

sffRADONtest s.r.o.

Na Nivkách 420, 674 01 Třebíč

IČ 26919885

DIČ CZ26919885

- měření radonu na pozemcích a ve stavbách

- návrhy a projekty protiradonových opatření
u novostaveb a stávajících objektů

- realizace protiradonových opatření

Číslo | DIAGPOO 03/20

RADONOVÁ DIAGNOSTIKA
PODROBNÉ ŠETŘENÍ

**TECHNICKÝ POPIS, VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE OCHRANY STAVBY PROTI
PRŮNIKU RADONU Z PODLOŽÍ**

Objekt | Rodinný dům, Českých bratří 224, 564 01 Žamberk, parc. č.: st. 58

Objednatel | Domov pod hradem Žampach, Žampach č. 1, 564 01 Žamberk

Vypracoval | Mgr. Michal Sochor, Čermák Petr

Datum | 27.4. 2020

PODKLADY

1. Výsledky měření OAR
2. Výkresová dokumentace
3. ČSN 73 0601 „Ochrana staveb proti radonu z podloží“
4. Vyhláška SÚJB č. 422 / 2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
5. Podrobné šetření radiohygienického a stavebně-technického stavu objektu

POPIS OBJEKTU

Předmětem řešení protiradonových opatření byl starší částečně podsklepený objekt rodinného domu (vily). Suterén, který je přístupný přes netěsné dveře s „klíčovou dírkou“ z vnitřní chodby RD, se nachází pod prostorem garáže, se kterou je spojen konvekčně otevřenou montážní šachtou o rozměru cca 1.0 x 1.0 m. Podlaha suterénu je betonová s dlažbou, obvodové zdivo je cihelné a strop je konstrukce z betonových desek do „I“ nosníků. Prostor sklepa je ventilován přes 1 malé okýnko do vnější atmosféry. Prostupy v konstrukcích zajišťují rozvody vody a topení. V přízemí (1.NP) objektu se ze vstupní prostorné chodby dostanete do pravé části, kterou tvoří pobytová místnost ložnice a koupelna, každá s vlastním vstupem z chodby. V levé části přízemí pod schodišťovým prostorem je vstup do technické místnosti, kde je v podlaze 1.8 m hluboká šachta zakrytá provizorně pouze dřevěnými laťemi. Vlevo se samostatným vstupem jsou lokalizovány pobytové prostory obývacího pokoje a spojených místností jídelny a kuchyně, ze které je přístupná druhá koupelna s rohovou vanou. Při vstupu se vpravo, v rohu chodby nachází vodoměrná netěsně uzavřená šachta. V zadním nepobytovém traktu do zahrady jsou lokalizovány malý prostor WC bez okna do vnější atmosféry a dále ze zádveří přístupná průchozí šatna a za ní koupelna s kotelnou. Podlahy v přízemí jsou betonové s původní zřejmě asfaltovou izolací, v nášlapu jsou řešené parketami v obývacím pokoji a ložnici, v ostatních prostorách a menší části ložnice je řešená dlažba. Obvodové zdivo v přízemí je dílem cihelné a dílem smíšené, stropní konstrukce jsou řešené betonovými stropnicemi do „I“ nosníků se SDK podhledem a sypaným záklopem. Ve druhém podlaží (podkroví) jsou situovány pobytové místnosti dvou ložnic, příslušenství tvoří koupelna s WC. V každém rohu jsou přístupné z centrální chodby tzv. „podstřešní“ prostory. Z jedné z ložnic je přístupná terasa s plochou střechou. Ve všech oknech pobytových místností jsou osazená těsná plastová okna. Vstupní dveře jsou masivní dřevěné. Vnitřní schodiště mezi 1.NP a podkrovím je otevřené. Prostupy v objektu obecně zajišťují rozvody vody, odpadu a plynu. Zdrojem dodávané vody do objektu je veřejný řád. Střecha je centrálně oboustranně valbová a dílem rovná.

V rámci navrhované rekonstrukce se mimo jiné uvažuje o zasypání prostoru suterénu pod garáží, na místo které bude po její demolici otevřená pergola. Stavebně budou uzavřené podlahové konstrukce v technické místnosti s hlubokou 1.8 m šachtou a dále

vodoměrná šachta v podlaze vstupní chodby. Nově budou dále provedené podlahové konstrukce v prostorách místností jídelny a koupelny (bez rohové vany).

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Prvotní měření radonu

1.

V období 15.1. až 22.1. 2020 bylo provedeno firmou Ing. Petr Knápek – MERAD v zájmovém objektu základní měření radonu pomocí elektretové dozimetrie s týdenní expozicí. Výsledky měření jsou uvedené níže v tabulce č. 1.

TABULKA č. 1

Podlaží	Místnost Měřicí místo	OAR (Bq.m-3)
1.NP	Obývací pokoj	635
1.NP	Kuchyň	617
1.NP	Ložnice	654
podkroví	Pokoj (ložnice)	732

Poznámka I

OAR - průměrná objemová aktivita radonu v Bq/m³ za dobu expozice 168 hodin

Radonová diagnostika (soubor diagnostických metod měření)

Dne 16.4. 2020 jsme provedli tzv. podrobné šetření s radonovou diagnostikou jako souborem měření, které jsou rozhodujícím podkladem pro optimalizovaný návrh protiradonových ozdravných opatření v zájmovém objektu.

Měřicí technika a metody

Dávkové příkony záření gama (Dg) byly měřeny monitorem dávkového příkonu RP 114, výrobce ZMA Ostrov nad Ohří. Výsledky měření mají v dané lokalitě doplňující charakter pokud zvýšené dávkové příkony nesignalizují použití stavebních materiálů nebo prvků se zvýšenou aktivitou Ra-226.

Příkony fotonového dávkového ekvivalentu (Hx) záření gama byly stanoveny z měřených dávkových příkonů při přepočtu $Hx = 1.141 \times Dg$.

Objemové aktivity radonu (OAR) byly měřeny systémem elektretové integrální dozimetrie RM – 1 s expozičními komorami RM 200, pro měření průměrné objemové aktivity radonu na měřicích místech. Měřidlo RM-1 bylo ověřeno Autorizovaným metrologickým střediskem pro měřidla objemové aktivity radonu a ekvivalentní objemové aktivity radonu Příbram – Kamenná, 26231 Milín.

Měření průběhu objemové aktivity radonu (OAR) v závislosti na čase bylo provedeno kontinuálním monitorem RADIM 3A. Měření je prováděno vzorkováním každých 30 minut. Cílem měření bylo zachytit dynamický průběh OAR v čase a

posoudit ventilaci s rychlostí nárůstu OAR. Měřidlo RADIM 3A bylo ověřeno Autorizovaným metrologickým střediskem pro měřidla objemové aktivity radonu a ekvivalentní objemové aktivity radonu Příbram – Kamenná, 26231 Milín.

Okamžité objemové aktivity radonu byly zjišťovány měřením v detektorech Lucasova typu na vzorcích atmosférického vzduchu a půdního vzduchu odebraných v rizikových místech objektu a jeho okolí. Měřidlo RP 103 se sondou RS 45 (karosel) bylo ověřeno Autorizovaným metrologickým střediskem pro měřidla objemové aktivity radonu a ekvivalentní objemové aktivity radonu Příbram – Kamenná, 26231 Milín.

Stav a těsnost stavebních konstrukcí, zejména kontakty stěn s podlahou, okolí zárubní dveří na kontaktu s podlahovou konstrukcí a osazení prostupů byly ohledány opticky. Jejich vzájemná komunikace s prostorem pod podlahami byla zjišťována kovovými nástroji s různým tvarem a velikostí.

Výsledky měření souboru diagnostických metod

Okamžité objemové aktivity radonu (prokazují zdroje a přísunové cesty radonu)

Okamžité objemové aktivity radonu byly měřeny v odebraných vzorcích atmosférického vzduchu v objektu a půdního vzduchu ze základových hornin a zemin v okolí objektu. Odběry a měření byly provedeny dne 16.4. 2020, kdy byly vzorky vzduchu odebírány z opticky patrných a ze zkušenosti předpokládaných netěsností v podlahových a obvodových konstrukcích (jako vzorky atmosférického vzduchu) pomocí punkční jehly zavedené do zvětšené spáry nebo jiné nehomogenity a ze základových zemin a hornin (jako vzorky půdního vzduchu) na kontaktním pozemku v blízkém okolí objektu prostřednictvím odběrových zatlukacích sond (půdní vzduch). Vzorek vzduchu odebraný je převeden do vakuované detekční komory Lucasova typu, kde se měří odezva na radiometrické sondě s čítačem impulsů. Výsledky měření jsou uvedeny v následující TABULCE č. 2.

TABULKA č. 2

Podlaží Místo odběru	Druh vzorku Označení místa	Objemová aktivita radonu (Bq/m³)
Zahrada	půdní hloubka 0.8 m	9 200
Zahrada	půdní hloubka 0.7 m	14 600
Zahrada	půdní hloubka 0.8 m	17 800
Zahrada	půdní hloubka 0.8 m	7 200
Zahrada	půdní hloubka 0.8 m	27 500
Zahrada	půdní hloubka 0.7 m	53 400
Zahrada	půdní hloubka 0.6 m	11 600

Zahrada	půdní hloubka 0.8 m	13 500
1.NP Ložnice (1.NP)	atmosférický spoj stěna/podlaha	4 300
1.NP Obývací pokoj (1.NP)	atmosférický spoj stěna/podlaha v rohu	3 200
1.NP Obývací pokoj (1.NP)	atmosférický spoj stěna/podlaha	6 200
1.NP Obývací pokoj (1.NP)	atmosférický při zárubni dveří	4 200
1.NP Ložnice (1.NP)	atmosférický spoj stěna/podlaha v rohu	3 100
1.NP Ložnice (1.NP)	atmosférický spoj stěna/podlaha	3 200
1.NP Chodba u KP (1.NP)	atmosférický pod prahem dveří	13 000 ***

Komentář

Hodnoty OAR v podložních horninách a zeminách při jejich odhadnuté střední plynopropustnosti indikují, že **radonový index pozemku**, na kterém je objekt situován, lze vyhodnotit jako **STŘEDNÍ**.

Poznámka I

Zjištěné hodnoty OAR půdního vzduchu lze označit většinou za podhodnocené oproti hodnotám, které byly nebo by byly stanovené na rostlém terénu bez přítomnosti objektu rodinného domu.

Ve snaze zachytit přísunové cesty radonu do objektu byly v předpokládaných podlahových netěsnostech kontaktního podlaží, zejména na kontaktech zárubní dveří a na kontaktech stěn s podlahou zjištěny **zvýšené hodnoty okamžitých OAR**.

ROZBOR SITUACE A NÁVRH ŘEŠENÍ

Na základě výše zjištěných skutečností a situace „*in situ*“ v předmětném objektu s jeho konstrukčními dispozicemi lze učinit tento závěr.

Z naměřených hodnot OAR a dávkových příkonů záření gama lze konstatovat, že **hlavním zdrojem radonu v objektu je bezesporu geologické podloží**, ze kterého radonový plyn společně se zemní vlhkostí proniká přes netěsnou podlahovou konstrukci v kontaktním podlaží (1.NP). Výše uvedené potvrzují měření zjištěné zvýšené koncentrace radonu (okamžité OAR) v předpokládaných přísunových cestách půdního vzduchu do objektu, zejména se jedná o místa na spojkách stěna-podlaha a při zárubni dveří.

Stavební materiál a předpokládaně při neznámé koncentraci radonu i voda dodávaná do objektu z veřejného řádu nejsou významnými zdroji radonu v objektu a tedy není nutné je řešit.

Pro ozdravení rodinného domu byla zvolena **metoda nuceného podtlakového odvětrání radonu z podloží při částečné výměně podlahových konstrukcí v kontaktním podlaží**. Jedná se o aktivní podtlakovou drenáž s řízeným (aktivním) odsávacím tělesem zaústěným do podpodlahového prostoru. **Uvedená metoda je v souladu s ČSN 73 0601 (2006) „Ochrana staveb proti radonu z podloží „**

POPIS NAVRHOVANÝCH PROTIRADONOVÝCH OPATŘENÍ

PROVEDENÍ A SKLADBA NOVÉ PODLAHOVÉ KONSTRUKCE

1.

V prostoru **jídelny** (8.7 m²), **koupelny bez rohové vany** (4.9 m²) a **technické místnosti** (3.9 m²) **budou kompletně vybourány a vyvezeny podlahové konstrukce**, podkladní vrstvy se prohloubí a urovnají se na kótě o 0.350 m nižší oproti plánované úrovni nové podlahy. Při výkopových pracích je potřeba dát POZOR na stávající instalace v podlaze.

2.

Podloží pod kontaktními místnostmi, u kterých se nebudou provádět nové podlahy, se **z každé výše uvedené místnosti/jímky/šachty odvětrá pomocí 4 odsávacích vrtů o průměru 60 mm a délce minimálně 1.0 m** (větší délka bude bonusem), viz. příloha. Vrty se povedou z výkopů jednotlivých v bodě 1. uvedených místností, a to ve výšce (viz. níže) ventilační mezery. Vrty se osadí perforovanými pastovými trubkami přiměřené dimenze. Při vrtných pracích je potřeba dát POZOR na stávající instalace v podlaze.

3.

V každé místnosti s novou podlahovou konstrukcí se půdní vzduch z ventilační mezery a odsávacích vrtů bude odvádět pomocí ve své konstrukci těsného odtahového tělesa, alias **plastového PVC potrubí o průměru 100 mm**, které v případě:

- jídelny a koupelny s WC, ale „bez rohové vany“

bude zasekáno do zdiva a vyvedeno z „ventilační mezery“ na vnější stěnu obvodového zdiva v případě koupelny tzv. „na fasádu“ do vnější atmosféry a v případě jídelny na vnější obvodovou stěnu tzv. „na fasádu“ do prostoru nad venkovní terasu. Plastové potrubí na obvodovém zdivu se osadí speciálním **střešním radiálním ventilátorem se základnou** (např. MRF 100 resp. při redukci potrubí 125), viz. ilustrační obrázek v příloze.

- koupelny bez WC „s rohovou vanou“

bude zasekáno do zdiva v profilu „L“ a vyvedeno z „ventilační mezery“ přes stropní konstrukci do prostoru podstřešního prostoru, kde bude stabilizováno a osazeno tzv. **potrubním průběžným ventilátorem** (např. TUBO 100) a dále potrubí vyústí nad střechu, kde bude osazeno koncovou hlavicí.

Výkonová charakteristika střešního radiálního ventilátoru I

Pro odsávání půdního vzduchu jsou obecně vhodné takové typy ventilátorů, které jsou schopny vytvářet podtlak od 50 do 400 Pa při objemovém toku vzduchu 50 až 400 m³/h.

Příkon I 20 až 100 W

4.

Na urovnaném dně původních podlah se položí a bodově svaří **syntetická geotextilie 300 g/m²**. V případě potřeby budou v podlahách nově provedeny a rozvedeny subdodávkou, kterou zajistí objednatel (majitel objektu), rozvody odpadu, vody a případně jiných instalačních systémů. Uvedené instalace budou ve výkopu technologicky správně ochráněné a zajištěné systémovým zásypem bez přítomnosti kamenů.

5.

Následuje vlastní **pokládka jednotlivých ventilačních tvarovek např. GUTTADRYTEK o konstrukční vnější světlé výšce 100 mm**, které vytvoří odvětrávanou drenáž v celé ploše nových podlahových konstrukcí. Na kontaktu tvarovek se zdivem se provede uzavření dutin a vzniklých nerovností štěrkovou drtí např. frakce 8/16, kdy se zajistí odvětrávání a vysušování zdiva z vnitřní strany a současně se vyloučí zatečení konstrukčního betonu pod tvarovky. **Uvedený systém ventilačních tvarovek, tzv. air izolací je velmi účinný nejen pro odvod půdního vzduchu s radonem, ale i pro řízený odvod vždy přítomné zemní vlhkosti.**

UPOZORNĚNÍ

Provoz (pohyb osob a rozvoz betonu ve stavebním kolečku) na ventilačních tvarovkách musí být realizován přes podkladní dřevěné desky nebo tzv. „fošny“, aby nedošlo k poškození tvarovek!

6.

Svrchní profilovaný design drenážních tvarovek včetně spojovacích zámků se vyplní a nadbetonuje do výšky **80 mm konstrukčním betonem B 20 (C 16/20)**, který bude vyztužen vázanou železnou KARI sítí tl. 4.0 mm s oky 150 mm, roznesené přes bodové betonové terče. Takto bude vytvořena nosná železobetonová deska v jednotlivých místnostech. Současně po obvodu místností bude následně nad betonovou deskou **zdivo vyrovnáno cementovou stěrkou v pásu o šířce do 100 mm.**

7.

Na pochůzí vytvrdlou a armovanou betonovou desku se položí **syntetická geotextilie 300 g/m² a hydroradonová mPVC folie např. LOGICBASE, ALKOR, FATRA, SIKA ... tl 1.5 mm** se svařenými spoji horkovzdušným autorem jako protiradonová bariéra s vytažením a ukončením přes stěrkový **hydroizolační můstek na zdivu**. V ploše bude hydroradonová izolace překryta ochrannou syntetickou geotextilií 300 g/m².

8.

V dalším kroku se provede dodávka a montáž tepelného izolantu např. **desek z nenasákavého polystyrenu EPS tl. 50 mm x 2 ve dvou vrstvách** (spodní EPS S 100 a svrchní EPS S 200), celkem tedy bude realizováno snížení tepelných ztrát podlahou **100 mm mocnou vrstvou polystyrenu EPS S v souladu s požadavkem ČSN.**

9.

Následuje provedení svrchní betonové desky např. **litou samonivelační cementovou stěrkou o mocnosti 50 mm.**

10.

Takto je podlahová konstrukce připravená podkladem a výškou (dle majitelem sdělených typů nášlapných materiálů v jednotlivých místnostech) pro následnou pokládku nášlapných vrstev.

UTĚSNĚNÍ DVEŘÍ, PROSTUPŮ ZTI A JINÝCH PŘÍSUNOVÝCH CEST RADONU

Ve všech stávajících kontaktních podlahových konstrukcích a zdivu obecně doporučujeme provést dokonalé vytmelení všech trhlin a mezikružích okolo všech stávajících prostupů (voda, odpad a jiné rozvody), případně vytmelit i všechny v nich zjištěné pasivní i aktivní trhliny a praskliny. Současně doporučuji přetěsnit dvířka od čistícího prvku pod vanou. K utěsnění lze použít polyuretanový tmel, stěrkovou hmotu COMBIFLEX nebo AQUAFIN 2K. Všechny tmelené prvky je nutno očistit a odmastit (výše uvedené dodávkou a montáží zajistí nebo provede majitel objektu na své náklady).

Současně doporučujeme provést přetěsnění stávajících dveří v prahu i zárubni a zaslepení klíčové zdířky nebo instalaci nových takto těsných dveří u místností samostatného WC, ve vnitřní příčce oddělující nepobytový prostor zádveří, šatny, zadní koupelny a kotelny od pobytového prostoru 1.NP a dveří do sklepa (suterénu).

ELEKTROINSTALACE A REGULACE VENTILÁTORU

Elektroinstalace k ventilátoru, který odvádí vzduch s radonem z drenážních hadic, se provede kabelem CYKY 5x1,5 tak, aby splňovala požadavky ČSN 33 1500 a ČSN 33 2000-6-61. Jištění je provedeno v rozvodné krabici přístrojovou pojistkou 2 A. V rozvodné krabici je dále instalován regulátor otáček a časový spínač, který bude vzhledem k rychlosti přísunu radonu do objektu nastaven optimálně tak, aby byla hladina radonu z ekonomického hlediska v nejnižší možné úrovni pod směrnou hodnotou a současně nedocházelo ke zbytečné spotřebě elektrické energie.

KONTROLA ÚČINNOSTI SYSTÉMU PROTIRADONOVÝCH OPATŘENÍ

Pro stanovení účinnosti systému protiradonových opatření se provede týdenní integrální měření OAR v interiéru objektu pomocí elektretové dozimetrie a současně kontinuální monitoring nárůstu a poklesu hladiny OAR monitorem radonu v závislosti na činnosti ventilátorů v čase. Z výsledku měření se provede optimalizace provozu ventilátoru vzhledem k požadované hladině radonu v místnostech, tzv. ekonomicky a účinností vyvážené řešení.

ZÁVĚR

Systém protiradonových opatření byl navržen v souladu s ČSN 73 0601 (2019) tak, aby byl dostatečně účinný a optimalizovaný pro pobytové prostory bytové jednotky.

V průběhu prací je nutné vyžadovat jejich maximální kvalitu a při provedení dodržovat požadavky všech technologických norem, protipožární ochrany a ochrany zdraví dle vyhlášky č. 324/90 Sb. ve znění pozdějších úprav.

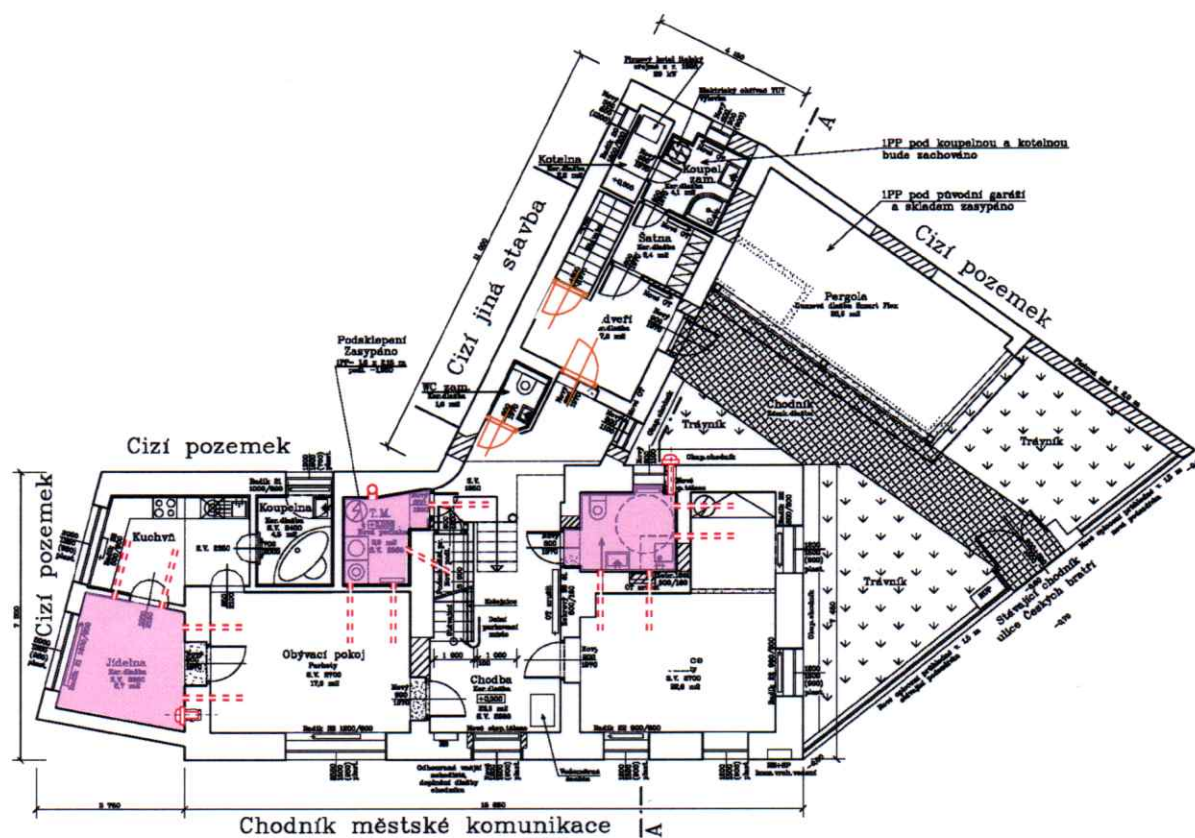
V případě, že se během realizace systému POO zjistí nové skutečnosti významné pro celkovou účinnost a úspěšnost protiradonových opatření, je povinností všech dotčených subjektů oznámit výše uvedené neprodleně realizační firmě.






Mgr. Michal Sochor
držitel Osvědčení

„Projektování a realizace
staveb proti účinkům radonu“
osoba se ZOZ SÚJB

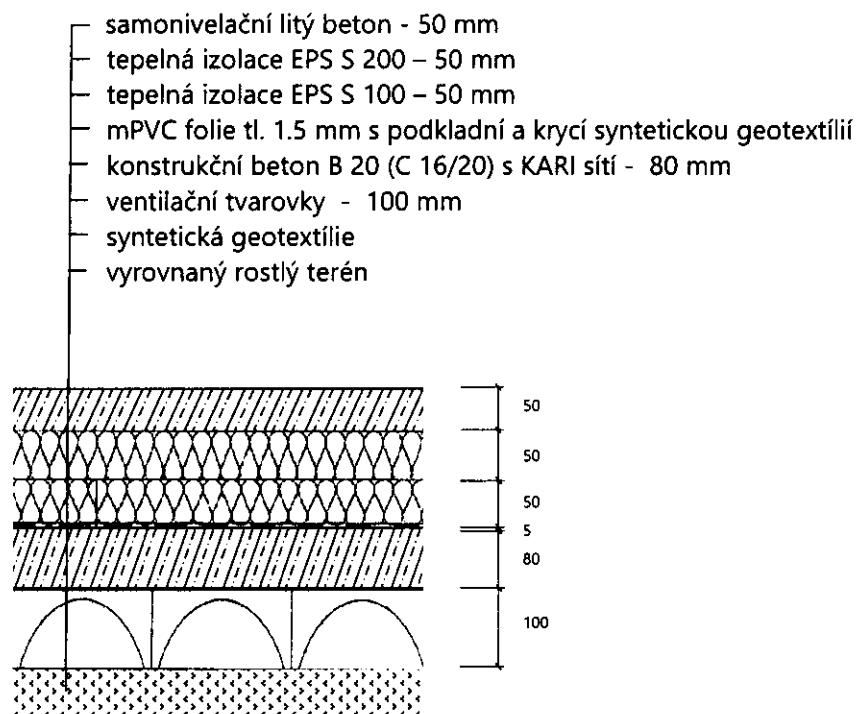


- Půdorys 1. NP se zakreslenými prvky protiradonové ochrany



-  nová podlahová konstrukce
-  odsávací vrt \varnothing 82 mm
-  potrubní ventilátor
-  radiální střešní ventilátor
-  těsné dveře „bez klíčové dírky“

- Skladba nové podlahové konstrukce



- Detail realizace radiálního střešního ventilátoru tzv. na fasádu

