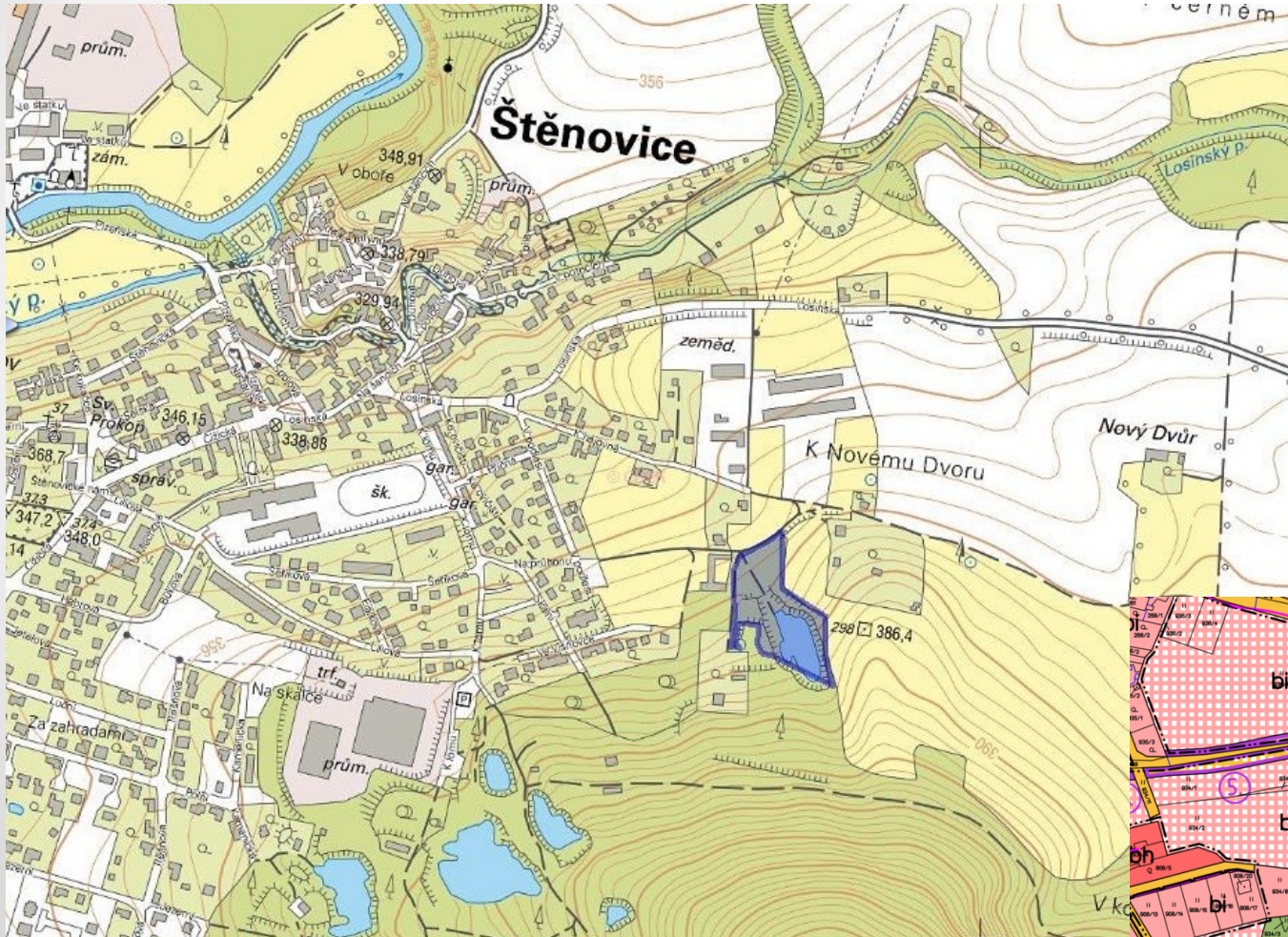
výměra 1,3 ha

způsob využití

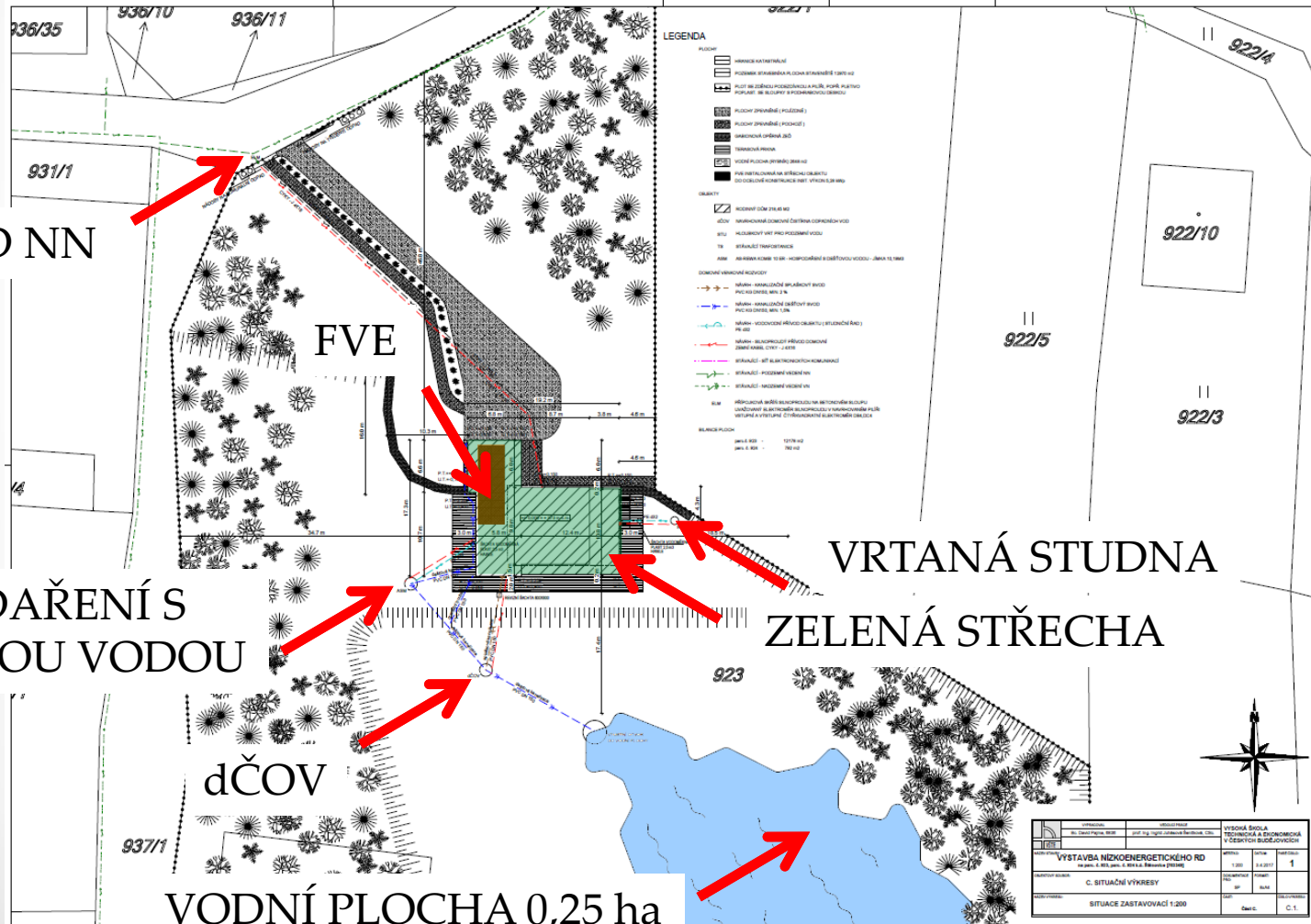
- Ostatní pl., jiná plocha

ÚP

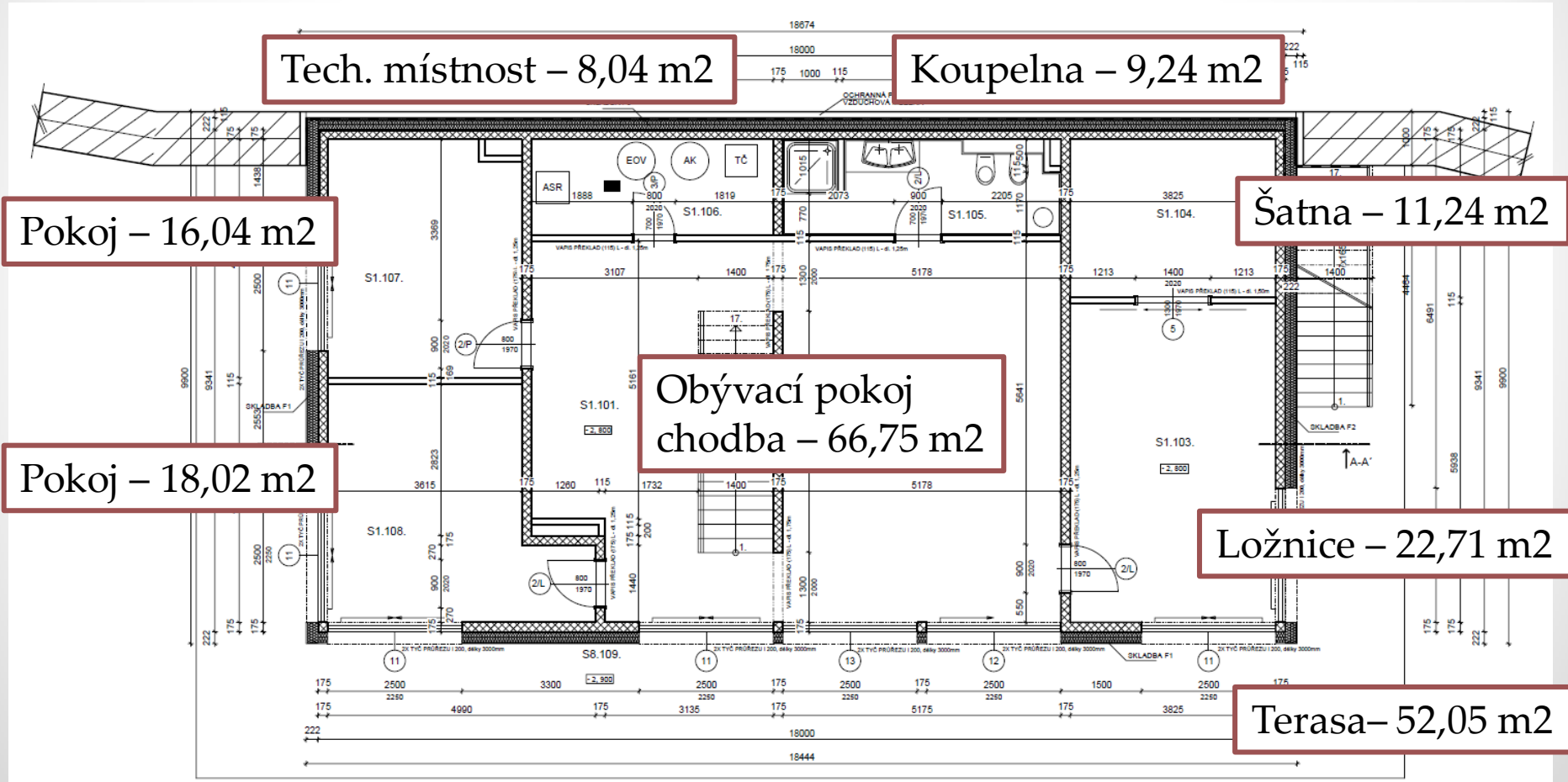
SX smíšené obytné
plochy specifické



Umístění stavby a lokalita

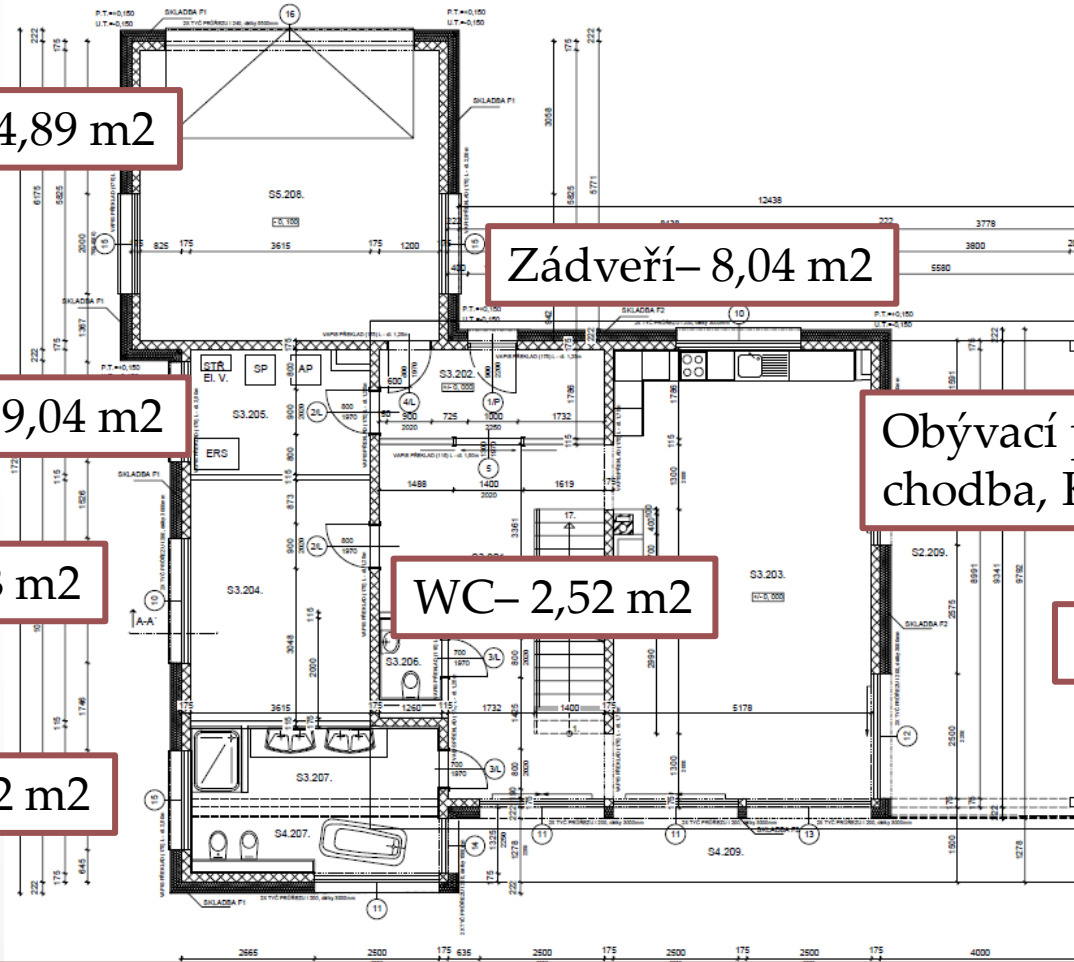


Dispoziční řešení 1 PP



Celkem plocha užitná: 152,04 m²; Celkem plocha zastavěná: 183,73 m²

Dispoziční řešení 1 NP



Garáž 2xOA – 34,89 m²

Zádveří – 8,04 m²

Tech. místnost – 9,04 m²

Obývací pokoj,
chodba, KK – 73,68 m²

Pracovna – 17,43 m²

WC – 2,52 m²

Terasa – 52,05 m²

Koupelna – 14,52 m²

Celkem plocha užitná: 160,12 m²; Celkem plocha zastavěná: 218,45 m²



Dispoziční řešení budovy

Základní bilance objektu:

Zastavěná plocha :	218.45 m ²
Obestavěný prostor :	1.708.28 m ³
Užitkové plochy :	
Plocha místností 1. PP :	198.88 m ²
Plocha místností 1. NP :	152.04 m ²
Plocha místností celkem :	350.92 m ²



Konstrukční řešení budovy

Ekologické materiály, obnovitelné a recyklovatelné

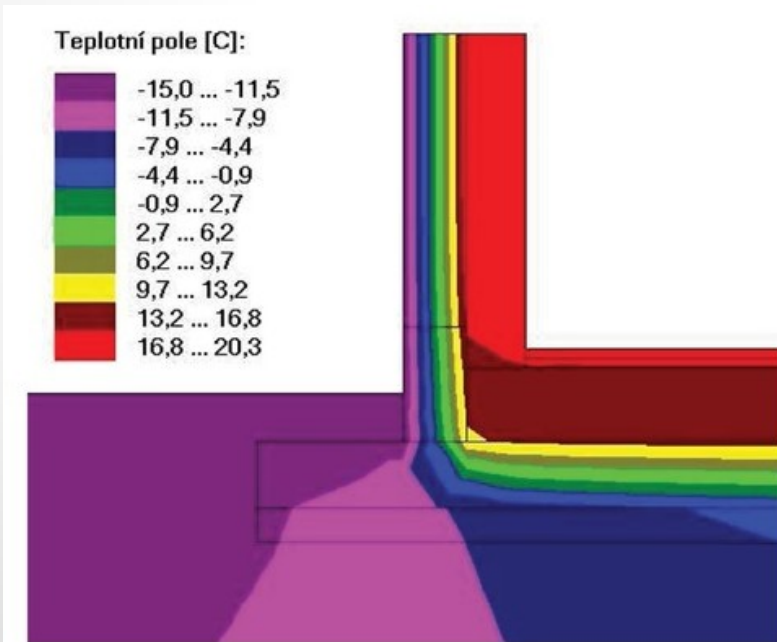
Základová konstrukce:	ŽB deska na pěnovém sklu A-glass
Svislé konstrukce:	100% ekologické vápenopískové tvárnice VAPIS
Vodorovné konstrukce:	Filigránové stropní desky
Izolace:	Konopná izolace s jutou
Fasáda:	Provětrávaná dřevěný obklad, minerální omítka
Střešní krytina:	Pochozí zelená střecha přírodní Optigreen
Okenní výplně:	Dřevěná eurookna s izolačním trojsklem

Konstrukční řešení budovy

Pěnové sklo A- glass

Nulové tepelné mosty

Tepelný odpor konstrukce $R=5,000 \text{ m}^2\text{K/W}$



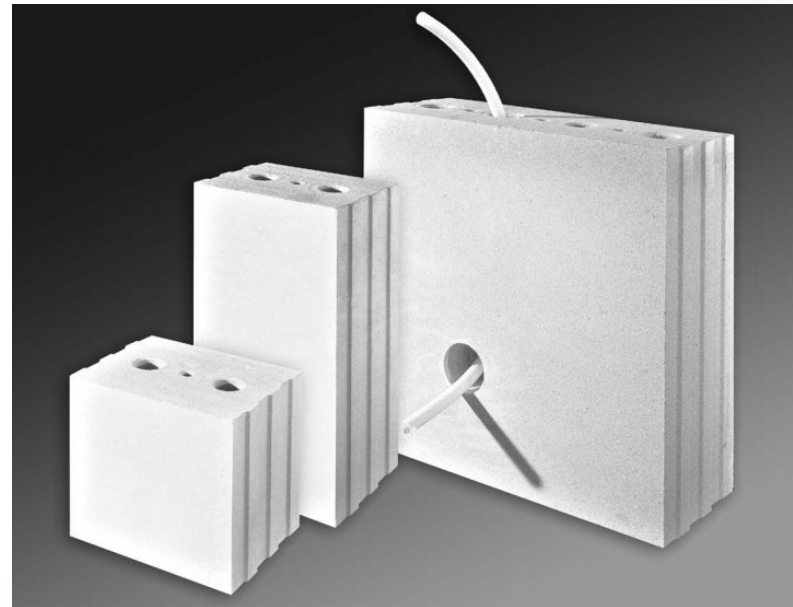
Konstrukční řešení budovy

Svislé konstrukce

100% ekologické vápenopískové ECO tvárnice VAPIS QUADRO E pro strojní zdění

Složení: 92% jemný křemičitý písek, 5% nehašené vápno a voda bez dalších příměsí

Jednoduché vedení elektroinstalace



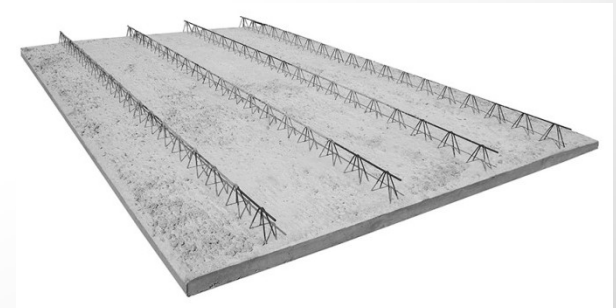
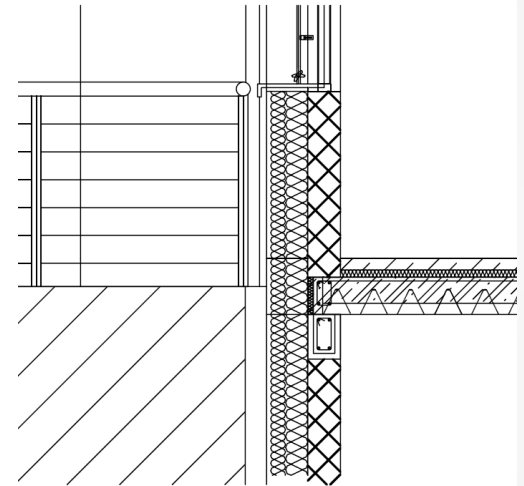
Konstrukční řešení budovy

Vodorovné konstrukce, tepelné izolace, okenní výplně

Prostup tepla oknem $U_w: 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

65-70% konopné vlákno, 30-35% jutové vlákno

Prefa-monolitická stropní deska filigrán



Konstrukční řešení budovy

Střešní krytina

Zelená pochozí střecha Optigreen z extenzivního substrátu o tloušťce 100mm

Prostředí pro více druhů flory a fauny

Ekologická hodnota střechy

Estetické, recyklovatelné, obnovitelné

100-250 kg/m² (1,0-3,0 kN/m²)





Technické zařízení budovy

Minimalizace energetické náročnosti za pomoci technologického zařízení

Šetrnost k životnímu prostředí

Fotovoltaická výrobná energie

Hospodaření s dešťovou vodou (užitková voda)

Rekuperační jednotka pro vnitřní klima

Vytápění pomocí tepelného čerpadla s kolektorem ve vodní ploše

Studniční vrt na vlastním pozemku

Domovní čistírna odpadních vod

Technické zařízení budovy

Fotovoltaická výrobná energie

22 ks fotovoltaických panelů na nosném roštu se sklonem 35° jižním směrem

Výkon 240Wp jednoho panelu

Celkový výkon FVE 5,28 kWp

Orientační pořizovací cena FVE 186 000,- Kč



Roční výroba elektřiny	5.5 MWh
Předpokládaný průměrný roční příjem za období 20 let	35 971,- Kč (bez DPH)
Výnos za 20 let provozu	719 421,- Kč (bez DPH)
Orientační návratnost investice	5.2 let

Technické zařízení budovy

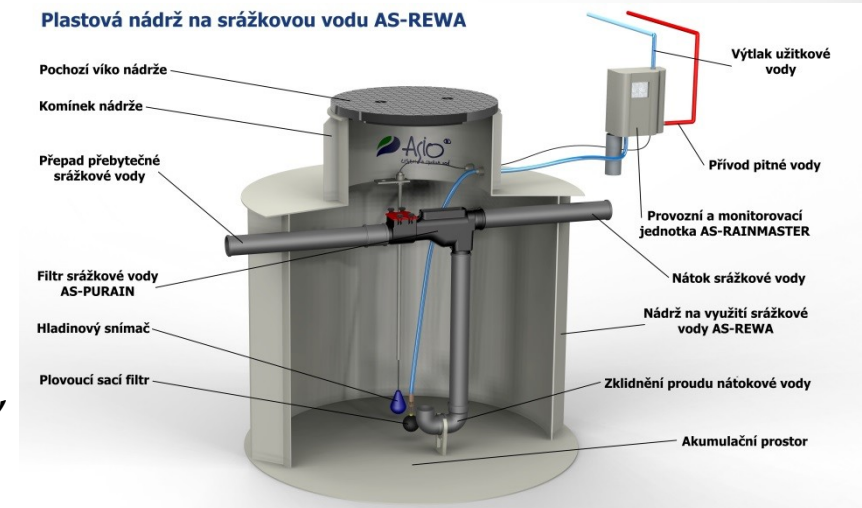
Hospodaření s dešťovou vodou

Šetrné k životnímu prostředí

Úspora pitné vody až 113 m³/rok

Ochrana přetížení kanalizačních sítí

Využívání dešťových vod splachování toalet,
zavlažování zahrady atp.



Položka (podle druhu povrchu)	Plocha		Koefficient odtoku Plzeňský kraj		Množství zadržené vody
	A_i (m ²)		f (-)	$Q_{s,j}$ (m ³ /rok)	
zelená střecha (vrstva půdy > 10cm)	213,59		0,50	71,66	
štěrk	13,70		0,30	6,43	
pozinkovaný plech (sklon do 3°)	8,39		1,00	0,00	
terasa plocha	104,10		0,50	34,93	
Celkem	339,78			113,02	

Technické zařízení budovy

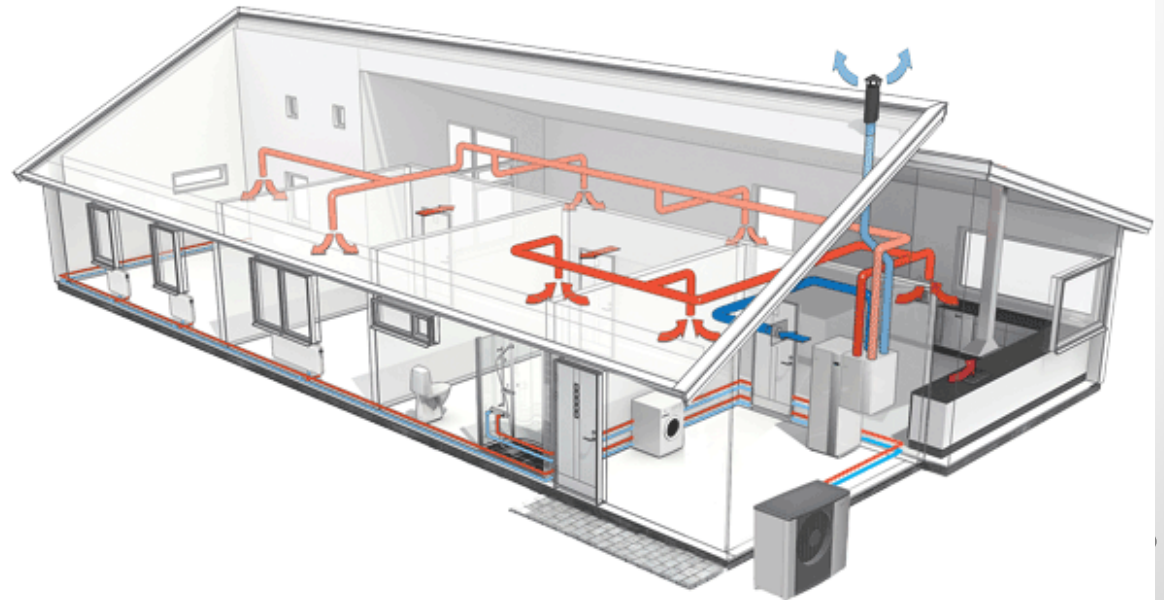
Rekuperační jednotka

Rekuperátor NIBE ERS 10-500

Účinnost zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu až 92%

Příhřev v zimních měsících z tepelného čerpadla

Zajištění stálého a zdravého mikroklimatu budovy



Technické zařízení budovy

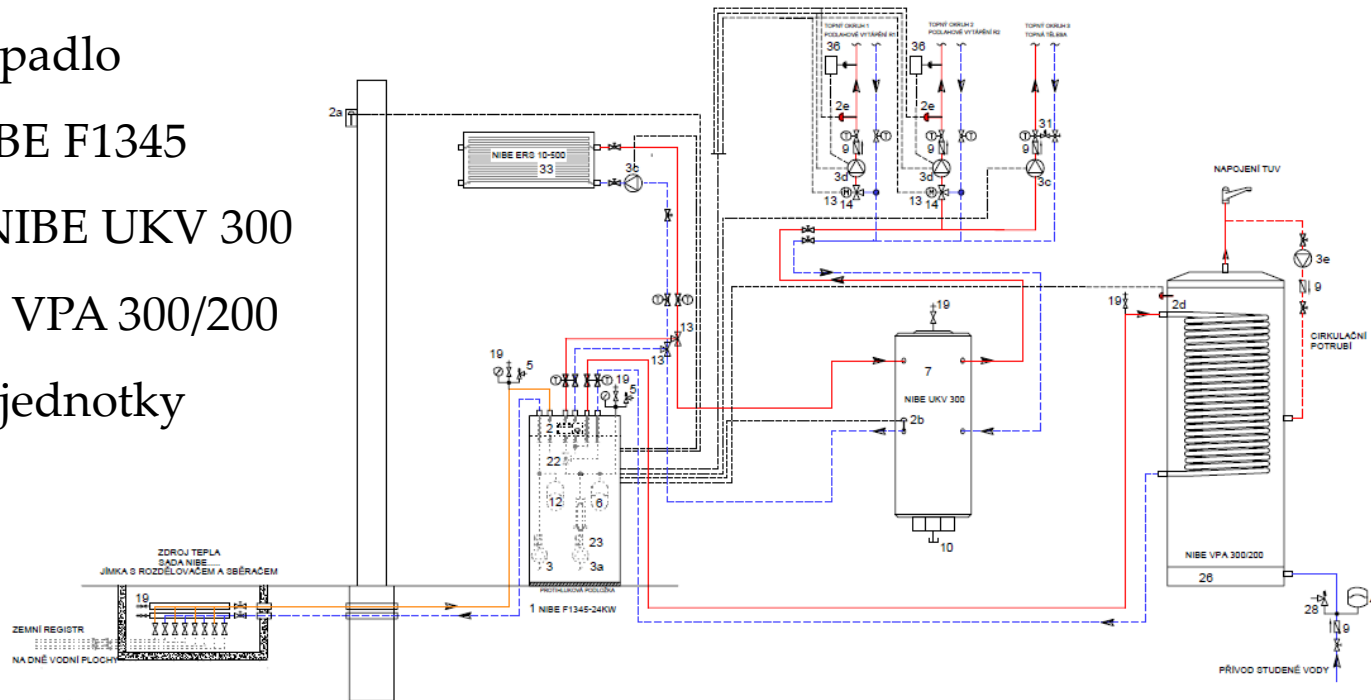
Vytápění tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo NIBE F1345

Akumulační nádrž NIBE UKV 300

Zásobník TUV NIBE VPA 300/200

Přihřev rekuperační jednotky



Místnost	Návrhová teplota v místnosti [°C]	Objem vzduchu v místnosti [m ³]	Podlahová plocha místnosti [m ²]	Návrhová tepelná ztráta prostupem [W]	Návrhová tepelná ztráta větráním [W]	Zátopový tepelný výkon [W]	Návrhový tepelný výkon [W]
M 1 - Rodinný dům	20	1013,91	312,16	4 387,9	5 515,7	0,0	9 903,6
Celkem za zadané místnosti	-	1013,91	312,16	4 387,9	5 515,7	0,0	9 903,6

Technické zařízení budovy

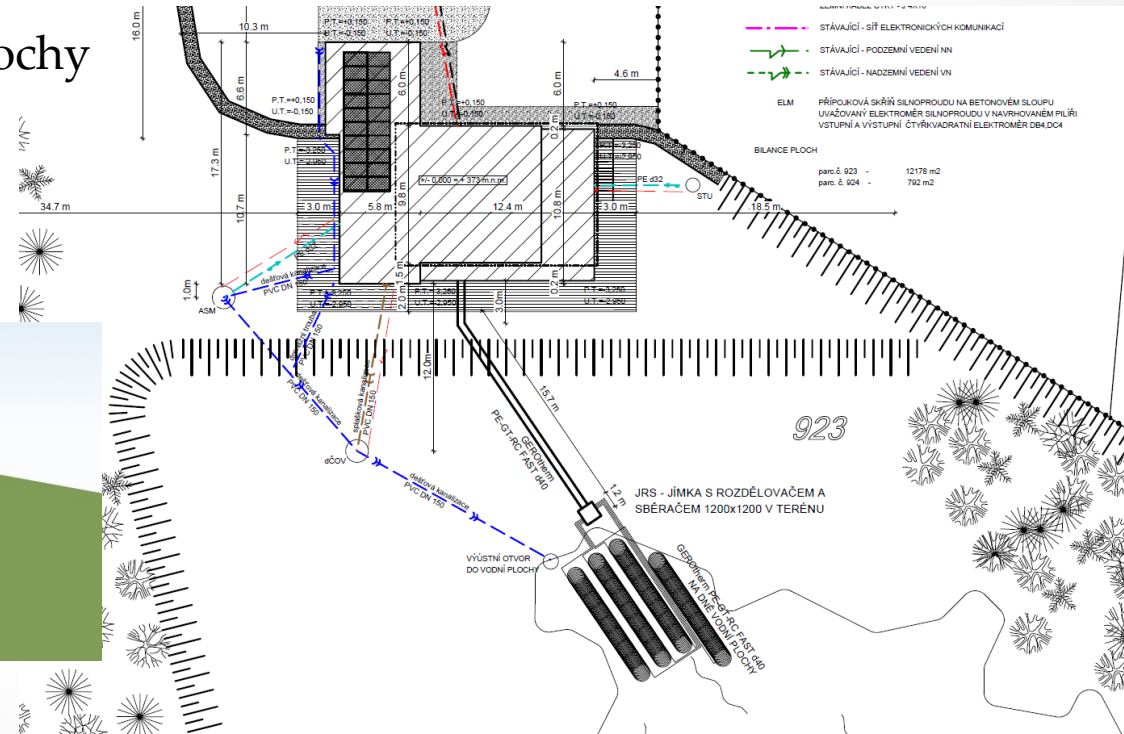
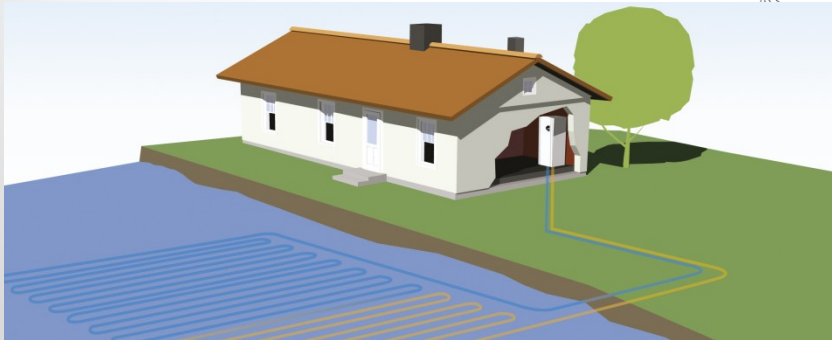
Vytápění tepelné čerpadlo

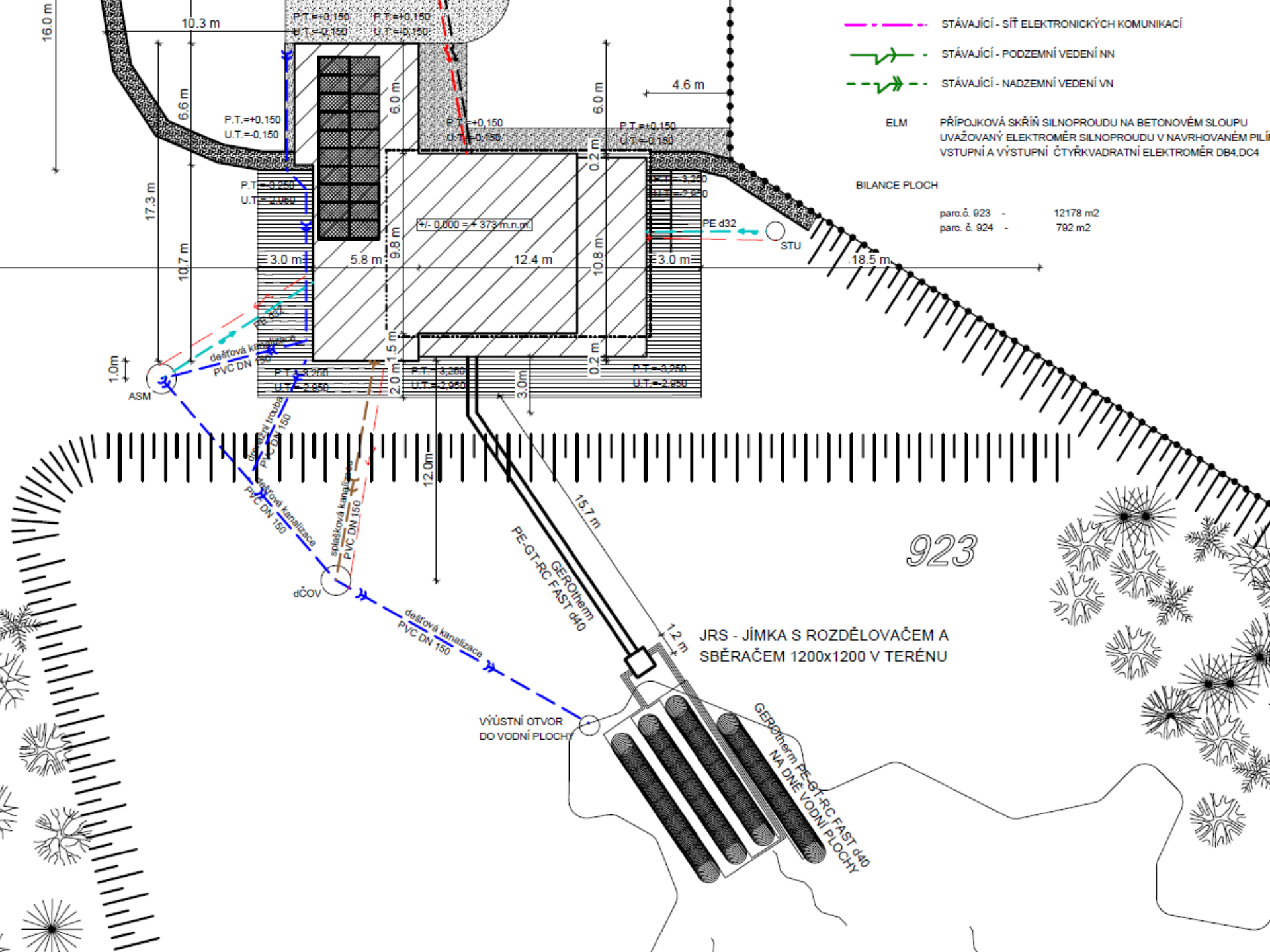
Vynikající účinnost díky kladné teplotě vody celoročně

Úspora 1/3 kolektoru oproti klasickému zemnímu (30-40W/m²)

Zemní kolektor na dně vodní plochy

Nejúspornější zemní kolektory





PENB

Budova se hodnotí jako mimořádně úsporná se spotřebou měrné hodnoty 47,2 Kw/m²*rok. Kategorie nízkoenergetická budova.

program ENERGETIKA
verze 4.2.11

DEKSOFT

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydáný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: , k.ú. **763349, p.č. 923,**
924
PSČ, místo: **332 09, Štěnovice**
Typ budovy: **Rodinný dům**
Plocha obálky budovy: **841.49** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.64** m²/m³
Celková energeticky vztázná plocha: **402.18** m²

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)			
Mimořádně úsporná A	47.2	45.7	
Velmi úsporná B	51.0	55.5	
Úsporná C	76.5	83.2	
Méně úsporná D	102	111	
Nehospodárná E	153	166	
Velmi nehospodárná F	204	222	
Mimořádně nehospodárná G	255	277	
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	19.0	18.4	

program ENERGETIKA
verze 4.2.11

DEKSOFT

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

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

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je zřizováno sříškou **DOPOUŠTĚNÍ**

PODÍL ENERGOŠITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu (MWh/rok)

■ obnovitelná energie: 12.9
■ neobnovitelná energie: 87.1

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
U _g W/(m ² *K)	Dílní dodané energie					
	Měrné hodnoty kWh/(m ² *rok)					
A	0.17	29.3			7.7	2.5
B						
C			1.0			
D						
E						
F						
G						
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	11.8	2.7	0.4		3.1	1.0

Zpracovatel: **Bc. David Pajma** Osvědčení č.:
 Kontakt: Vyhotoveno dne: **16.4.2017**
 Podpis:

Vyhodnocení SBTOOLCZ

Stupeň kvality budovy

Skupina kritérií	Váha	Vážené body	Finální skóre
E - Environmentální kritéria	50 %	8,08	4,0
S - Sociální kritéria	35 %	8,16	2,9
C - Ekonomika a management	15 %	8,78	1,3
L - Lokalita	0 %	7,44	0,0
Celkem	100 %		8,2

Certifikát kvality budovy	Body
certifikát	0 - 3,9
bronzový	4 - 5,9
stříbrný	6 - 7,9
zlatý	8 - 10

Posuzovaná budova dosáhla zlatého certifikátu.





Vysoká škola technická a ekonomická
v Českých Budějovicích

Vizualizace navrhované budovy





Vizualizace navrhované budovy





Vizualizace navrhované budovy





Vizualizace navrhované budovy



Doplňující dotazy vedoucího práce

Vyjádřete se k faktorům vnímané kvality vnitřního prostředí.

- Teplota vzduchu – konstantní teplota $< 3^{\circ}\text{C}$ (léto $20\text{-}28^{\circ}\text{C}$, zima $18\text{-}24^{\circ}\text{C}$)
- Vlhkost vzduchu – konstantní vlhkost vzduchu (40-60%)
- Rychlost proudění vzduchu – bez průvanu $< 0,1\text{-}0,2$ m/s
- Mikrobi – ovlivňuje vlhkost vzduchu (plísně, roztoči, pyly) - větrání
- Prašnost – biologické částice, domovní prach, astma = filtr třídy G3 >3 mikrony
- Vůně a zápachy – CO_2 , aceton, benzen, formaldehyd - výměna vzduchu
- Toxické plyny – síra SO , dusík NO , CO , smog atp. – výměna vzduchu, eliminace materiálů s těmito složkami
- Akustická složka prostředí hluk a vibrace – eliminace vnějšího hluku do vnitřního, vnitřní vibrace a otřesy chůze, slyšitelnost z místností
- Osvětlení – zrakové vnímání, duševní pohoda, optimalizace osvětlení •

Doplňující dotazy oponenta práce

Myslíte si, že v 1 PP je vhodně provedený návrh sloupků mezi otvorovými výplněmi? Nebylo by lepší zvolit např. ocelové prvky?

- Odpadá vnitřní obložení ocelových sloupků
- Jednotný systém, včetně tepelně izolačních vlastností
- Možnost vyztužení zděných sloupků VAPIS ocelovými dráty a cementovou zálivkou



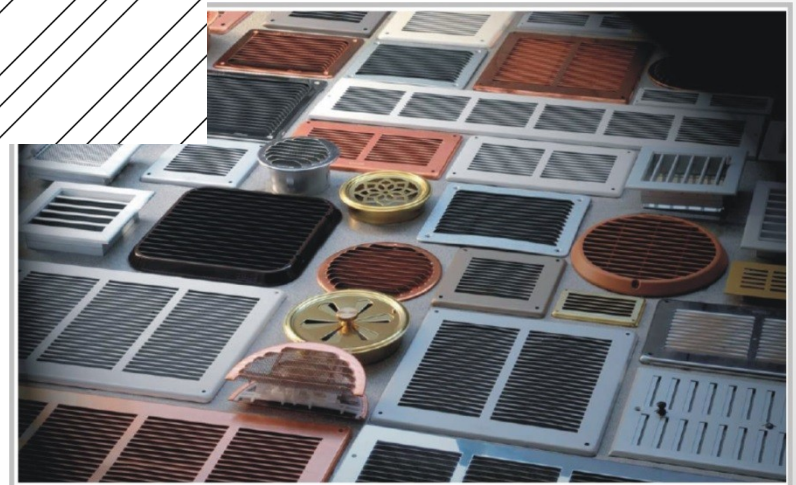
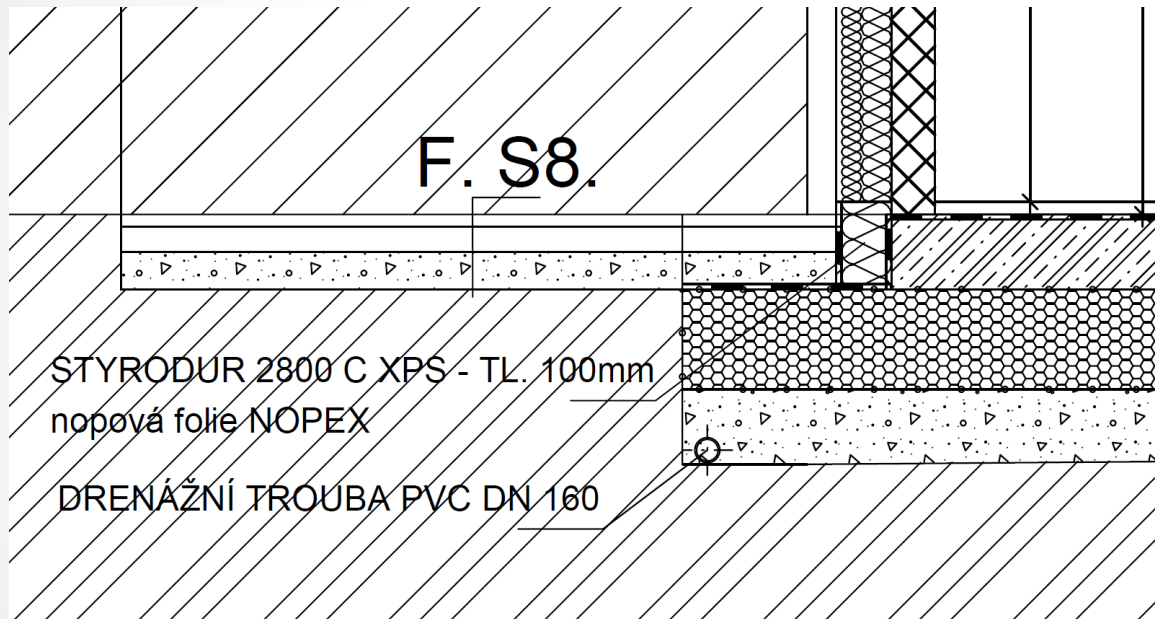


Doplňující dotazy oponenta práce

Jak je zajištěno větrání ve vzduchové mezeře, která odděluje rostlý terén a skladbu fasády z konopné izolace? Neobáváte se nebezpečí navlhání této izolace?

- Pěno sklo A-glass přesahuje před samotnou konstrukci pláště budovy
- Kontaktní izolace s terénem STYRODUR XPS
- Ochráněno nopovou folií
- Drenážní systém pod povrchem
- Provětrávání fasádními mřížkami ve stejném odstínu obkladu

Doplňující dotazy oponenta práce





Doplňující dotazy oponenta práce

Dokážete odhadnout o kolik by bylo dražší realizovat tuto budovu, oproti řešení obvyklému (bez konopné izolace, zelené střechy, využití obnovitelných zdrojů energie atd.)

- Založení stavby 20%	úspora	135.940,-
- Střešní krytina 50%	úspora	357.800,-
- Izolace tepelná 50 %	úspora	253.750,-
- FVE investice 200 tis	úspora	200.000,-
- Rekuperace investice 180 tis	úspora	180.000,-
- Vytápění 60%	úspora	300.000,-
- Hospodaření s dešť. vodou	úspora	189.900,-
- Ostatní (vnitřní materiály, omítky)	úspora	250.000,-
Celkem úspora		1.867.390,-
• Obvyklé řešení této budovy		6.879.810,-

Doplňující dotazy oponenta práce

Nemáte obavu z přehřívání interiéru díky krbové vložce?

- Nutné volit vložku s velmi nízkým regulovatelným výkonem
- Venkovní přívod spalovacího vzduchu
- Zděná budova má dobré vlastnosti akumulace tepla, do určité míry vyrovná teplené výkyvy
- Možnost zvolit vložku s výměníkem a předávat teplo do akumulční nádrže
- Možnost instalace teplovzdušných rozvodů či napojení na rekuperaci
- Vložka je navržena k zlepšení vnímané pohody uvnitř budovy, nikoliv pro primární vytápění