

RADONtest s.r.o.  
Na Nivkách 420, 674 01 TŘEBÍČ  
IČ 26919885  
DIČ CZ26919885

- radioekologický servis
- projekty a realizace protiradonových opatření u novostaveb a stávajících objektů
- měření radonu na pozemcích a ve stavbách

Číslo: DIAGPOO 003/22

# RADONOVÁ DIAGNOSTIKA & OPTIMALIZOVANÝ NÁVRH PROTIRADONOVÝCH OPATŘENÍ

dle ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží

**Objekt** | Základní umělecká škola, ul. Masarykova 717, Ostrov  
**Objednatel** | Město Ostrov, odbor městských investic a správy, Jáchymovská 1  
363 01 Ostrov  
**Vypracoval** | Mgr. Michal Sochor, Petr Čermák  
**Datum** | 20.6. 2022

## PODKLADY

---

1. Výsledky měření OAR v objektu
2. Výkresová dokumentace
3. ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží
4. Atomový zákon č. 263/2016 Sb., vyhláška SÚJB č. 422/2016 Sb.,  
o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
5. Místní šetření s rekognoskací objektu a jeho okolí

## POPIS OBJEKTU

---

Předmětem zpracování projektu protiradonových ozdravných opatření byl na dvou místech částečně podsklepený třípodlažní objekt ZUŠ s původním rokem výstavby cca 1950. Fasáda objektu je zateplena kontaktním kontaktním pravděpodobně EPS polystyrénovým kontaktním systémem. Všechna okna v objektu jsou plastová.

### SUTERÉN (1.PP)

První suterén se nachází na konci přízemní chodby, kdy jde o podpodlahovou šachtu o půdorysu cca 2.0 x 2.0 m s „netěsnou“ přípojkou rozvodů topení a teplé vody z exteriéru základových/podložních hornin a zemin (v zemi vedená přípojka z druhé budovy). Konstrukce šachty je betonová, avšak bez funkční hydroizolace. Vstup do šachty je přes **netěsný ocelový (silně zkorodovaný kontakt rámu a poklopu) poklop v podlaze** chodby o rozměru 0.6 x 0.6 m. Druhý suterén/sklep/sklad je lokalizován u vnitřního centrálního otevřeného schodiště. Vstup do předmětného suterénu je v úrovni přízemí přes v rámu i prahu netěsné dveře. Podlaha je betonová prostá hydroizolace, zdivo je cihelné a strop těsný zaomítaný. Pod stropem předmětného suterénu jsou řešená dvě malá plastová okna, v podlaze je lokalizována podlahová vpust, zřejmě nedostatečně zavodněná, ze které je patrný zápach vlhkého odpadního vzduchu. U schodišťových schodů suterénu ve směru do jeho interiéru je patrná větší prasklina na kontaktu se zdivem.

### PŘÍZEMÍ (1.NP)

**V přízemí jako kontaktním podlaží s geologickými a základovými horninami a zeminami jsou podlahy betonové bez funkční základní hydroizolace, zdivo přízemí jinak i celého objektu je cihelné, stropy jsou betonové monolitické konstrukce. V přízemí (1.NP) jsou situovány místnosti všechny přístupné z centrální chodby (55.5 m2) |**

- třída 37 bubeník (24.2 m2)
- třída 33 (24.2 m2)
- třída 34 (24.2 m2)
- šatna 35 (12.3 m2)

- koncertní sál 36 (61.5 m<sup>2</sup>)
- dílna (10.3 m<sup>2</sup>)
- uklízečky (10.7 m<sup>2</sup>)
- modelovna č. 40 (48.0 m<sup>2</sup>)
- WC invalida (4.2 m<sup>2</sup>)
- pračka (7.5 m<sup>2</sup>)
- WC služební (4.2 m<sup>2</sup>)
- WC muži (8.2 m<sup>2</sup>)
- WC ženy (8.2 m<sup>2</sup>)
- místnost pro rodiče (9.9 m<sup>2</sup>)
- sklad č. 38 (7.5 m<sup>2</sup>)
- třída 32 (41.0 m<sup>2</sup>)

Ve 2. a 3. nadzemním podlaží jsou situovány pobytové místnosti jednotlivých učeben, kabinetů, sboroven a dvou sálů.

Propojení všech podlaží ve vertikálním směru je realizováno přes otevřené centrální schodiště. Prostupy v objektu zajišťují rozvody instalací vody, topení a odpadu. V objektu je lokalizováno jedno komínové těleso. Střecha je valbová, krytá plechovou krytinou. Zdrojem dodávané vody do objektu je městský vodovodní řad.

## VÝSLEDKY PŘEDCHOZÍCH MĚŘENÍ

1.

V období od 5.10. do 12.10. 2021 bylo společností RADONtest s.r.o. v předmětném objektu provedeno za užitelských podmínek integrální měření radonu „indoor“ pomocí stanoveného měřidla – elektretový systém RM-1 pro měření průměrné objemové aktivity radonu. Výsledky měření jsou uvedené níže v tabulce č. 1.

**TABULKA č. 1**

Podlaží	Místnost Měřící místo	OAR ( Bq.m-3)
1.NP	Učebna, nahrávací studio 1.03	1518
1.NP	Učebna 1.04	1010
1.NP	Učebna 1.05	2172
1.NP	Koncertní sál 1.07	900
1.NP	Dílna, školník 1.08	2471
1.NP	Učebna, kapely	1697
2.NP	Sborovna 2.03	436
2.NP	Učebna 2.04	498
2.NP	Učebna klavír 2.10	659
2.NP	Kancelář 2.14	252
3.NP	Učebna kytary 3.02	473
3.NP	Učebna 3.04	660
3.NP	Sál kapela 3.08	621
3.NP	Sál kapela 3.09	534

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODROBNÉHO ŠETŘENÍ A DIAGNOSTICKÝCH MĚŘENÍ

Dne 11.5. 2022 provedli Mgr. Michal Sochor a p. Petr Čermák v předmětném objektu podrobné šetření radiohygienických parametrů, které mají zásadní vliv na úroveň ochrany objektu před ozářením z radonu a současně realizovali tzv. radonovou diagnostiku, která je důležitým podkladem pro vypracování optimalizovaného technického návrhu protiradonových opatření.

### 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 prostorového ekvivalentu (Hx) záření gama** byly stanoveny z měřených dávkových příkonů při přepočtu  $Hx = 1.141 \times Dg$ .

V předmětném objektu byly na stavebních konstrukcích (zdivo, podlaha) metodou „náhodného skanu“ stanoveny dávkové příkony záření gama. Po jejich přepočtu na tzv. příkony fotonového prostorového ekvivalentu (viz. převod výše uvedený) byly zjištěné hodnoty **Hx v intervalu 0.21 až 0.23  $\mu$ Sv/hod.**

**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 kontaktu stěn s podlahou a osazení prostupů byly ohledány opticky. Jejich vzájemná komunikace s prostorem pod podlahami byla zjišťována kovovými nástroji různého tvaru a velikosti.

**Okamžité objemové aktivity radonu** byly měřeny v odebraných vzorcích atmosférického vzduchu z potenciálních opticky a mechanicky vyhledaných přísunových cest radonu do objektu a ve vzorcích půdního vzduchu na kontaktním pozemku. Odběry a měření byly provedeny ve dnech 11. a 12. května 2020, kdy byly vzorky vzduchu odebírány z prostor pod podlahou a spár v podlahových konstrukcích (atmosférický vzduch) a ze základových zemin a hornin (půdní vzduch) okolo objektu prostřednictvím odběrových zatlukacích sond (půdní vzduch), JANETTE (150 ml) a punkční jehly zavedené do zvětšené spáry nebo jiné nehomogenity (atmosférický 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/m <sup>3</sup> )
1.NP koncertní sál 36	atmosférický při zárubni dveří	< 1 000
1.NP šatna	atmosférický při zárubni dveří	< 1 000
1.NP Třída 34	atmosférický při zárubni dveří	7 400
1.NP Koncertní sál 36	atmosférický při zárubni dveří	1 200
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.8 m	17 000
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.6 m	23 500
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.7 m	15 500
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.8 m	24 700
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.7 m	16 600
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.8 m	15 100
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.8 m	14 400
Travnatá plocha	půdní hĺb. 0.7 m	14 800

**Vertikální profil přípovrchové vrstvy |**

0.0 - 0.2 m humózní reliéf

0.2 - 0.8 m písek hlinitý s úlomky podložní matečné horniny

**Odhadnutá plynopropustnost kontaktních zemin | střední**

## NÁVRH OCHRANY STAVBY PROTI RADONU Z PODLOŽÍ DLE ČSN 73 0601 (2019)

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

Z naměřených hodnot OAR a zjištěných příkonů záření gama v rámci všech realizovaných měření lze konstatovat, že **hlavním zdrojem radonu v objektu je geologické podloží**, ze kterého půdní plyny s radonem a zemní vlhkostí pronikají přes netěsnou kontaktní konstrukci (vodorovná podlahová celého přízemí a vertikální konstrukce v šachtě a suterénním skladu/sklepu). Výše uvedené potvrzují měření zjištěné zvýšené koncentrace radonu (okamžité OAR) v předpokládaných přísunových cestách půdního vzduchu do objektu, zejména se jedná o místa při zárubních dveří.

Stavební materiál a voda dodávaná do objektu nejsou významnými zdroji radonu v objektu a tedy je není nutné prioritně řešit.

**Protiradonová ozdravná opatření** byla dle zjištěných skutečností navržena v souladu s požadavky ČSN 73 0601 (2019) „Ochrana staveb proti radonu z podloží“.

## Nové podlahové konstrukce s aktivním odvětráním radonu a zemní vlhkosti v suterénu (1.PP)

1.

V přízemních místnostech a prostorách třídy 37 bubeník (24.2 m<sup>2</sup>), třídy 33 (24.2 m<sup>2</sup>), třídy 34 (24.2 m<sup>2</sup>), šatny 35 (12.3 m<sup>2</sup>), koncertního sálu 36 (61.5 m<sup>2</sup>), dílny (10.3 m<sup>2</sup>), uklízečky (10.7 m<sup>2</sup>), modelovna č. 40 (48.0 m<sup>2</sup>), WC invalida (4.2 m<sup>2</sup>), pračka (7.5 m<sup>2</sup>), WC služební (4.2 m<sup>2</sup>), WC muži (8.2 m<sup>2</sup>), WC ženy (8.2 m<sup>2</sup>), místnosti pro rodiče (9.9 m<sup>2</sup>), skladu 38 (7.5 m<sup>2</sup>), třídy 32 (41.0 m<sup>2</sup>) a středové chodby (55.5 m<sup>2</sup>), ale mimo plochy stropní konstrukce v šachtě a suterénním skladu/sklepě **o celkové podlahové ploše 311 m<sup>2</sup>** se odstraní stávající podlahové konstrukce (nášlapná vrstva dlažby, betonové vrstvy, event. hydroizolace, tepelný izolant a základová zemina) tak, aby se jejich báze urovnala **štěrkovým podsypem do tl. 50 mm na kótě o - 0.35 m (350 mm) nižší oproti plánované úrovni nášlapné vrstvy nové podlahy.**

2.

**Odtahová tělesa (2ks) pro odvod radonu a zemní vlhkosti** (viz. příloha – profil „Z“) se zrealizují v pozici dle přílohy uvedené **z plastového potrubí o průměru 100 mm (pozn. speciální vzduchotechnické potrubní trubky)**, které se instaluje v těsném provedení zaústěním z **ventilační mezery tzv. AIR tvarovek přes průduch v obvodovém zdivu na fasádu**, a to minimálně ve výšce 600 mm nad kontaktním terémem. Plastové potrubí se na vnější fasádě osadí **speciálním střešním radiálním ventilátorem např. typu MRF 100 se základnou a průměrem napojení na potrubí 98 mm** (viz. příloha).

### Výkonová charakteristika ventilátorů |

Pro odsávání půdního vzduchu jsou vhodné takové typy ventilátorů, které jsou schopny vytvářet podtlak od 250 do 500 Pa při objemovém toku vzduchu 200 až 750 m<sup>3</sup>/h (ventilátor MRF 100 se základnou má objemový průtok 310 m<sup>3</sup>/h při tlaku 380 Pa).

Příkon | 19 až 110 W

3.

Ve vykopaném podlahovém prostoru se pod příčkovým zdivem **v úrovni ventilační mezery** (je potřeba přesně odměřit) **tzv. AIR izolací odvrta 26 ks propojovacích vrtů do průměru 60 mm mezi jednotlivými místnostmi, prostorami** a chodbou, kde bude zrealizována nová podlahová konstrukce. Vždy je potřeba ventilační mezeru AIR izolací (plastových tvarovek) mít spojitě propojenou mezi jednotlivými místnostmi a prostorami s novou podlahovou konstrukcí, a to zejména v případě, že nebude z technických důvodů a poškození statiky možné vybourat podlahu v mezidveřím prostoru !

4.

V případě potřeby budou ve vykopaných podlahách rozvedeny subdodávkou, kterou zajistí objednatel (zřizovatel) objektu, rozvody odpadu, vody a případně jiných instalačních systémů.

5.

V další etapě se provede na štěrkovou drtí srovnaném podkladu vykopaných podlah vlastní **pokládka jednotlivých drenážních tvarovek o vnější konstrukční výšce 100 mm**, které vytvoří odvětrávanou



dutinu v podlaze. Na kontaktu tvarovek se zdívem je nutné provést **uzavření dutin syntetickou geotextílií v kombinaci se štěrkovou drtí** (dojde k odvětrávání a současně k řízenému vysušování zdíva z vnitřní strany) tak, aby nedošlo k zatečení betonu pod tvarovky. K zamezení zatečení konstrukčního betonu do mezery mezi tvarovkou a nerovným zdívem doporučuji vyložit uvedené kaverny např. plynopropustnou perlinkou VERTEX resp. syntetickou geotextílií a provést její vysypání štěrkiem frakce 8 až 16 mm.

#### POZNÁMKA

Uvedený systém propojených tvarovek tzv. „AIR izolací“ s odtahovým vertikálním tělesem je současně velmi účinným sanačním opatřením pro odvod zemní vlhkosti mimo kontaktní konstrukci!

#### UPOZORNĚNÍ

Provoz (pohyb osob a rozvoz betonu) musí být na drenážních tvarovkách prováděn přes podkladní dřevěné nebo jiné desky, aby nedošlo k jejich případnému poškození nebo perforaci!

6.

Svrchní profilovaný design drenážních tvarovek se v prvním kroku vyplní betonem a ve druhém kroku nadbetonuje do výšky **80 mm betonem B 20 (C 16/20)**, který bude vyztužen **vázanou železnou KARI sítí tl. 4.0 mm s oky 150 mm resp. plastovou mřížkou**. Takto bude vytvořena nosná armovaná/vyztužená betonová deska v jednotlivých místnostech a prostorách včetně chodby.

7.

Na pochozí armovanou betonovou desku v jednotlivých místnostech se položí **podkladní syntetická geotextílie**, na kterou se horkovzdušným svářem aplikuje protiradonová (současně hydroizolace) bariéra např. z **mPVC folie LOGICBASE, tl. 1.5 mm** s vytažením a ukončením **přes hydroizolační cementovou stěrku na obvodové a vnitřní svíslé zdívo do tzv. „vaničky“**. Výše uvedená hydroradonová izolace bude v ploše **krytá ochrannou syntetickou geotextílií 300 g/m<sup>2</sup>** a bude současně plnit separační funkci, tak aby nebyl materiál mPVC v kontaktu s tepelným polystyrenem EPS.

8.

V dalším kroku se provede dodávka a montáž tepelné ochrany z nenasákavých velkoformátových polyuretanových desek **DEKPIR Floor, tl. 50 mm**, které budou překryty **PE folií**, na kontaktu se zdívem se na zdívo nalepí či jinak přichytí **dilatační pásek Miralon**.

#### POZNÁMKA

Ekvivalentem polyuretanových desek **PIR Floor, tl. 50 mm** je vrstva **polystyrenu EPS Z 100, tl. 100 mm**. V tomto případě je potřeba provést o 50 mm hlubší výkop původní podlahové konstrukce!



9.

Následně bude v řešených místnostech aplikován **svrchní samonivelační litý beton v tloušťce 50 až 70 mm** jako podklad pro nášlapnou vrstvu např. dlažba, linoleum apod. ..., která však upozorňují není dle podmínek vyplacení státní dotace součástí realizace protiradonových opatření.

Poznámka | Oprava/zapravení svíslého zdiva a malba vnitřních prostor nejsou součástí díla protiradonových opatření !

#### Elektroinstalace a regulace ventilátorů

Elektroinstalace ke speciálním radiálním střešním ventilátorům typu např. MRF 100 se základnou a ovládací krabičkou na vnitřním zdivu (typ R 10), který aktivně odvádí půdní vzduch s radonem z ventilační mezery a odsávacích prvků, se provádí kabelem CYKY 3 resp. 5x1,5 tak, aby splňovala požadavky ČSN 33 1500 a ČSN 33 2000-6-61. Jištění je provedeno v rozvodné krabici přístrojovou pojistkou dle technické normy.

#### Plynotěsné provedení šachet, vpustí, zdravotnických instalací a dveřních konstrukcí

Ve všech stávajících kontaktních podlahových konstrukcích a zdivu suterénních prostor objektu vyjma šachty je obecně nutné provést dokonalé vytmelení všech trhlin a mezikruží okolo všech stávajících prostupů (voda, odpad a jiné rozvody) v podlaze i ve zdivu. V případě nepoužívaných podlahových nebo sprchových vpustí doporučujeme jejich odstranění a stavební konvekčně těsné uzavření.

##### 1. ŠACHTA 1.PP (v podlaze středové chodby)

Výše uvedená šachta má zjištěný v podlaze chodby zcela pro proudění vzduchu s radonem a vlhkostí netěsné rám i poklop.

V případě, že by přetěsněním šachty v rámu i poklopu nebylo dosaženo požadované plynotěsnosti, tak musí být šachta opatřena „na míru vyrobeným“ systémovým kompozitovým rámem a poklopem v plynotěsném provedení, např. značky Kompodeck A 609 S.

##### 2. DVEŘNÍ KONSTRUKCE NA VSTUPU DO SUTERÉNU (mezi vstupní přízemní podestou chodby a vnitřním suterénním schodištěm)

Výše uvedené dveře je potřeba dokonale v rámu a prahu přetěsnit, současně je nezbytné utěsnit přelepením páskou klíčovou zdířku.

V případě, že by se uvedené nepodařilo, tzn. nebylo dosaženo potřebné těsnosti pro zamezení konvekčního proudění vzduchu s radonem ze suterénu do vyšších podlaží objektů přes otevřené schodiště, tak bude nutné nechat na míru vyrobit tzv. „protikouřové“ dveře v rámu i prahu bez klíčové dírky.

## Kontrola účinnosti protiradonových ozdravných 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 v závislosti na provozu speciálního ventilátoru. Odhadem a pomocí výpočtu rychlosti přísunu radonu s intenzitou ventilace z časového průběhu OAR se provede optimalizace provozu ventilátoru vzhledem k požadované hladině radonu v obytném prostoru minimálně pod hranici 300 Bq/m<sup>3</sup>.

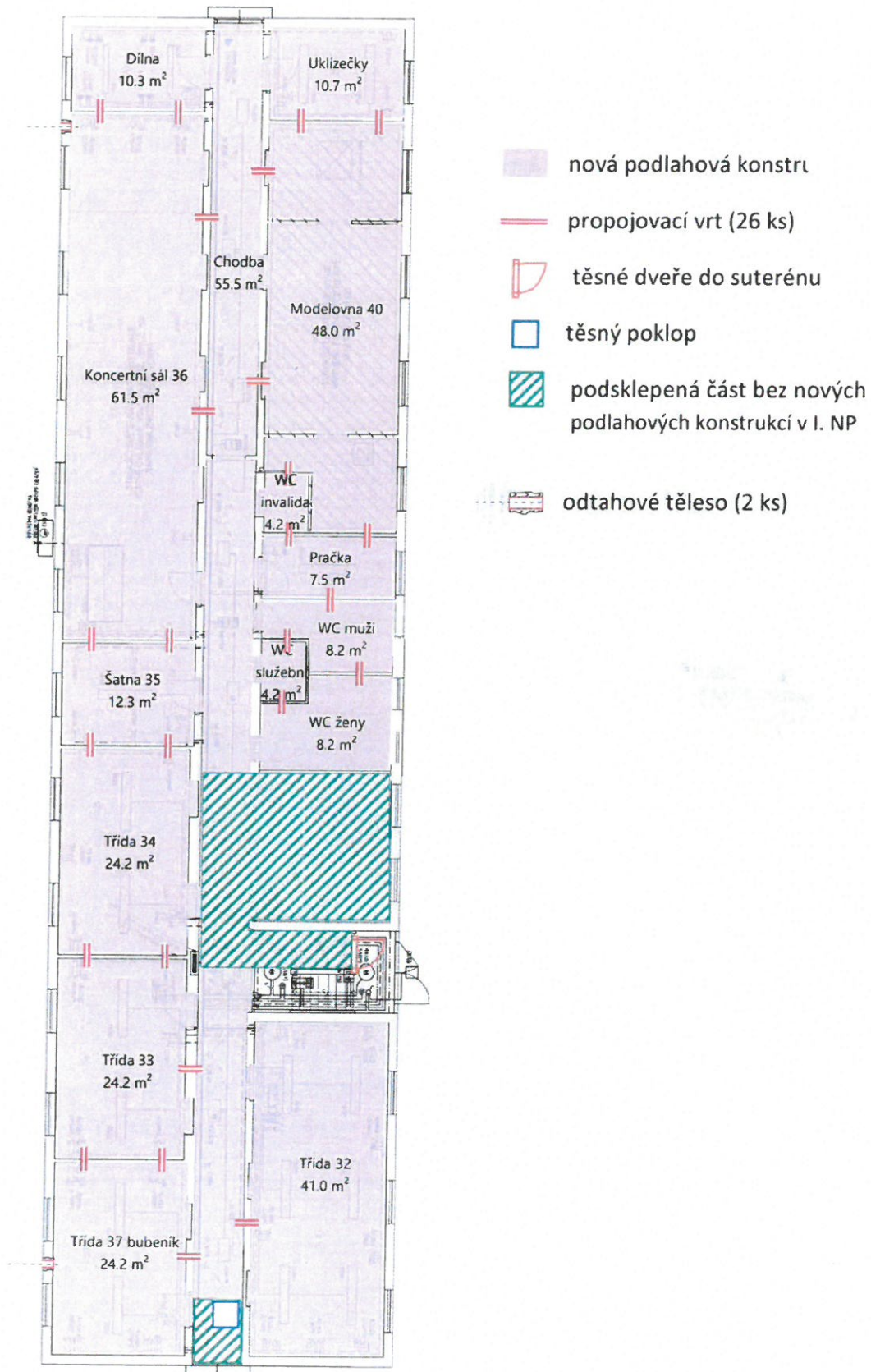
V průběhu prací je nutné vyžadovat jejich maximální kvalitu a provedení při dodržování všech technologických norem a předpisů, protipožární ochrany a ochrany zdraví dle vyhlášky č. 324/90 Sb. ve znění pozdějších úprav.

**V případě, že se během realizace systému POO zjistí nové skutečnosti významné pro celkovou účinnost a úspěšnost protiradonových opatření, např. přítomnost topných kanálů nebo skrytých šachet s původními rozvody, je povinností všech dotčených subjektů uvedené skutečnosti oznámit realizační firmě, která uvedenou situaci bude v rámci řešení protiradonových opatření konzultovat s autorem projektu protiradonových ozdravných opatření.**

Realizaci protiradonových, protivlhkostních a sanačních opatření z důvodu splnění podmínky efektivně a odůvodněně vynaložených financí za dostatečně účinný systém opatření proti radonu by měla provádět specializovaná firma v daném oboru, která má nejen teoreticky odborné, ale hlavně praktické zkušenosti v uvedené problematice, svoji odbornou způsobilost opakovaně prokázala v mnoha případech vysoce účinných realizací protiradonových ozdravných opatření.

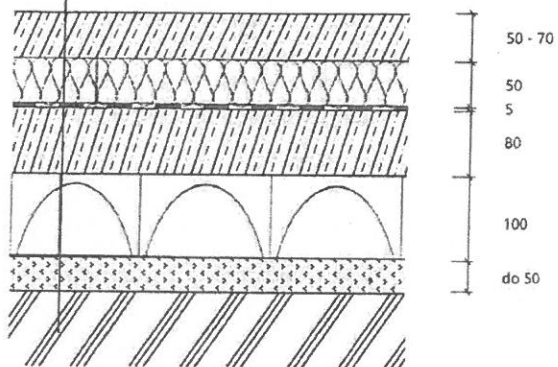
**Realizátor - mitigátor protiradonových ozdravných opatření by měl být držitelem Osvědčení Meziresortní radonové komise „Projektování a realizace staveb proti účinkům radonu“ a měl by průkazně prokázat ze svojí odborné praxe úspěšnost v řešení dané problematiky.**

- Půdorys přízemí (1.NP) se zakreslenými prvky protiradonové ochrany



- Detail skladby nové podlahové konstrukce

- svrchní samonivelační litý beton – 50 až 70 mm
- tepelná DEKPIR – 50 mm
- mPVC folie LOGIC BASE V-SL tl. 1.5 mm s podkladní a krycí syntetickou geotextílií
- beton B 20 (C 16/20) s KARI sítí - 80 mm
- ventilační tvarovky - 100 mm
- urovnaný podklad štěrkovou drtí – do 50 mm
- dno výkopu





- Detail realizace speciálního radiálního ventilátoru

