

Mgr. Pavel Bártek

Beskydské divadlo Nový Jičín
Divadelní 5
741 01 Nový Jičín

Beskydské divadlo Nový Jičín

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM
PORUŠENÉ ČÁSTI PŘÍSTAVBY**

BRNO, duben 2018

Spolupracovali:

Ing. Petr Daněk, Ph.D., VUT – FAST, AdMaS

doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D., VUT – FAST, AdMaS

Zpracovali:

Ing. Pavel Krůpa

Prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	PODKLADY, LITERATURA	4
3	STRUČNÝ POPIS OBJEKTU	5
4	STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM	6
4.1	Vizuální prohlídka	9
4.2	Pevnost betonu v tlaku	15
4.3	Nedestruktivní zjištění výztuže	19
4.4	Ověření stěnových konstrukcí	21
4.5	Ostatní zjištění	23
5	ZÁVĚRY	25

Přílohy:

- 01 – Výstupy z průzkumu (48 x A4)
- 02 – Protokol o ověření pevnosti betonu v tlaku stropních desek – Beskydské divadlo Nový Jičín; zpráva č. HS 12854037L_A; VUT v Brně, FAST, AdMaS; 10. 4. 2018 (8 x A4)
- 03 – Zpráva o průzkumu vyztužení železobetonových stropních konstrukcí – Beskydské divadlo Nový Jičín; zpráva č. HS12854033L; VUT v Brně, FAST, AdMaS; 10. 4. 2018 (56 x A4)

1 ÚVOD

Na základě objednávky ze dne 18. 1. 2018 (č.obj.: BD/č.j.116/2018) byl proveden stavebně technický průzkum konstrukcí poškozené části přístavby Beskydského divadla.

Jedná se o starou budovu, která byla v minulosti již vícekrát upravována a která je propojena s novějšími navazujícími budovami. Poloha objektu a zájmová oblast (ověřovaná část stropu s místem osazení autoklávu) je na Obr. 1.



Obr. 1 - Pohled na Beskydské divadlo Nový Jičín s popisem řešené části.

Před podáním nabídky proběhla dne 20. 11. 2017 předběžná prohlídka prostor vykazujících poruchy (zejména trhliny v příčkách). Během této prohlídky nám byla také zapůjčena část dokumentace k divadlu (stavební výkresy, viz [6]).

Dne 8. 3. 2018 proběhla koordinační prohlídka divadla, a to za účelem upřesnění vlastního průzkumu, výběru a kontroly míst pro sondy a také dohodnutí zpřístupnění a přípravy vybraných míst. Této prohlídce se zúčastnili také spolupracovníci z Fakulty stavební, VUT v Brně, kteří spolupracovali na části průzkumu. Znovu nám byl zpřístupněn archiv s projektovou dokumentací divadla a podařilo se nalézt konstrukční část projektu, obsahující statický projekt včetně příslušných výkresů tvaru a výztuže zájmových železobetonových stropních desek (viz [7]). Příslušná složka dokumentace nám byla opět zapůjčena.

V rámci provedeného průzkumu a řešení zakázky byly provedeny následující práce:

- vizuální prohlídka prostor ve 2.NP, 3.NP a 4.NP:
 - poruchy příčkových konstrukcí, jejich rozsah a charakter,
 - kontrola viditelných poruch stropních konstrukcí,
- stropní železobetonové desky nad 2.NP, 3.NP a 4.NP:
 - nedestruktivní ověření vyztužení na 20 místech (georadar, profometer),
 - nedestruktivní zkoušky pevnosti betonu na 14 místech (Schmidtův tvrdoměr),
 - odběr 6 ks jádrových vývrtů ze stropní desky nad 2.NP a nad 3.NP pro laboratorní ověření tlakové pevnosti betonu a zjištění skladby stropních desek včetně podlah,
 - sekané sondy pro ověření průměru a typu výztuže a ověření krytí výztuže,
- svislé nosné konstrukce ve 2.NP a 3.NP:
 - sekané sondy pro ověření materiálu zdiva nosných stěn, 7 ks,
- příčkové konstrukce ve 3.NP a 4.NP:
 - sekané sondy pro ověření materiálu zdiva příček, 6 ks,
- pořízení fotodokumentace,
- vyhodnocení veškerých zjištění z průzkumu, závěry a doporučení.

2 PODKLADY, LITERATURA

- [1] ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí;
- [2] ČSN 73 1373: Nedestruktivní zkoušení betonu – Tvrdoměrné metody zkoušení betonu;
- [3] Statické posouzení současného stavu konstrukcí přístavby budovy divadla, Beskydské divadlo v Novém Jičíně; VUT v Brně, FAST, Ústav betonových a zděných konstrukcí; prof. Ing. Jiří Stráský, CSc.; 01/2004;
- [4] Statické zajištění stropů, Beskydské divadlo v Novém Jičíně; BESTEX, spol. s r.o., 02/2004;
- [5] E.2 Statické zajištění stropů – dodatek č. 1, Beskydské divadlo v Novém Jičíně; BESTEX, spol. s r.o., 08/2004;
- [6] Stavební část projektové dokumentace – vybrané výkresy; GO a modernizace budovy SDS Nový Jičín; Stavoprojekt Ostrava; ~1985; zapůjčeno 20. 11. 2017;
- [7] Konstrukční část projektové dokumentace; GO a modernizace budovy SDS Nový Jičín; Stavoprojekt Ostrava; ~1986, zapůjčeno 8. 3. 2018;
- [8] Ústní informace k historii objektu od ředitele divadla, pana Mgr. Pavla Bártka, 11/2017;
- [9] Fotografie (letecké snímky) z mapového serveru, www.mapy.cz, 04/2018
- [10] Historie budovy Beskydského divadla Nový Jičín; <http://www.theatre-architecture.eu/cs/db/?theatreId=442>

3 STRUČNÝ POPIS OBJEKTU

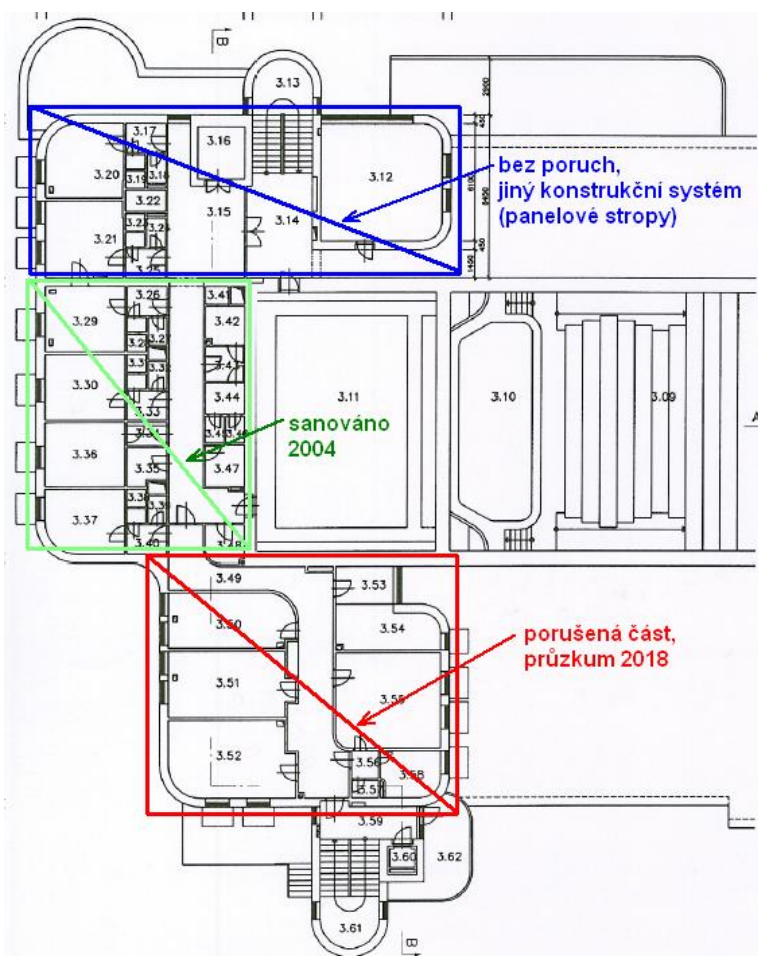
Historie a vývoj budovy divadla (viz [8] a [10])

Původní objekt Německého spolkového domu vznikl v letech 1885–1886 podle projektu vídeňského architekta Otto Thienemanna (1827–1905). Stavba začala v roce 1885 a Německý spolkový dům se slavnostně otevřel 24. října 1886.

Úpravy spolkového domu pro potřeby *Beskydského divadla* proběhly pravděpodobně v roce 1947. Pravděpodobně ještě před přestavbou spolkového domu na divadlo (1947) vznikla nástavba levého bočního křídla a rozšířila se část se sociálním zařízením. Upravená budova pro účely divadla fungovala až do roku 1983.

V osmdesátých letech se stal stav budovy již neúnosný a město začalo 1. září 1984 s generální rekonstrukcí a přístavbou nové budovy. Generálním dodavatelem stavby byl Okresní stavební podnik Nový Jičín. Po této brutální rekonstrukci (z původních interiérů se nic nedochovalo) zůstaly z historické budovy pouze obvodové stěny a základní dispozice divadelního sálu. Do těchto stěn vložili architekti Stavoprojektu Ostrava Stanislav Svoboda a Oldřich Pražák nové konstrukce a k zadní části stávající budovy pak vyprojektovali novostavbu v duchu estetiky osmdesátých let – pětipatrové křídlo určené pro technické zázemí divadla. Na výškovou budovu navazuje nižší hmota, v interiéru prohlubující prostor jeviště.

Do pětipatrové zadní budovy poplatné svým stylem u nás nepříliš kvalitní architektuře 80. let se vedle kanceláří vedení divadla vešly nové moderní šatny pro herce, hudebníky a zázemí pro technický personál. Komunikační přístup a spojení s jevištěm zde zajišťují schodiště i výtah. Nová stavba byla zkolaudována 26. ledna 1992.



Obr. 2 – Přístavba z 90. let a její části. Aktuální průzkum se týká spodní červeně vyznačené části.

Střední část přístavby řešená v roce 2004

V letech 2003 a 2004 byl proveden průzkum s následným projektem zesílení stropních konstrukcí v jedné části přístavby (zelená část na Obr. 2). Dle údajů v [3] již cca od roku 1994 docházelo na konstrukčním objektu přístavby k deformacím a poruchám, zejména trhliny v příčkách. Zesílení stropních konstrukcí přístavby v této části předcházelo průzkumu poruch a stavu konstrukcí, včetně časového sledování vývoje deformací a trhlin. Byly prokázány nadměrné průhyby železobetonových monolitických stropních desek. Nedostatky v provedení stropních desek (horší beton, menší tloušťka desky, větší tloušťky podlah a různé vyrovnávací vrstvy betonových potěrů, které navíc přitěžovaly nosnou konstrukci). Zjištěné vyztužení stropních desek odpovídalo projektu, ale přepočty únosnosti ukázaly, že již projektovaný návrh vyztužení byl nedostatečný a výrazně nevyhovující pro uvažovaná zatížení na dané geometrii stropních desek.

Aktuálně řešená východní část přístavby

Poruchy této části svým charakterem odpovídají poruchám již sanované střední části. Železobetonové monolitické stropní desky obou částí (střední i východní) přístavby byly realizovány cca ve stejném období a stejnou firmou (viz [8]). Lze tedy očekávat obdobné nedostatky v kvalitě provedení, jaké byly zjištěny a prokázány průzkumem ve střední části přístavby.

Jihozápadní část přístavby

Poslední část přístavby z 90. let (modře zvýrazněna na Obr. 2) je dle původního projektu (viz podklady [6] a [7]) řešena jiným konstrukčním systémem. Stropní konstrukce nejsou monolitické železobetonové (jako u předešlých částí), ale jsou vyskládané z panelových prvků. Dle sdělení zaměstnanců divadla, včetně pana ředitele, tato část je bez poruch a nedochází zde ke vzniku poruch srovnatelných s ostatními částmi přístavby.

4 STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

Vlastní průzkum východní části přístavby (červeně vyznačeno na Obr. 2) byl proveden 27. 3. 2018. Průzkumné práce byly provedeny firmou BESTEX, spol. s r.o. – Ing. Pavel Krůpa, Ing. Ivo Hasala a Vladislav Mikuláščík, ve spolupráci s Fakultou stavební VUT v Brně – doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D., Ing. Ondřej Anton, Ph.D. a Ing. Věra Heřmánková, Ph.D. Za Beskydské divadlo byl přítomen zejména správce objektu pan Zbyněk Petružela.








Zpracování průzkumu, jeho vyhodnocení, a také stanovení závěrů a doporučení, vychází ze zjištění získaných při všech návštěvách divadla (seznámení a prohlídka poruch 20. 11. 2017, kontrolní prohlídka před průzkumem 8. 3. 2018 a vlastní průzkum 27. 3. 2018), a dále také ze znalosti historie objektu divadla, zejména průzkumu a zesílení střední části přístavby z roku 2004.

Výstupy z aktuálně provedeného průzkumu východní části přístavby, včetně záznamu sond, jejich vyhodnocení a fotodokumentace, jsou podrobně a souhrnně uvedeny v příloze č. 01.

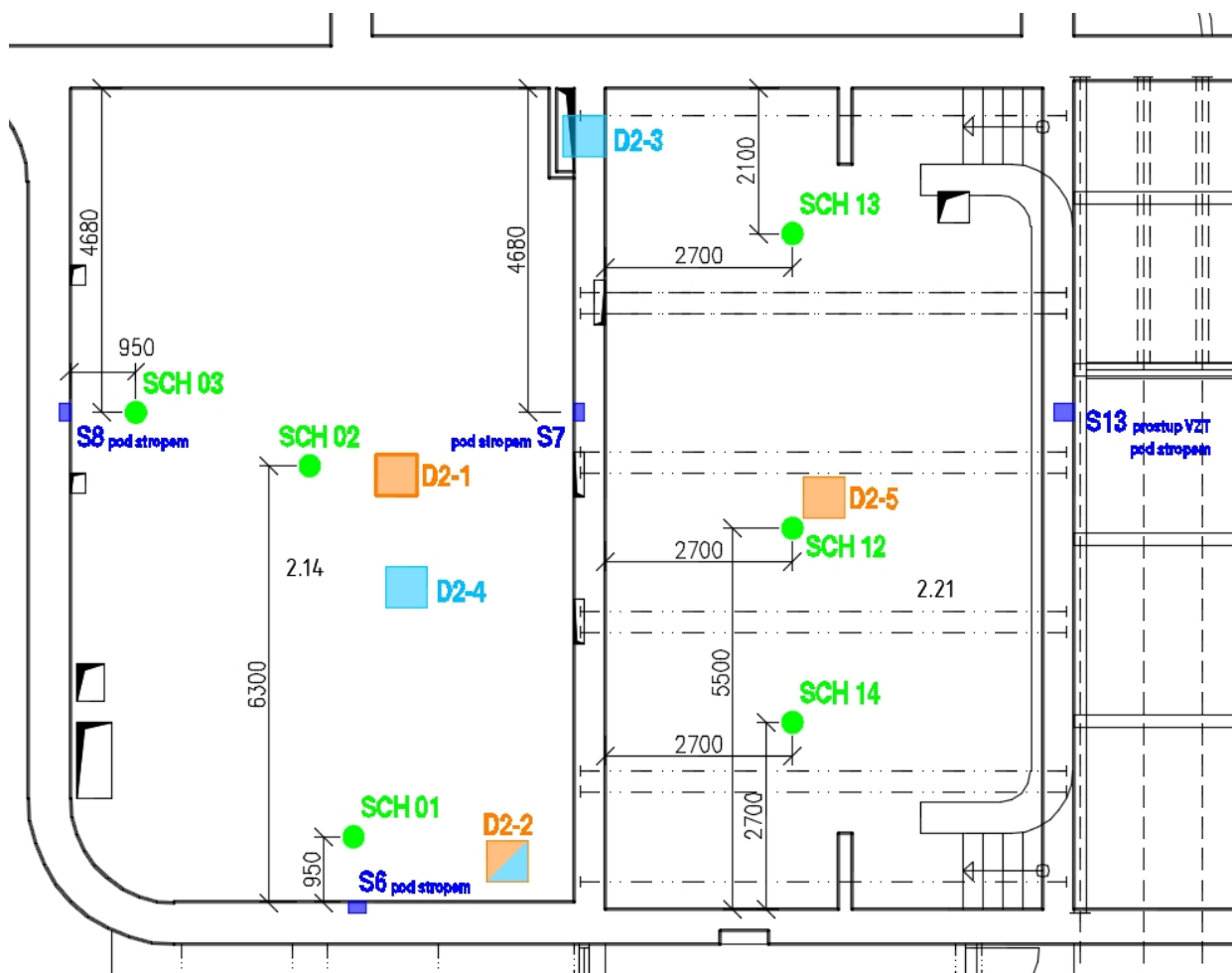
Vyhodnocení pevnosti betonu v tlaku, stanovené destruktivně na odebraných jádrových vývrtech, zpracované FAST VUT v Brně a Centrem AdMaS, je doloženo v příloze č. 02.

Vyhodnocení průzkumu vyztužení stropních desek, zpracované FAST VUT v Brně a Centrem AdMaS, je doloženo v příloze č. 03.

Na následujících obrázcích jsou půdorysy jednotlivých podlaží s vyznačenými polohami provedených sond (ve větším rozlišení uvádíme také v příloze č. 01). Barvy a symboly sond reprezentují jednotlivé druhy zkoušek.

- D2-5**  sken výztuže ze spodního povrchu
- D2-4**  sken výztuže z horního povrchu
- D2-1**  (tlustý rámeček) sken včetně sekané sondy k výztuži
- D2-2**  sken výztuže ze spodního i horního líce
- SCH 02**  nedestruktivní ověření pevnosti betonu Schmidovým tvrdoměrem
- S8**  sekaná sonda do zdiva
- V3**  odběr jádrového vývrtu ze stropní desky

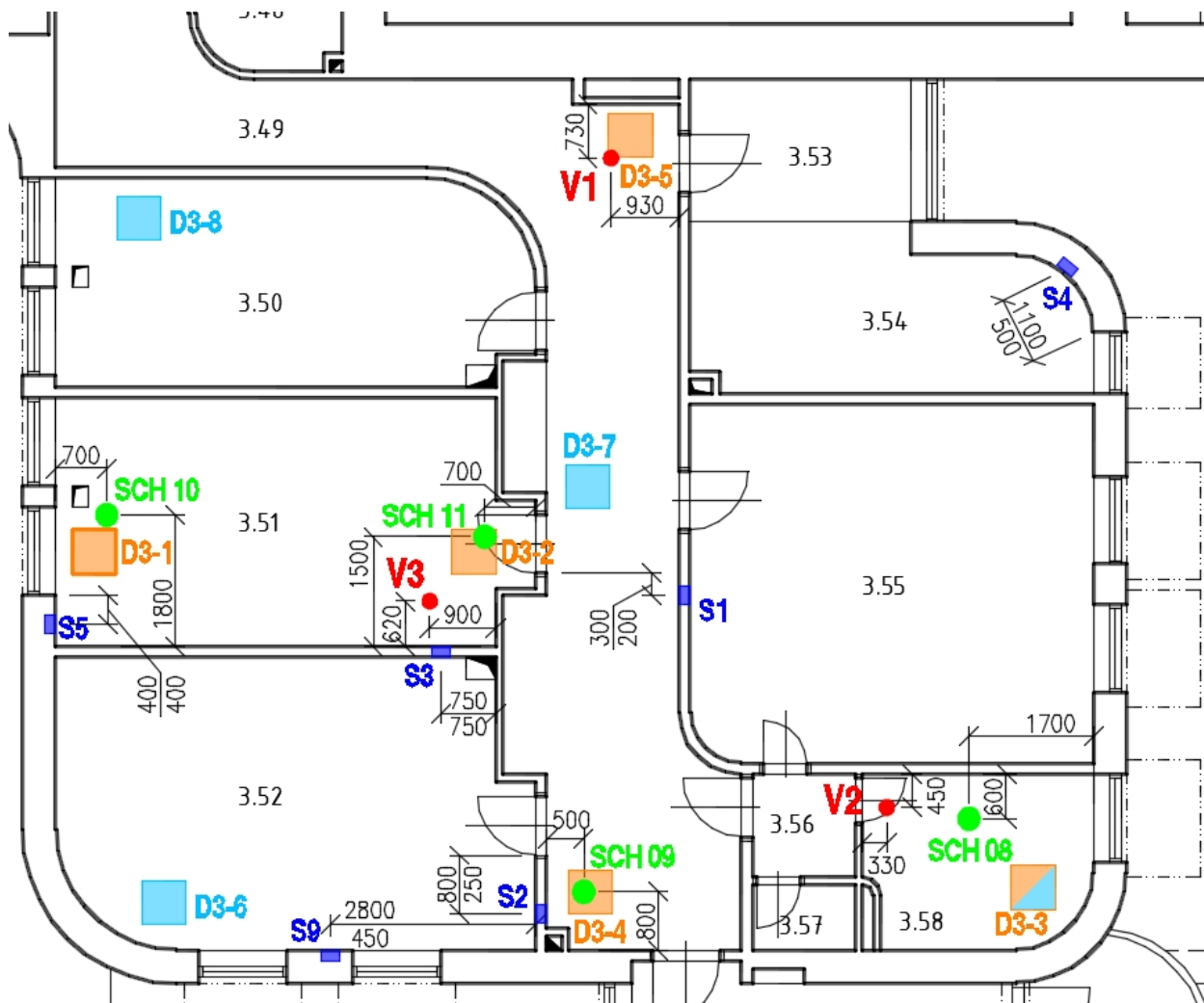
Obr. 3 – Legenda značení a popisu sond použitá dále v půdorysech.



Obr. 4 – Značení a poloha sond 2.NP.

Na stropní desce nad 2.NP bylo provedeno:

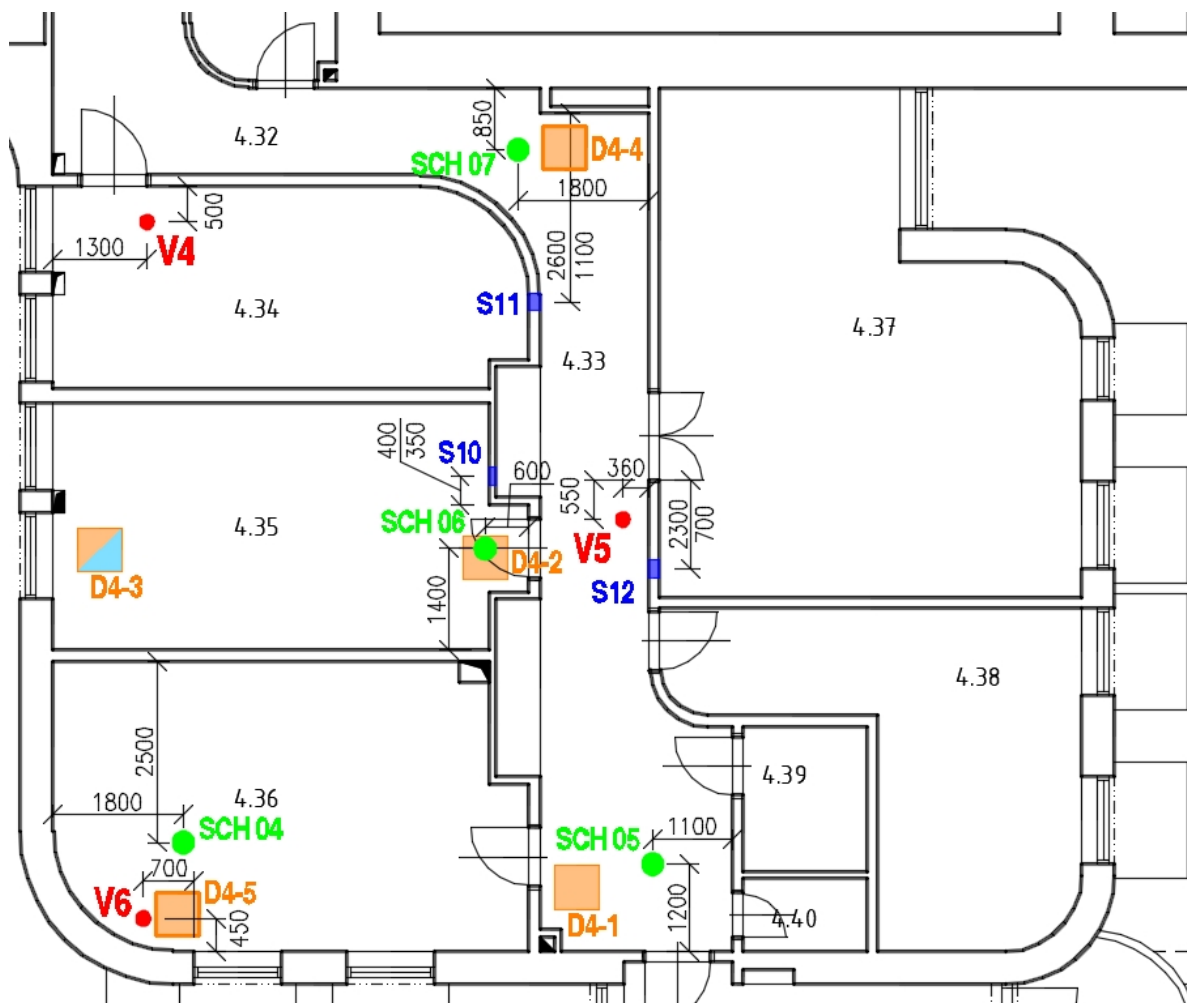
- 6 zkoušek pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem (ze spodního líce),
- 3 sekané sondy pro ověření zdiva nosných stěn (zdivo u čtvrté sondy ozn. S13 bylo ověřeno vizuelně již 8.3.2018 v místě průchodu vzduchotechniky),
- nedestruktivní skenování výztuže 3x ze spodního líce a 3x z horního líce,
- 1 sekaná sonda pro ověření spodní výztuže (D2-1)
- odběr 3 jádrových vývrtů (vrtáno z podlahy vyššího podlaží - vyznačeno na schématu 3.NP, viz Obr. 5).



Obr. 5 – Značení a poloha sond 3.NP.

Na stropní desce nad 3.NP bylo provedeno:

- 4 zkoušky pevnosti betonu Schmidtovým tvrdoměrem (ze spodního líce),
- 3 sekané sondy pro ověření zdiva nosných stěn,
- 3 sekané sondy pro ověření zdiva příček,
- nedestruktivní skenování výztuže 5x ze spodního líce a 4x z horního líce,
- 1 sekaná sonda pro ověření spodní výztuže (D3-1)
- odběr 3 jádrových vývrtů (vrtáno z podlahy vyššího podlaží - vyznačeno na schématu 4.NP, viz Obr. 6).



Obr. 6 – Značení a poloha sond 4.NP.

Na stropní desce nad 4.NP bylo provedeno:

- 4 zkoušky pevnosti betonu Schmidovým tvrdoměrem (ze spodního líce),
- 3 sekané sondy pro ověření zdiva příček,
- nedestruktivní skenování výztuže 5x ze spodního líce (1x se povedlo zespondu zachytit i horní výztuž desky, sonda D4-3),
- 2 sekané sondy pro ověření spodní výztuže (D4-4, D4-5)
- jádrové vývrty z této desky (střecha) nebyly odebírány ani plánovány.

4.1 VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA

Prohlídkou prostor 3.NP a 4.NP z 20. 11. 2017 bylo zjištěno, že poruchami jsou výrazně poškozeny zejména příčkové konstrukce. Prohlédnuty byly ale také přístupné části spodního líce nosných stropních konstrukcí.

Poruchy příčkových konstrukcí

Jde o četné šikmé trhliny, od jemných tl. 0,3 mm až po výraznější v tl. 2,5 – 5 mm. Trhliny jdou skrz celou tloušťku příčky, místy kopírují tvar zděicích prvků (šikmý průběh přechází ve schodovitý). Hlavní široké trhliny jdou většinou samostatně, ale v případě jemnějších trhlin např. u okrajů nosných konstrukcí se vyskytují sítě více tenkých trhlinek – i ty však drží shodný směr a charakter poukazující na shodnou hlavní příčinu. Způsob porušení příček, trajektorie a lokalizace trhlin, jasně svědčí o výrazném průhybu nosných stropních konstrukcí. V příčkách vznikají trhliny u obvodových nosných stěn objektu v jejich spodní části a směrem ke středu objektu

trhliny stoupají šikmo vzhůru. U příček se dále projevuje částečné horizontální oddělení příčky od spodní stropní konstrukce u podlahy, místy také odtržení příčky podél svislého kontaktu s obvodovou stěnou budovy. Dále přikládáme výběr charakteristických poruch z fotodokumentace pořízené 20. 11. 2017 (více také v příloze č. 01).



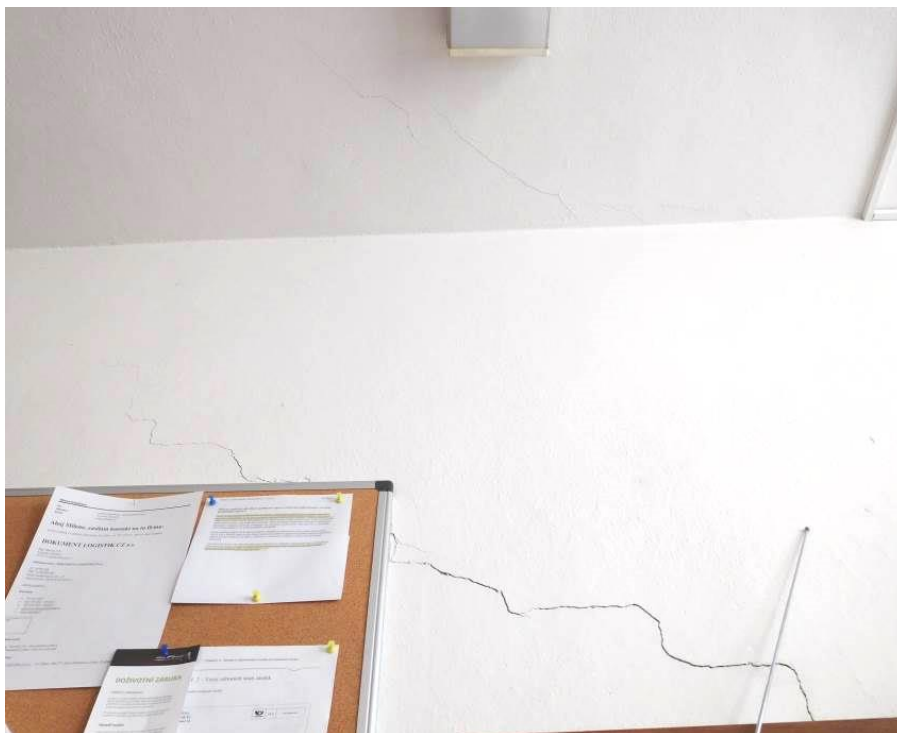
Obr. 7 – Horizontální odtržení příčky nad podlahou, detail šířky trhliny.



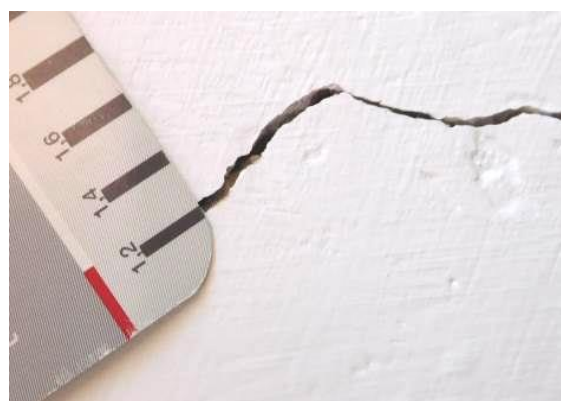
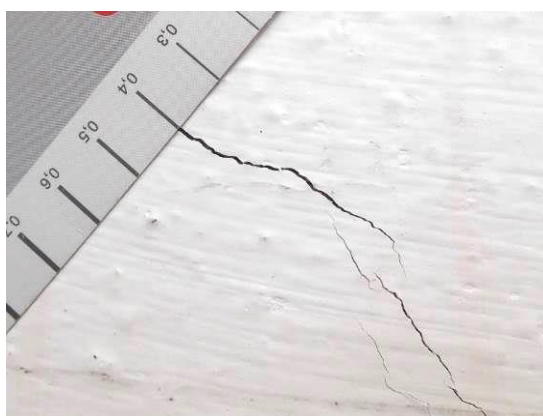
Obr. 8 – Trhliny příčkou poblíž obvodové stěny.



Obr. 9 – Šikmá trhlina příčkou.



Obr. 10 – Šikmá trhlina příčkou, patrná je také trhlina na stropu.



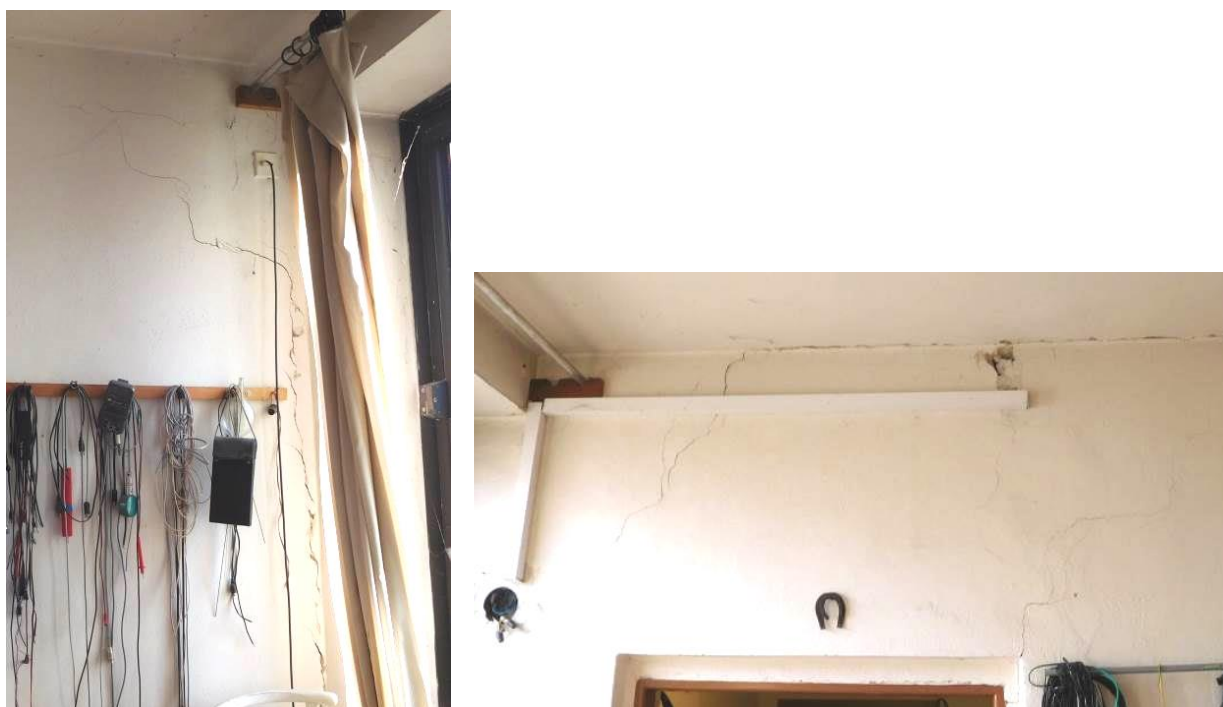
Obr. 11 – Ukázka měřených šířek trhlín.



Obr. 12 – Další trhliny příčkami.



Obr. 13 – Trhliny v příčkách kanceláře správce divadla (3.NP).



Obr. 14 – Trhliny v příčkách služební místnosti (4.NP).



Obr. 15 – Další ukázka šikmých trhlin příčkami.



Obr. 16 – Zkosení a deformace dveřního otvoru v příčce (zárubně versus dveře, 4.NP).



Obr. 17 – Trhliny v příčkách výklenků pro vestavěné skříně v chodbách.

Poruchy stropních železobetonových desek

V rámci možností byly prohlédnuty také spodní povrchy stropních desek. Stropní desky nevykazují ze spodního líce výrazné trhliny jako příčky. V části prostor je spodní povrch železobetonové desky krytý omítkou, někde je osazen snížený skládaný podhled. Spodní povrch stropu nad 2.NP je bez omítek, opatřen pouze nátěrem (bílý / černý). Spodní líc betonových desek je hladký a je možné, že obsahoval i zbytky odbedňovacích přípravků, proto docházelo a dochází k uvolňování a opadání omítek. Jejich uvolňování také napomáhá výrazný průhyb stropních desek.

Na kontrolovaných místech spodního líce stropních desek byly zespodu zaznamenány tenké trhlinky. Rovněž při realizaci tvrdoměrných zkoušek Schmidovým kladívkem, byly v četných případech zaznamenány drobné trhlinky v betonu (po lokálním odstranění omítky a očištění povrchu betonu v rámci přípravy zkušební místa). Lokálně bylo také zjištěno znečištění spodního povrchu (list stromu v bednění) a odhalený povrch spodní výztuže – nulové krytí betonem. Opět přikládáme výběr dokládajících fotografií.



Obr. 18 – Nesoudržná, opadající omítka (koupelna ve 3.NP).



Obr. 19 – Zpřístupněná část spodního líce stropu (kancelář správce, 3.NP).



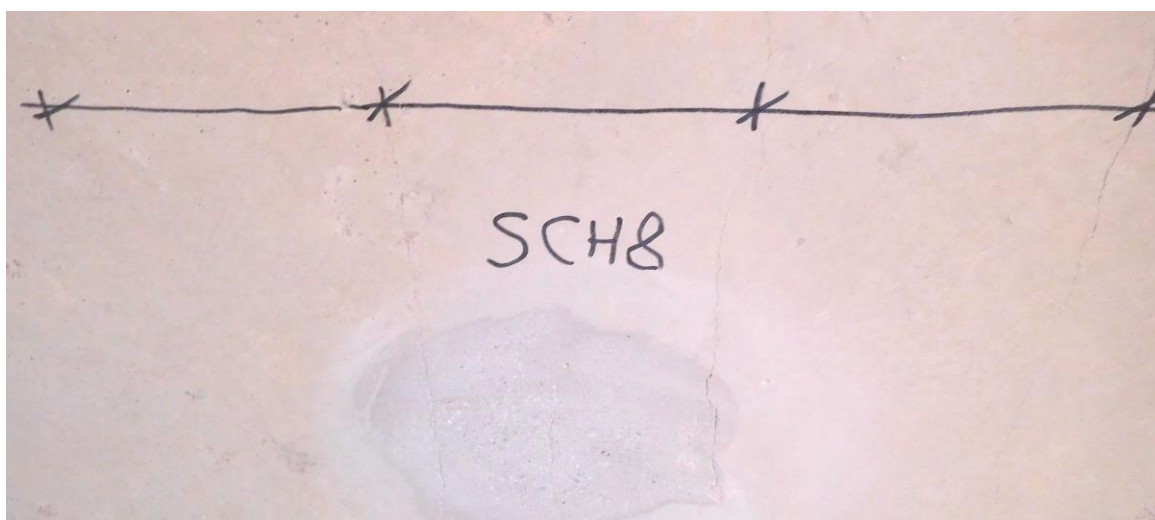
Obr. 20 – Zřetelné trhlinky na spodním líci stropní konstrukce, šířka trhlin cca 0,4 mm (kancelář správce, 3.NP).



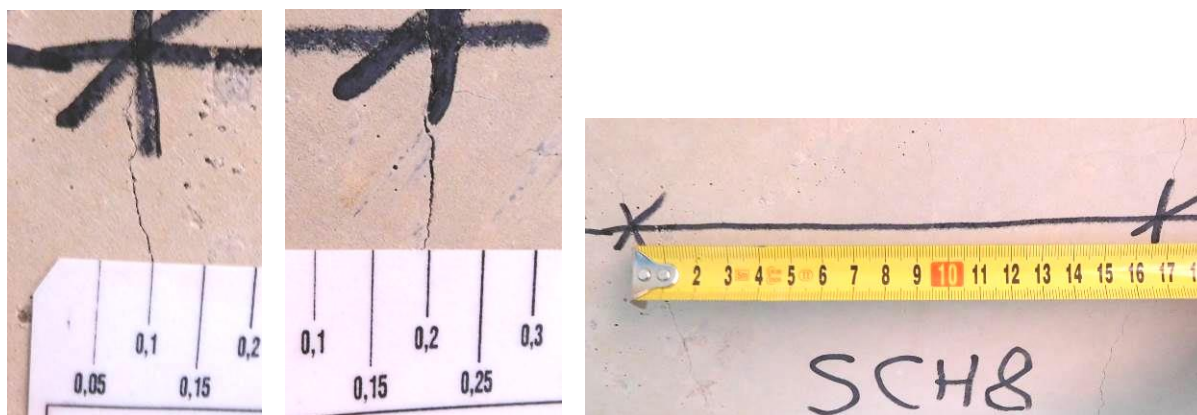
Obr. 21 – Nečistota v bedně (list), odhalený povrch výztuže – nulová krycí vrstva (kancelář správce, 3.NP).



Obr. 22 – Trhlinky odkryté pod omítkou při přípravě zkušebních míst pro Schmidtův tvrdoměr. Šířka trhlin nepřesahuje 0,5 mm, na obrázku vpravo je patrná výztuž s nulovým krytím.



Obr. 23 – Pravidelná síť trhlinek cca po 170 mm (koupelna ve 3.NP).



Obr. 24 – Detaily s šířkou trhlinek a jejich vzdáleností (koupelna ve 3.NP).

Zjištěné trhlinky jsou drobné (pod 0,5 mm) a odpovídají nadměrnému průhybu desky. V rámci zpřístupněných a kontrolovaných míst nebyla na stropní desce zjištěna žádná závažná statická trhlinka nasvědčující havarijní stav, ať už svou polohou či šířkou trhliny.

4.2 PEVNOST BETONU V TLAKU

Pevnost betonu v tlaku byla ověřována nedestruktivně pomocí Schmidtova tvrdoměru přímo na konstrukci. Bylo provedeno 14 zkušebních míst na spodním líci desek nad 2.NP, 3.NP a 4.NP. Pro upřesnění nedestruktivně zjištěné pevnosti byly provedeny odběry jádrových vývrtů z desky nad 2.NP a 3.NP. Z vývrtů byla určena skladba konstrukcí včetně podlahových vrstev a laboratorně provedeny destruktivní tlakové zkoušky.

Tvrdoměrná zkouška pevnosti betonu

Záznam odečtů a vyhodnocení zkoušek Schmidtovým tvrdoměrem je součástí přílohy č. 01. Na každém zkoušeném místě bylo provedeno min. 10 odrazů s odečtem hodnoty. Zkoušená místa byla zbavena omítky a povrchové cementové vrstvy a zabroušena. Vyhodnocení bylo provedeno samostatně pro každou stropní desku.

U desek nad 2.NP a 3.NP, kde byl proveden odběr vzorku a zjištěna laboratorní pevnost tlakovou zkouškou, bylo provedeno vyčíslení upřesňujícího součinitele „ α “ (srovnávající pevnost betonu zjištěnou destruktivně s pevností zjištěnou Schmidtem na konkrétním místě konstrukce).

stropní deska nad 2.NP: $\alpha_{2NP} = \text{průměr} (\alpha_1, \alpha_2) = (V_{1c}/Sch13 + V_{3b}/Sch02) / 2$
 $\alpha_{2NP} = (39,4/52 + 30,1/53) / 2 = 0,6628$

stropní deska nad 3.NP: $\alpha_{3NP} = V_{5b}/Sch11 = 32,8/38 = 0,863$

stropní deska nad 4.NP: odvozeno α_{4NP} jako průměr z hodnot α_{2NP} a α_{3NP} . Hodnoty odrazů Schmidtova tvrdoměru na stropu 4.NP jsou vyšší než hodnoty odrazů na stropu 3.NP, ale nižší než hodnoty odrazů na stropu 2.NP. Tedy uvažujeme přibližně $\alpha_{4NP} = (0,6628 + 0,863) / 2 = 0,763$

V následující tabulce uvádíme přehled zařídění betonu stropních desek jednotlivých podlaží pomocí tvrdoměrných zkoušek. Jsou uvedeny veškeré hodnoty (neupřesněné i upřesněné, pomocí známé pevnosti zjištěné na vývrtech). Samozřejmě pro posouzení konstrukce bude nutno uvažovat hodnoty upřesněné.

Tab. 1 – Zařídění betonů dle Schmidtova tvrdoměru

stropní deska:	zařídění betonu dle tvrdoměrných zkoušek – Schmidt		
	neupřesněno $\alpha = 1$	upřesněno $\alpha \neq 1$	hodnota α
nad 2.NP	C 30/40 (B40)	C 20/25 (B25)	0,6628
nad 3.NP	C 20/25 (B25)	C 16/20 (B20)	0,863
nad 4.NP	C 28/35 (B35)	C 20/25 (B25)	0,763

Jádrové vývrty – tlakové zkoušky betonu

Ze stropní desky nad 2.NP a 3.NP byly odebrány jádrové vývrty o průměru 100 mm. Vývrty se odebíraly z horní úrovně (vrtalo se přes podlahu) a záměrně nebyly prováděny skrz celou tloušťku stropní desky. Délky odebraných vývrťů se pohybovaly kolem 280 mm (včetně betonových vrstev podlah). V některých místech byly provedeny kontrolní průvrty obyčejným vrtákem (cca $\phi 12$ mm) pro ověření celkové tloušťky stropní konstrukce včetně podlahy.

Z vývrťů byly také zjištěny skutečné skladby podlahových vrstev a jejich tloušťky. Ve srovnání se skladbou podlah dle původního projektu neobsahovaly zvukově izolační vrstvy a písková lože, lišily se také tloušťky betonových/cementových potěrů a v některých případech také výrazně narostla celková tloušťka podlahy. V některých případech byl betonový potěr podlahy separován na více částí (delaminován) a bylo patrné provedení více stěrek na sobě.

Následuje přehled odebraných vzorků a vývrťů z konstrukce, fotodokumentace je také doložena v příloze č. 01.



Obr. 25 – Jádrové vývrty ze stropní desky nad 2.NP.



Obr. 26 – Jádrové vývrty ze stropní desky nad 3.NP.



Obr. 27 – Vývrty po odběru vzorku V1 (vlevo) a V2 (vpravo).



Obr. 28 – Vývrty po odběru vzorku V3 (vlevo) a V4 (vpravo).



Obr. 29 – Vývrty po odběru vzorku V5 (vlevo) a V6 (vpravo).

Kromě separovaných vrstev podlahy, byly ve vývrtnu V2 zastiženy další horizontální spáry i ve vlastní stropní desce, během vrtání docházelo k úniku chladicí vody, která se ve spáře (kavernách) ztrácela.

Zpráva z laboratorních destruktivních tlakových zkoušek na odebraných vzorcích je přiložena jako příloha č. 02. Zpráva obsahuje kompletní podrobné údaje o výsledcích tlakových pevností,

objemové hmotnosti vzorků a rovněž zařídění betonu stropních desek do pevnostních tříd. Zde citujeme její hlavní závěry.

Tab. 2 – Charakteristická tlaková pevnost a zařídění betonů (převzato ze zprávy v příloze č. 02)

hodnocený beton	$f_{ck, is, cube}$ [MPa]	Pevnostní třída
		ČSN EN 206 ČSN 730038, tab. 6.1
Deska nad 2.NP – nosná deska	25,4	C20/25
Deska nad 3.NP – nosná deska	23,0	C16/20

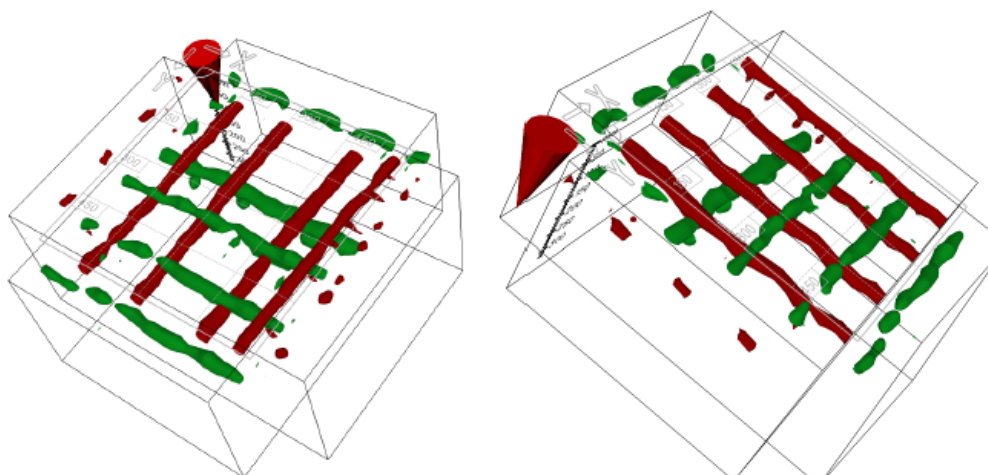
Je patrné, že kvalita betonu jednotlivých stropních desek je rozdílná. Hodnoty zjištěné tlakovou zkouškou korespondují s hodnotami tvrdoměrných nedestruktivních zkoušek (Schmidt po upřesnění). Projektem předepsaná třída betonu byla „B II“.

4.3 NEDESTRUKTIVNÍ ZJIŠTĚNÍ VÝZTUŽE

Podrobná zpráva z nedestruktivní kontroly vyztužení stropních desek nad 2.NP, 3.NP a 4.NP je uvedena v příloze č. 03. Ověřování vyztužení probíhalo pomocí skenování ze spodního a horního líce stropní desky na vybraných reprezentativních místech. Použity byly přístroje „georadar Hilti PS1000“ a „Profometer PM-630“. Pro ověření hodnoty krytí, průměru výztuže a jejího typu (hladká výztuž / s žebírky / případně třída oceli) byly realizovány lokální sekané sondy.



Obr. 30 – Ukázka z realizace skenů výztuže.



Obr. 31 – Ukázka 3D výstupu průběhu výztuží z plošného skenu.

Z kompletní zprávy v příloze č. 03, která obsahuje také informace o vyztužení dle původního projektu, zde uvádíme hlavní závěry a zjištění:

- V případě dolní výztuže byl většinou použit jiný druh výztuže a jiný profil, ovšem zdá se, že se jednalo o logickou záměnu při realizaci (např. místo projektované $\phi J20$ byla použita pevnější ocel, ale byl zmenšen průměr $\phi V18$).
- V roztečích výztuže jsou jen menší odchylky.
- Horní výztuž se nacházela ve většině případů ve značné hloubce pod horním povrchem desky, což se negativně projevuje snížením ramene vnitřních sil a omezením spojitého efektu desky. Výztuž byla utopena např. až 100 mm pod horní povrch.
- Oproti informacím v původnímu projektu nebyla v žádné sondě u horního povrchu nalezena svařovaná síť.
- Krytí výztuže je různorodé, u výztuže blíže povrchu se pohybuje od nuly (výztuž leží na spodním povrchu desky) až po cca 30 mm.
- V některých detailech s křížením výztuže a případně doplněním příložkami georadar ukázal zvláštní a nestandardní osazení výztuže, kdy pruty v jednotlivých směrech nedrží své roviny, ale různě se proplétají.



Sekané sondy k výztuži

Sekanými sondami byly zjištěny následující výztuže:


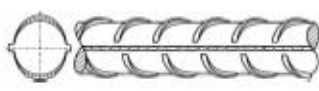
- 2.NP – spodní výztuž - hlavní: $\phi V14$ (projekt uváděl $\phi J14$),
- 2.NP – spodní výztuž - rozdělovací: $\phi T6$ (projekt uváděl $\phi E8$),
- 3.NP – spodní výztuž - hlavní: $\phi V18$ (projekt uváděl $\phi J20$),
- 3.NP – spodní výztuž - rozdělovací: $\phi V18$ (projekt uváděl $\phi J20$),
- 4.NP – spodní výztuž - hlavní: $\phi V22$ (projekt uváděl $\phi J20$),
- 4.NP – spodní výztuž - rozdělovací: $\phi V22$ (projekt uváděl $\phi J20$).

Uvádíme zde také přehled rozdílů mezi jednotlivými druhy výztuží.

Projektovaný typ E byl nahrazen typem T.

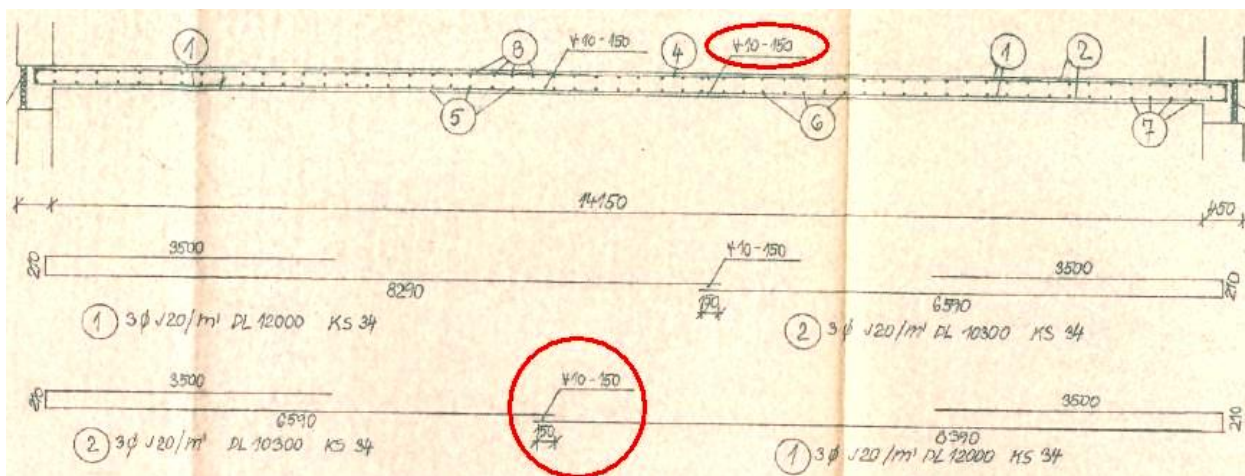
10 216	E		ČSN 41 0216 ČSN 42 5512
10 338	T A - II ³⁾		ČSN 41 0338 ČSN 42 5534

Projektovaný typ J byl nahrazen typem V.

10 335	J		ČSN 41 0335 ČSN 42 5533
10 425	V A - III ³⁾		ČSN 41 0425 ČSN 42 5535
10 426	W A - III ³⁾		ČSN 42 5535 1)

Z výkresu vyztužení stropní desky nad 3.NP a 4.NP (Obr. 32) je patrné, že hlavní nosná spodní výztuž je navržena z dvojice prutů, které se cca ve třetině rozpětí vzájemně spojují svarem, čímž vytvoří prut jdoucí přes celou délku stropní desky. Místa spojů se v půdorysu prostrídávají. Tento detail (bez řádné kontroly při realizaci) považujeme za kritický, neboť

jeho nekvalitní provedení, případně ponechání bez svaření, také ovlivňuje únosnost a chování desky – jedná se totiž o spoj výztuže v aktivní oblasti, tedy kde je výztuž namáhána a zajišťuje únosnost stropní desky.



Obr. 32 – Výřez z výkresu výztuže, zvýrazněny oblasti s napojením výztuže svarem.

4.4 OVĚŘENÍ STĚNOVÝCH KONSTRUKCÍ

Součástí průzkumu bylo také ověření materiálu zděných stěnových konstrukcí. Účelem bylo ověřit materiál nosných stěn, jakožto podpor stropních desek a také ověřit materiál vnitřních příček, které vykazovaly značné poruchy. Poloha sond je patrné ze schémat na Obr. 4, Obr. 5 a Obr. 6.

- 2.NP – sonda S7 (vnitřní nosná stěna): těsně pod stropní deskou je betonový věnec výšky 230 mm, zdivo voštinové/děrované cihly většího formátu než cihla plná, výška cca 135 mm (projekt uváděl CP – cihlu plnou),
- 2.NP – sonda S6 (obvodová nosná stěna u vrat): těsně pod stropní deskou je betonový věnec výšky 280 mm, zdivo z cihel plných (projekt uváděl CD IVA),
- 2.NP – sonda S8 (obvodová nosná stěna): těsně pod stropní deskou je betonový věnec výšky 250 mm, zdivo z cihel plných (projekt uváděl CD IVA),
- 2.NP – sonda S13 (nosná stěna): provedena vizuální prohlídka 8. 3. 2018 v místě průchodu VZT přes stěnu, zdivo z cihel voštinových/děrovaných pálených (projekt uváděl CP),
- 3.NP – sonda S1 (vnitřní příčka): duté děrované pálené cihly, výška 60 mm + 10 mm spára (projekt uváděl CpD 290x140x65),
- 3.NP – sonda S2 (vnitřní příčka): duté děrované pálené cihly, výška 60 mm + 10 mm spára (projekt uváděl CpD 290x140x65),
- 3.NP – sonda S3 (vnitřní příčka): duté děrované pálené cihly, výška 60 mm + 10 mm spára (projekt uváděl CpD 290x140x65),
- 3.NP – sonda S4 (obvodová nosná stěna): voštinové/děrované pálené cihly, výška 135 mm + 15 mm spára (projekt uváděl CD IVA),
- 3.NP – sonda S5 (obvodová nosná stěna): voštinové/děrované pálené cihly, výška 135 mm + 15 mm spára (projekt uváděl CD IVA),
- 3.NP – sonda S9 (obvodová nosná stěna): voštinové/děrované pálené cihly (projekt uváděl CD IVA),

- 4.NP – sonda S10 (vnitřní příčka): duté děrované pálené cihly, výška 185 mm + 15 mm spára (projekt uváděl PK-CD 290x140x65),
- 4.NP – sonda S11 (vnitřní příčka): tmavá plná tvarovka (silikátová / škvárová, nejde o pálenou cihlu), výška 210 mm + 15 mm spára, délka 430 mm (projekt uváděl PK-CD 290x140x65),
- 4.NP – sonda S12 (vnitřní příčka): světlá plná tvarovka (nejde o pálenou cihlu, silikátová tvarovka – obdoba Ytongu), (projekt uváděl PK-CD 290x140x65),

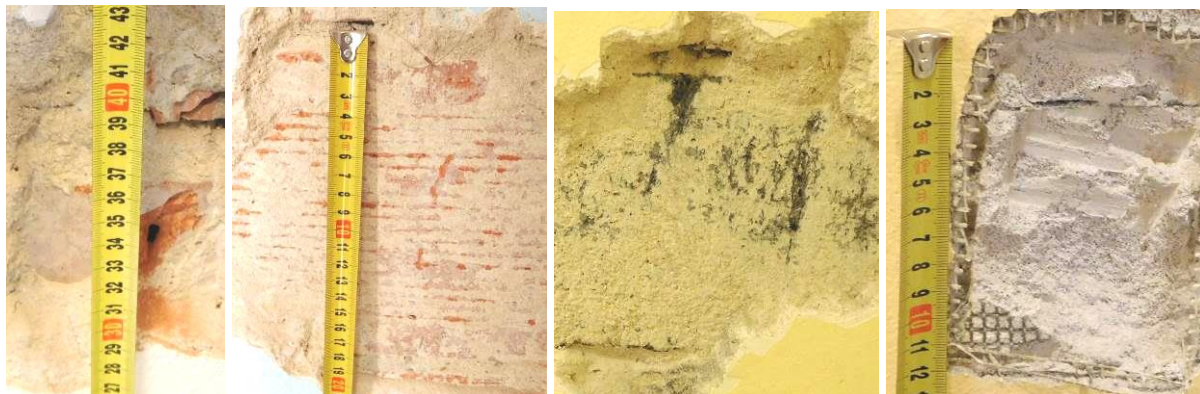
Dá se říci, že materiál zdiva odpovídá projektu. V některých případech je provedena záměna konkrétního druhu zdícího prvku, ale obecně platí, že u nosných stěn jsou dodrženy a použity cihelné prvky předepsané projektem pro nosné stěny. Příčky jsou také ve shodě s projektem provedeny z dutých cihelných prvků, pouze ve 4.NP byly zjištěny případy použití alternativních (škvárových či silikátových) příčkových prvků.



Obr. 33 – Sekané sondy do zdiva (zleva S1, S2, S3, S4).



Obr. 34 – Sekané sondy do zdiva (zleva S5, S6, S7, S8).



Obr. 35 – Sekané sondy do zdiva (zleva S9, S10, S11, S12).

4.5 OSTATNÍ ZJIŠTĚNÍ

Rozdílné skladby podlah, vyrovnávací betonové vrstvy

Na základě provedený vývrtů byla také ověřena skladba podlahových vrstev a porovnána s projektem.

Projektem byly navrženy všechny typy podlah v aktuálně řešené části přístavby v jednotné tloušťce 100 mm. Kopie skladeb z projektu je vložena do přílohy č. 01. Většina podlah také obsahovala navrženou zvukově izolační vrstvu (Fibrex), což jsme v žádném z vývrtů nezachytili.

Tab. 3 – Zachycené skladby podlah a jejich tloušťky.

skladba dle skutečnosti:		skladba dle projektu:
vývrt V1		
108 mm : podlaha 3.NP - chodba		C3: 100 mm
2,5	povlaková krytina (PVC/Linoleum ...)	
29	betonový potěr	
76	betonový potěr	
vývrt V2		
80 mm : podlaha 3.NP - koupelna		F1: 100 mm
8	keramická dlažba	
12	stěrka s lepidlem	
55	betonový potěr	
5	hydroizolace (asfaltová/IPA)	
vývrt V3		
143 mm : podlaha 3.NP - kancelář		B3*: 100 mm
22	vlysy	
2	lepidlo (+původní lino?)	
118	betonový potěr	
1	hydroizolace (asfalt.nátěr)	
vývrt V4		
87 mm : podlaha 4.NP - služební místnost		B3: 100 mm
22	vlysy	
0	lepidlo	
65	betonový potěr	
vývrt V5		
183 mm : podlaha 4.NP - chodba		C3: 100 mm
2,5	povlaková krytina (PVC/Linoleum ...)	
35	betonový potěr	
125	betonový potěr	
20	betonová stěrka	
vývrt V6		
70 mm : podlaha 4.NP - pokoj		B3: 100 mm
22	vlysy	
0	lepidlo	
48	betonový potěr	

Z Tab. 3 je patrné, že skutečné tloušťky kolísají. Porovnáním poloh jednotlivých vývrtů v půdorysu je zřejmé, že největší tloušťky podlahy jsou uprostřed rozpětí stropních desek (vývrty V3 a V5), naopak vývrty poblíž okrajů stropní desky (V4 a V6) vykazují tloušťku menší, než stanovil projekt.

Tato skutečnost nasvědčuje, že stropní konstrukce vykazovala výrazný průhyb již po jejím zhotovení a proměnnou tloušťkou podlahových vrstev se vyrovnávala do roviny. Tím ovšem došlo ještě k většímu přetížení středu stropní desky (kde jsou největší tloušťky podlahových vrstev). Zvýšení tloušťky podlahy bylo provedeno silnější vrstvou betonových potěrů. Ve vývrtnu V5 je např. jasně patrné, že i samotné vyrovnávací stěrky byly prováděny několikrát (zde složeny ze 3 vrstev).

Tloušťky nosných stropních desek.

Ve vybraných případech byl proveden průvrt celé stropní konstrukce a ověřena celková tloušťka.

Strop nad 2.NP – v místě vývrtnu V3 byla tl. stropní desky 230 mm + podlaha 143 mm

Strop nad 3.NP – v místě vývrtnu V4 byla tl. stropní desky 310 mm + podlaha 87 mm
– v místě vývrtnu V5 byla tl. stropní desky 237 mm + podlaha 183 mm
– v místě vývrtnu V6 byla tl. stropní desky 282 mm + podlaha 70 mm

Zjištěná tloušťka stropní desky nad 2.NP koresponduje s výkresem výztuže, kde je deska uvedena v tloušťce 220 mm, ovšem stavební výkres – řez 2-2 kreslí a kótuje desku 280 mm.

Zjištěné tloušťky stropní desky nad 3.NP jsou značně rozdílné (237 – 310 mm), toto může poukazovat na značně nekvalitní realizaci. Výkres výztuže desky nad 3.NP a 4.NP uvádí tloušťku desky 280 mm (shodně je uvedeno i ve stavebním výkresu řezu 2-2).

5 ZÁVĚRY

Z prohlídky konstrukcí porušené (východní) části přístavby Beskydského divadla Nový Jičín a na základě výsledků provedeného stavebně technického průzkumu, lze formulovat následující závěry:

- Železobetonové monolitické stropní desky vykazují nadměrné deformace, které jsou hlavní příčinou výrazných poruch příčkových konstrukcí ve 3.NP a 4.NP.
- Byly zjištěny výrazné rozptyly v tloušťce nosných stropních desek.
- Pravděpodobně již při výstavbě došlo k větším průhybům, které byly následně vyrovnány mocnějšími vrstvami betonových potěrů ve skladbách podlah. Tato skutečnost má za následek negativní fakt, že stropní desky jsou tak – ve srovnání se situací, kterou předpokládal projekt – ještě více přítěžovány uprostřed svého rozpětí.
- Provedení podlah neodpovídá projektu nejen svou tloušťkou, ale také skladbou vrstev (zejména chybí zvukově izolační vrstvy a pískové podsypy).
- Pevnost betonu nosných stropních desek byla ověřena laboratorně (zkoušky na odebraných vzorcích) a také nedestruktivně pomocí Schmidtova tvrdoměru. Výsledné zařazení pevností betonů je následující (podrobněji v kapitole 4.2):

strop nad 2.NP = C20/25, strop nad 3.NP = C16/20, strop nad 4.NP = C20/25

Tato skutečnost také ukazuje na rozdílnou kvalitu betonu a realizace jednotlivých podlaží.

- Ověření výztuže stropních desek prokázalo rozdíly oproti projektové dokumentaci. Byla provedena změna některých typů i průměrů výztuže. Rozteče prutů a způsob vyztužení převážně odpovídá projektu. Podrobněji viz kapitola 4.3 a příloha č. 03.

Výztuž u horního povrchu (důležitá zejména u spojitě stropní desky nad 2.NP, v místě vnitřní podpory) je výrazně utopena pod horní povrch. Tato skutečnost výrazně snižuje spojitý efekt této stropní desky, což má za důsledek redistribuci vnitřních sil (oproti situaci, kterou předpokládal projekt) což vede k výrazně větším průhybům sousedních polí. Horní výztuž byla zjištěna „utopená“ i 100 mm pod horním povrchem desky. V místě nad střední stěnou, kde je horní výztuž aktivní, to lze interpretovat z hlediska únosnosti tak, jako by zde byla provedena deska o 100 mm tenčí, respektive v současnosti není využita celá tloušťka provedené desky.

Projektem předepsaná svařovaná síť (5/150 – 5/150) nebyla v žádné sondě zjištěna.

Krytí prutů spodní výztuže je místy nulové (výztuž nemá zajištěnu patřičnou pasivační ochranu). Obecně krytí kolísá v hodnotách 0 – 30 mm.

Spodní výztuž desek nad 3.NP a 4.NP je navržena z dvojice prutů, které se cca ve třetině rozpětí stropu vzájemně spojují svarem. Místa spojů se prostrídávají. Tento detail také považujeme za kritický, neboť jeho nekvalitní provedení, případně ponechání bez svaření, také ovlivňuje únosnost a chování desky – jedná se totiž o spoj výztuže v aktivní oblasti, tedy kde je výztuž namáhána.

Hlavní výztuž stropní desky nad 3.NP byla zjištěna $\phi V18$ (oproti projektu $\phi J20$). U stropní desky nad 4.NP, která byla v projektu řešena shodně jako deska nad 3.NP, jsou však již použity výztuže $\phi V22$. Tato skutečnost může také poukazovat na reakci stavební firmě během výstavby, kdy zjištěné průhyby u stropní desky 3.NP patrně vedly k rozhodnutí navýšit vyztužení shodné desky o podlaží výš a použít větší průměry výztuže.

- Prohlídka omezené části spodního povrchu stropních desek neprokázala závažné statické (havarijní) poruchy a výrazné trhliny. Stropní desky jsou však ze spodního líce porušeny sítí tenkých trhlin (vesměs do 0,4 mm), což odpovídá nadměrné deformaci a průhybu stropních desek.
- Kontrola materiálů stěnových konstrukcí (nosných i nenosných – příčkových) prokázala obecně shodu s projektem, respektive nebyly zjištěny významné rozdíly s vlivem na statiku.

Doporučení

Výše uvedená zjištění svědčí o špatné kvalitě realizace a řadě odchylek a nedostatků v provedení stropních konstrukcí východní části přístavby divadla oproti původnímu projektu. Výsledky průzkumu také do značné míry potvrzují nedostatky a problémy, kterými trpěla střední část přístavby, sanovaná již v roce 2004.

Na základě těchto zjištění považujeme za důležité navrhnout práce nezbytně nutné k řešení stávající situace, kterou nelze hodnotit už pouze na základě provedeného průzkumu jinak než velmi vážnou (tj. z hlediska spolehlivosti konstrukce jako nevyhovující). Příčinou současného stavu jsou zejména:

- nedostatečná kvalita provedení,
- snížená tuhost stropních konstrukcí,
- lokální přetěžování podlahovými vrstvami.

Práce vedoucí k nápravě stavu by měly být realizovány v následujícím pořadí:

- Statický přepočet nosných konstrukcí, zejména stropních železobetonových desek nad 2.NP, 3.NP a 4.NP dle údajů zjištěných průzkumem (zohlednění skutečné pevnosti betonu, tl. desky, skutečného vyztužení, uplatnění vyššího přetížení silnějšími vrstvami podlahy, ...). Cílem bude ověření skutečných únosností konstrukcí pro možnost rozhodnutí o nutnosti jejich zesílení a případně také pro návrh optimálního způsobu statického zajištění / zesílení.
- Na základě výsledků statického přepočtu a návrhu koncepce řešení vypracovat projekt statického zajištění.

V současné době při provozu divadla doporučujeme snížení zatížení problematických stropních konstrukcí nad aktuální stav.

V žádném případě nedoporučujeme realizaci dispozičních změn na podlažích, tj. odstraňování či přemístění/doplnění příček, což by ovlivnilo chování konstrukcí. S dispozičními změnami je nutno vyčkat do výsledků statických přepočtů a návrhu řešení¹.

Ing. Pavel Krůpa

¹ V případě, že by byly dispoziční změny známy již nyní, je nutno je zohlednit ve statických výpočtech (přepočtech konstrukcí).

BESTEX, spol. s r. o.

INŽENÝRSKÁ A PROJEKČNÍ KANCELÁŘ

průzkumy, projekce, expertizy, provádění staveb

Křenová 42, 602 00 Brno

Kancelář Rybnická 21, 634 00 Brno

T - Z: 543 215 237

PŘÍLOHA Č. 01

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM
PORUŠENÉ ČÁSTI PŘÍSTAVBY**

Beskydské divadlo Nový Jičín

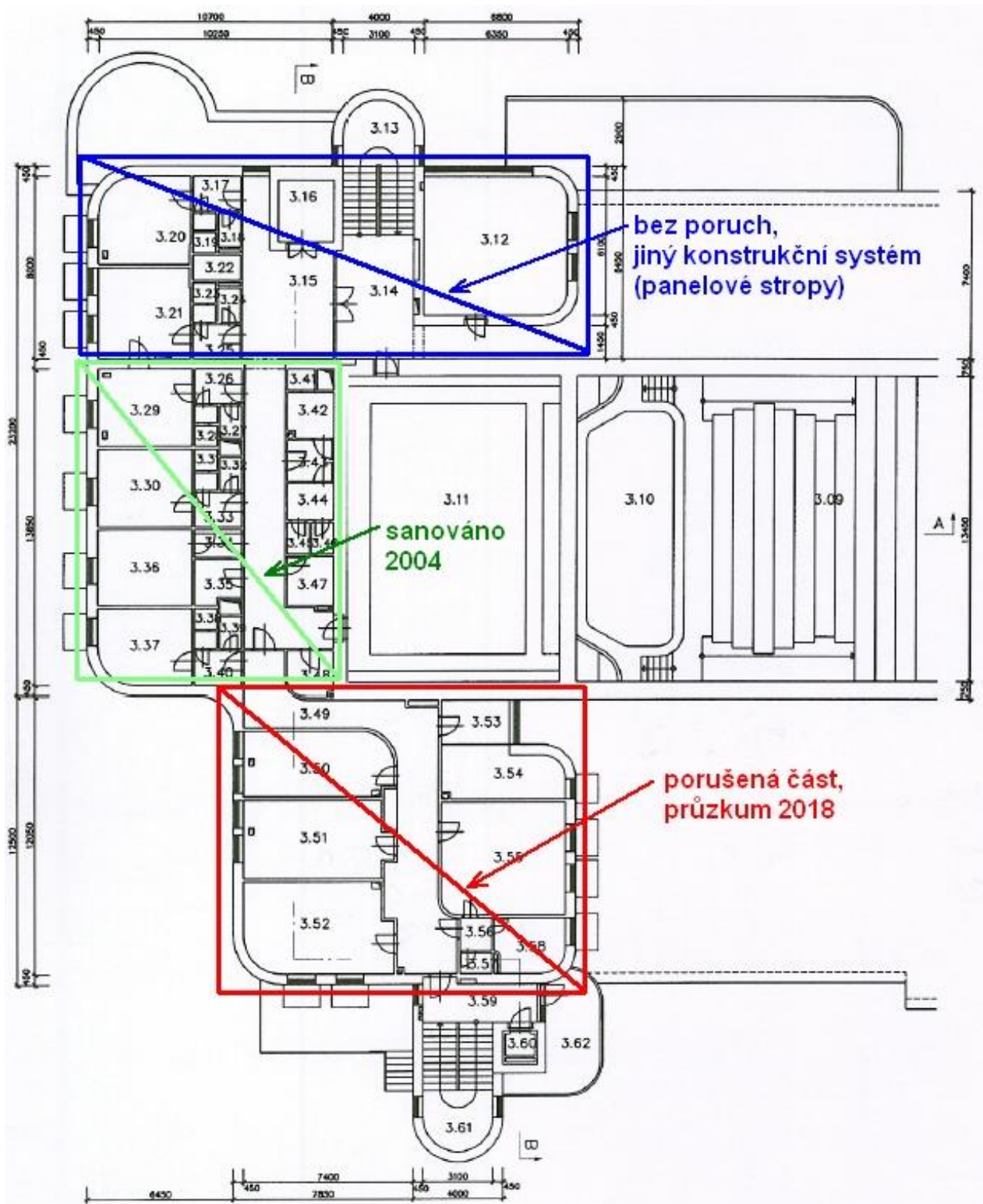
VÝSTUPY Z PRŮZKUMU

(48x A4)

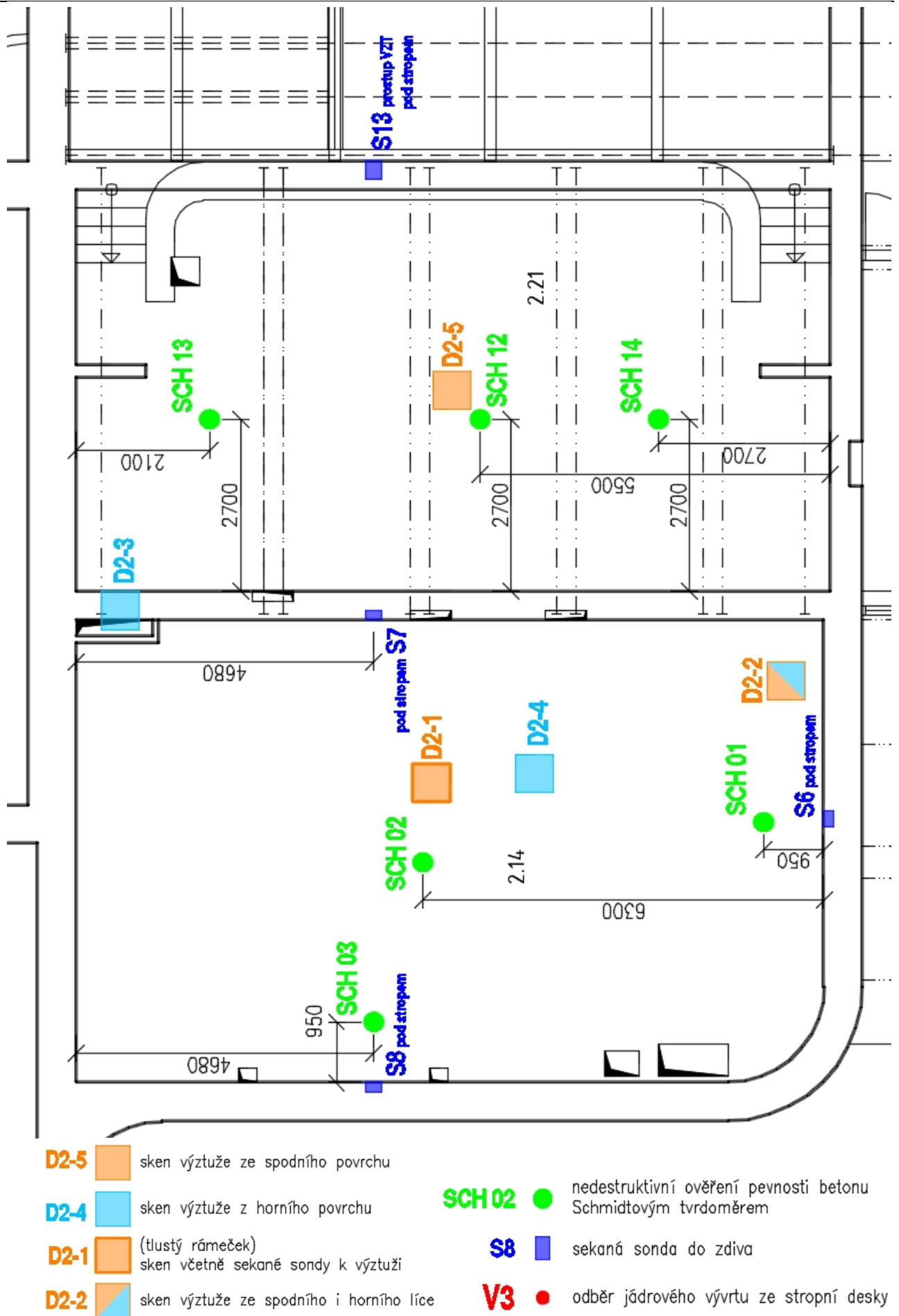
OBSAH:

1	Schémata a zpracování průzkumu.....	3
2	Výtah z původní projektové dokumentace.....	11
3	Fotografie z prohlídky 20. 11. 2017, poruchy konstrukcí.....	16
4	Fotografie z průzkumu 27. 03. 2018, sondy a vzorky.....	30
4.1	Sekané sondy k výztuži.	30
4.2	Tvrdoměrné zkoušky betonu – Schmidtovým kladívkem.....	31
4.3	Jádrové vývrty.	33
4.4	Sekané sondy – ověření zdiva.	45

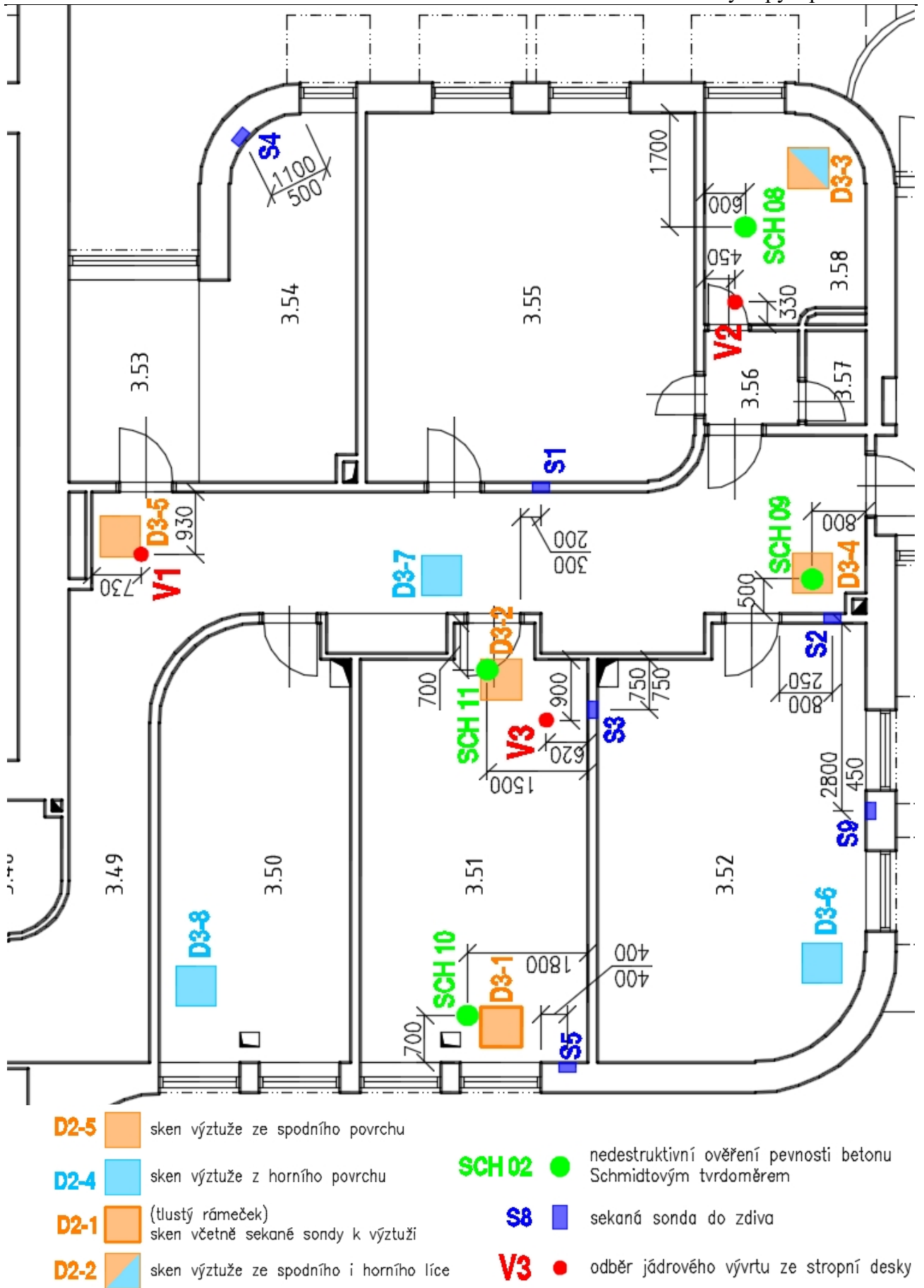
1 Schémata a zpracování průzkumu



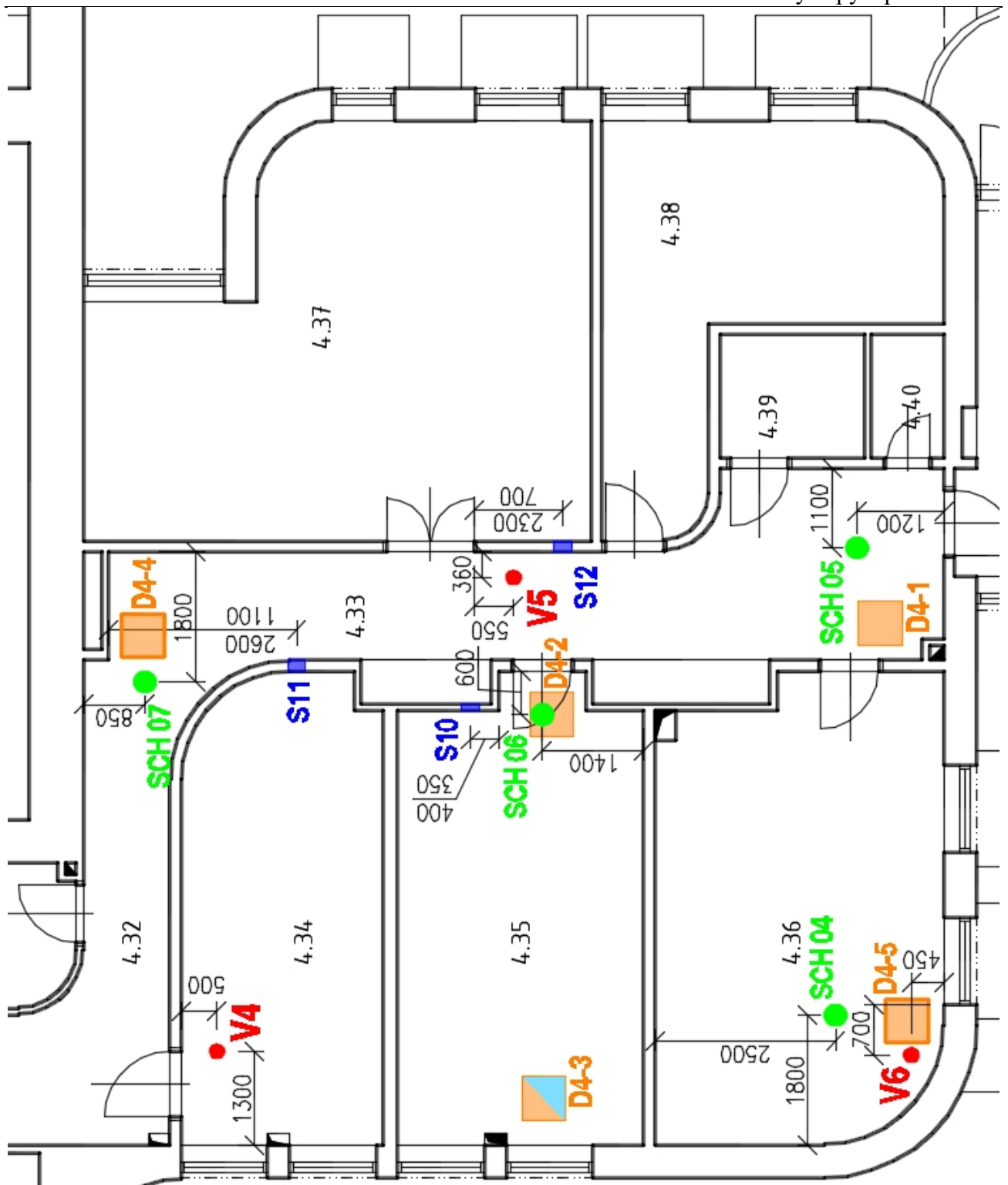
Obrázek 1: Schéma přístavby divadla s popisem jednotlivých částí.








Obrázek 2: Schéma sond, strop nad 2.NP.



Obrázek 3: Schéma sond, strop nad 3.NP.



- | | | | |
|---|--|---|--|
| D2-5  | skan výztuže ze spodního povrchu | SCH 02  | nedestruktivní ověření pevnosti betonu Schmidovým tvrdoměrem |
| D2-4  | skan výztuže z horního povrchu | S8  | sekaná sonda do zdiva |
| D2-1  | (tlustý rámeček)
skan včetně sekané sondy k výztuži | V3  | odběr jádrového vývrtu ze stropní desky |
| D2-2  | skan výztuže ze spodního i horního líce | | |

Obrázek 4: Schéma sond, strop nad 4.NP.

VYHODNOCENÍ TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠKY BETONU - SCHMIDT

Vlastnosti betonu:

stáří betonu nad 360 dnů	▼	α_t	=	0,90 -
beton přirozeně vlhký až vlhký	▼	α_{rel}	=	1,00 -
N	▼	α	=	0,66 -
			=	6 -

Schmidtův tvrdoměr, typ:

počet platných měření

součinitel odhadu 5% kvantilu

výběrová směrodatná odchylka

reziduální směrodatná odchylka

výběrová směrodatná odchylka

pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností

zaručená pevnost betonu v tlaku

R_{be} = 34,0 MPa

R_{bg} = 28,2 MPa

ZATŘÍDĚNÍ BETONU : stropní deska nad 2.NP ČSN EN 206-1: C20/25
 ČSN 73 1201: B25

popis	nahoru		vyhodnotit														
	číslo	směr měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	platných měření	suma	STAV	R _{be} MPa	
stropní deska nad 2.NP	SCH1	nahoru	vstup:	51	51	56	51	44	52	50	54	54	57	9	514	OK	34
			Rbe	54	54	62	54	41	56	52	60	60	62				
stropní deska nad 2.NP	SCH2	nahoru	vstup:	48	56	50	51	58	58	57	56	58	53	10	585	OK	35
			Rbe	49	62	52	54	62	62	62	62	62	62				
stropní deska nad 2.NP	SCH3	nahoru	vstup:	49	55	57	56	51	60	53	58	53	56	10	593	OK	35
			Rbe	51	62	62	62	54	62	58	62	58	62				
stropní deska nad 2.NP	SCH12	nahoru	vstup:	50	51	58	47	51	48	51	52	49	47	10	526	OK	31
			Rbe	52	54	62	47	54	49	54	56	51	47				
stropní deska nad 2.NP	SCH13	nahoru	vstup:	54	52	54	54	56	50	52	50	46	54	9	518	OK	34
			Rbe	60	56	60	60	62	52	56	52	45	60				
stropní deska nad 2.NP	SCH14	nahoru	vstup:	44	54	52	53	52	53	57	54	54	52	9	526	OK	35
			Rbe	41	60	56	58	56	58	62	60	60	56				

Obrázek 5: Vyhodnocení upřesněných tvrdoměrných zkoušek (Schmidt) - strop nad 2.NP.

VYHODNOCENÍ TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠKY BETONU - SCHMIDT

Vlastnosti betonu:	stáří betonu nad 360 dnů	α_t	=	0,90 -
Schmidtův tvrdměř, typ:	beton přirozeně vlhký až vlhký	α_{wI}	=	1,00 -
počet platných měření	N	α	=	0,86 -
součinitel odhadu 5% kvantilu		β_n	=	2,14 -
výběrová směrodatná odchylka		s_x	=	4,1 -
reziduální směrodatná odchylka		$s_{rez, e}$	=	2,5 -
výběrová směrodatná odchylka		s_r	=	4,82 -
pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností		R_{be}	=	32,5 MPa
zaručená pevnost betonu v tlaku		R_{bg}	=	22,2 MPa

ZATRÍDĚNÍ BETONU : stropní deska nad 3.NP ČSN EN 206-1: C16/20
 ČSN 73 1201: B20

popis	číslo	směr měření	vyhodnotit										platných měření	suma	STAV	R _{be} MPa		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
stropní deska nad 3.NP	SCH8	nahoru	vstup:	42	42	39	39	42	42	41	42	42	42	39	10	353	OK	27
			R _{be}	37	37	32	32	37	37	35	37	37	37	32				
			R _{be} '	37	37	32	32	37	37	35	37	37	37	32				
stropní deska nad 3.NP	SCH9	nahoru	vstup:	47	47	50	46	48	45	44	44	47	48	50	10	472	OK	37
			R _{be}	47	47	52	45	49	43	41	47	49	52					
			R _{be} '	47	47	52	45	49	43	41	47	49	52					
stropní deska nad 3.NP	SCH10	nahoru	vstup:	46	46	47	46	43	44	46	42	41	48	10	428	OK	33	
			R _{be}	45	45	47	45	39	41	45	37	35	49					
			R _{be} '	45	45	47	45	39	41	45	37	35	49					
stropní deska nad 3.NP	SCH11	nahoru	vstup:	46	45	44	44	44	42	45	44	46	46	10	422	OK	33	
			R _{be}	45	43	41	41	41	37	43	41	45	45					
			R _{be} '	45	43	41	41	41	37	43	41	45	45					

Obrázek 6: Vyhodnocení upřesněných tvrdoměrných zkoušek (Schmidt) - strop nad 3.NP.

VYHODNOCENÍ TVRDOMĚRNÉ ZKOUŠKY BETONU - SCHMIDT

Vlastnosti betonu:	stáří betonu nad 360 dnů	α_t	=	0,90	-
	beton přirozeně vlhký až vlhký	α_w	=	1,00	-
	N	α	=	0,76	-
Schmidtův tvrdměr, typ:			=	4	-
počet platných měření		β_n	=	2,14	-
součinitel odhadu 5% kvantilu		s_x	=	2,5	-
výběrová směrodatná odchylka		$s_{rez, e}$	=	2,5	-
reziduální směrodatná odchylka		s_r	=	3,54	-
výběrová směrodatná odchylka		R_{tbe}	=	36,3	MPa
pevnost betonu v tlaku s nezaručenou přesností		R_{bg}	=	28,7	MPa
zaručená pevnost betonu v tlaku					

ZATŘÍDĚNÍ BETONU : stropní deka nad 4.NP ČSN EN 206-1: C20/25
 ČSN 73 1201: B25

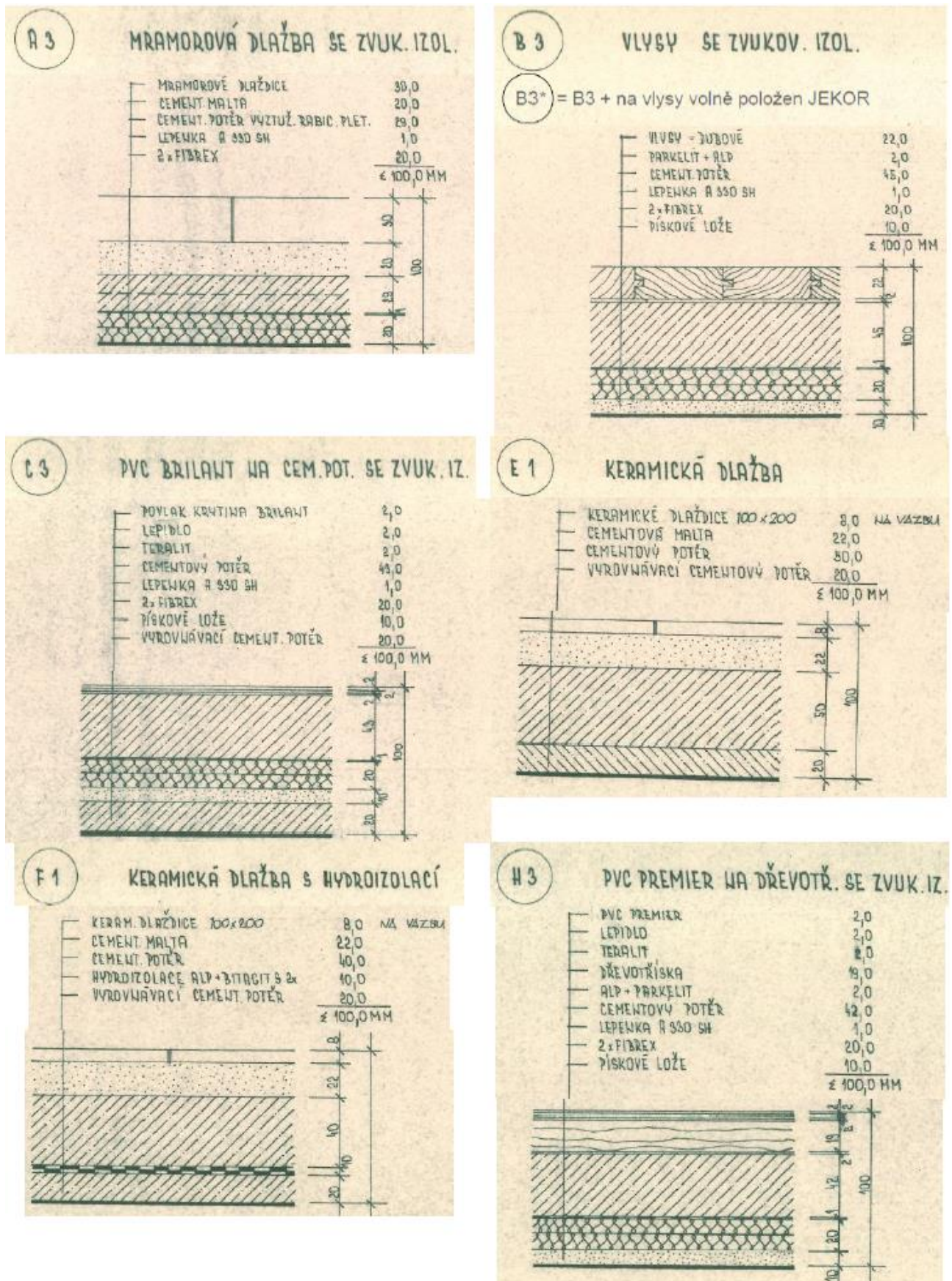
popis	číslo	směr měření	vyhodnotit										R _{be} MPa				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		platných měření	suma	STAV	
stropní deka nad 4.NP	SCH4	nahoru	vstup:	49	54	49	51	49	51	51	49	51	51	10	534	OK	37
			R _{be}	51	60	51	54	51	54	54	51	54	54				
			R _{be'}	51	60	51	54	51	54	54	51	54	54				
stropní deka nad 4.NP	SCH5	nahoru	vstup:	52	54	57	45	49	52	49	55	51	54	9	512	OK	39
			R _{be}	56	60	62	43	51	56	51	62	54	60				
			R _{be'}	56	60	62	43	51	56	51	62	54	60				
stropní deka nad 4.NP	SCH6	nahoru	vstup:	48	48	46	54	52	46	46	52	48	46	9	439	OK	33
			R _{be}	49	49	45	60	56	45	45	56	49	45				
			R _{be'}	49	49	45	60	56	45	45	56	49	45				
stropní deka nad 4.NP	SCH7	nahoru	vstup:	50	55	48	55	48	48	46	58	46	49	10	526	OK	36
			R _{be}	52	62	49	62	49	49	45	62	45	51				
			R _{be'}	52	62	49	62	49	49	45	62	45	51				

Obrázek 7: Vyhodnocení upřesněných tvrdoměrných zkoušek (Schmidt) - strop nad 4.NP.

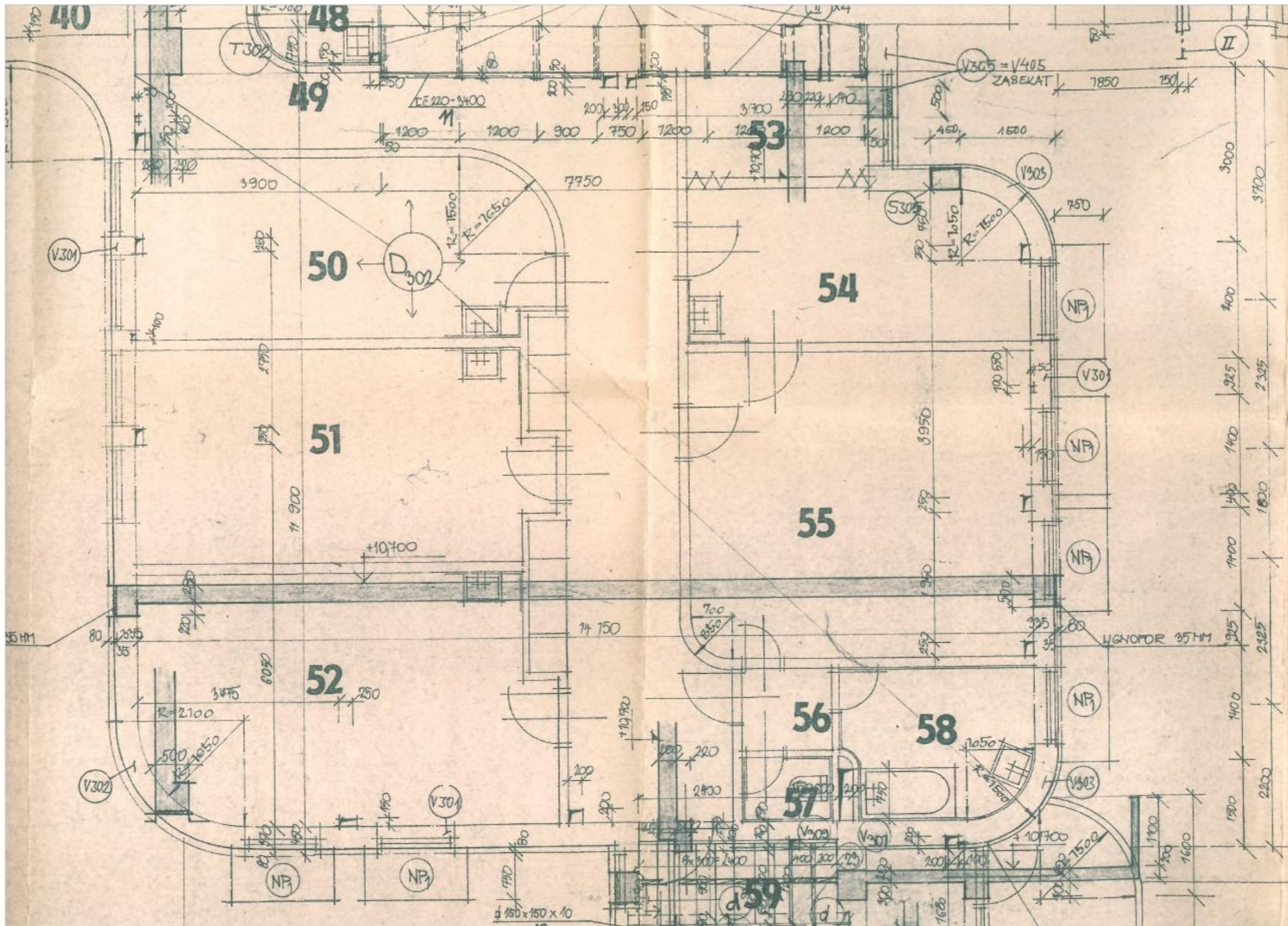
skladba dle skutečnosti:		skladba dle projektu:
vývrt V1 108 mm : podlaha 3.NP - chodba		C3: 100 mm
2,5	povlaková krytina (PVC/Linoleum ...)	
29	betonový potěr	
76	betonový potěr	
vývrt V2 80 mm : podlaha 3.NP - koupelna		F1: 100 mm
8	keramická dlažba	
12	stěrka s lepidlem	
55	betonový potěr	
5	hydroizolace (asfaltová/IPA)	
vývrt V3 143 mm : podlaha 3.NP - kancelář		B3*: 100 mm
22	vlysy	
2	lepidlo (+původní lino?)	
118	betonový potěr	
1	hydroizolace (asfalt.nátěr)	
vývrt V4 87 mm : podlaha 4.NP - služební místnost		B3: 100 mm
22	vlysy	
0	lepidlo	
65	betonový potěr	
vývrt V5 183 mm : podlaha 4.NP - chodba		C3: 100 mm
2,5	povlaková krytina (PVC/Linoleum ...)	
35	betonový potěr	
125	betonový potěr	
20	betonová stěrka	
vývrt V6 70 mm : podlaha 4.NP - pokoj		B3: 100 mm
22	vlysy	
0	lepidlo	
48	betonový potěr	

Obrázek 8: Zjištěné skladby z průzkumu. Vpravo je označení typu skladby dle projektu – ty jsou detailně uvedeny na dalším obrázku.

2 Výťah z původní projektové dokumentace

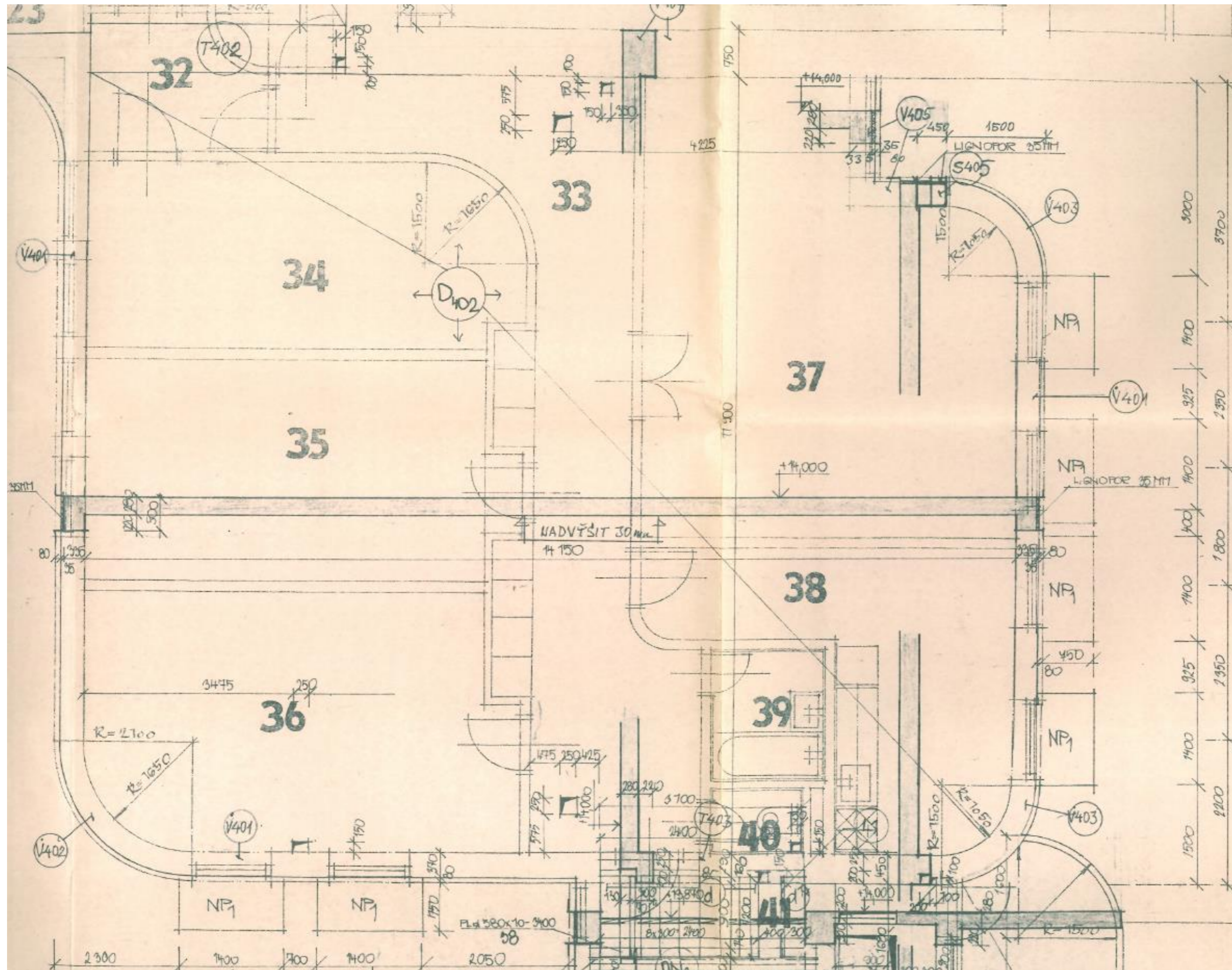


Obrázek 9: Skladby podlah dle původní projektové dokumentace.



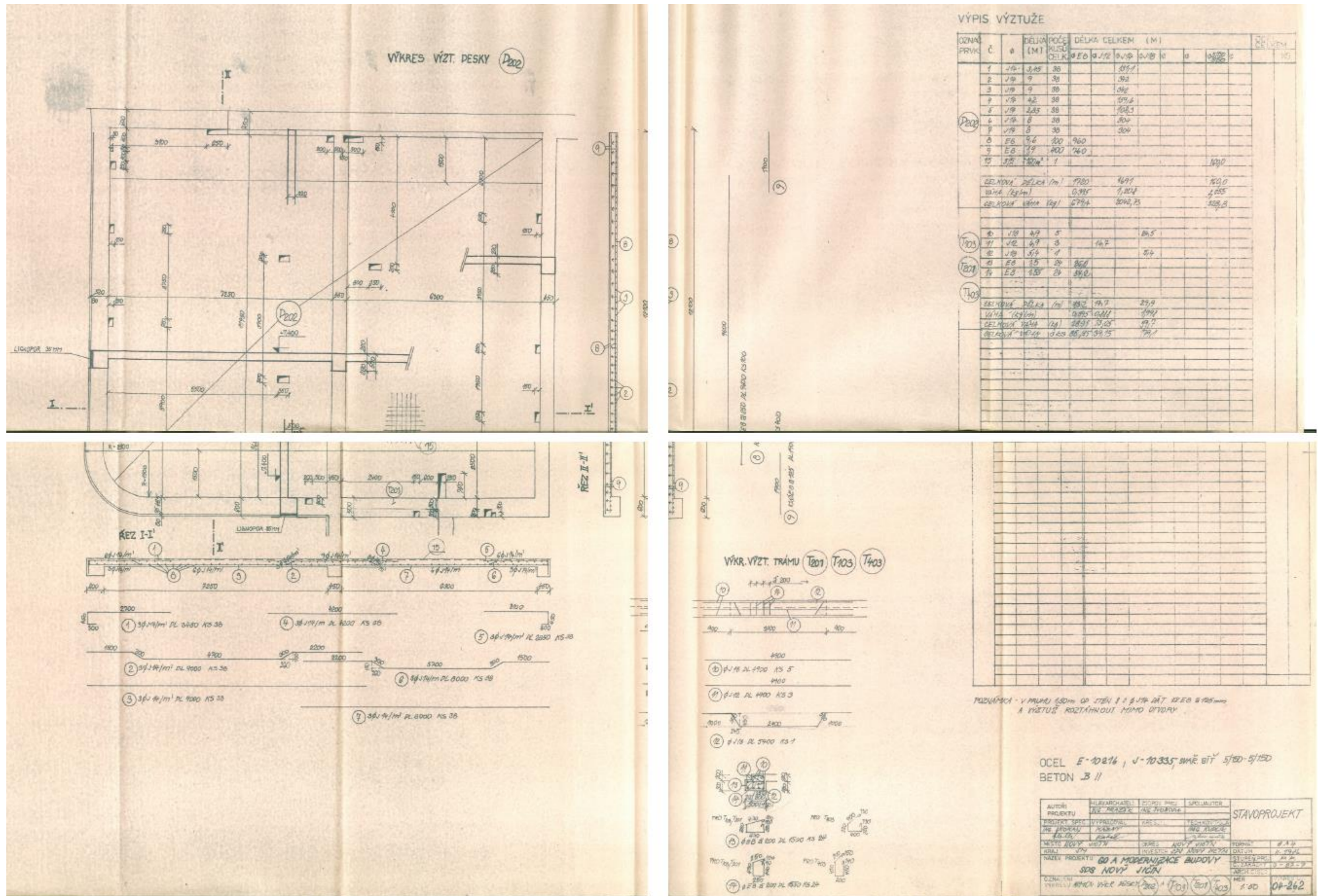
AUTOR PROJEKTU	HLAVNÍ ARCH. AŤ ZODĚV. PRŮJ. ING. SVOBODA	SPOLGAUTOR	STAVOPROJEKT OSTRAVA, GOTTLIB
PROJ. SPEC. ING. ŠKORAN P. LHM	VYPRACOV. ONDRÁŠKOVÁ OUDVOČKOVÁ	KRESLIL. ING. ČUDLÍK	VELIKOST: 30 X A4
MIŠTO: NOVÝ JIČÍN	OKRES: NOVÝ JIČÍN	ING. ČUDLÍK	DATAUM: 1/85
KRAJ: JM	INVESTOR: SDS NOVÝ JIČÍN	ING. ČUDLÍK	STUP. PRŮJ. P.P.
NAZEV: GO A MODERNIZACE BUDOVY	SDS NOVÝ JIČÍN	ING. ČUDLÍK	Č. ZÁK.: 3-22-7
PROJ.: III. NADZEMNÍ PODLAŽÍ		ING. ČUDLÍK	ARCH. Č.
OZNAČ. VÝKŘ. III. NADZEMNÍ PODLAŽÍ		ING. ČUDLÍK	MĚR. 1:50
BEDĚHL, KLADEČ, PÁK		ING. ČUDLÍK	Č. VÝKŘ. 04-207

Obrázek 10: Výkres tvaru stropní desky nad 3.NP

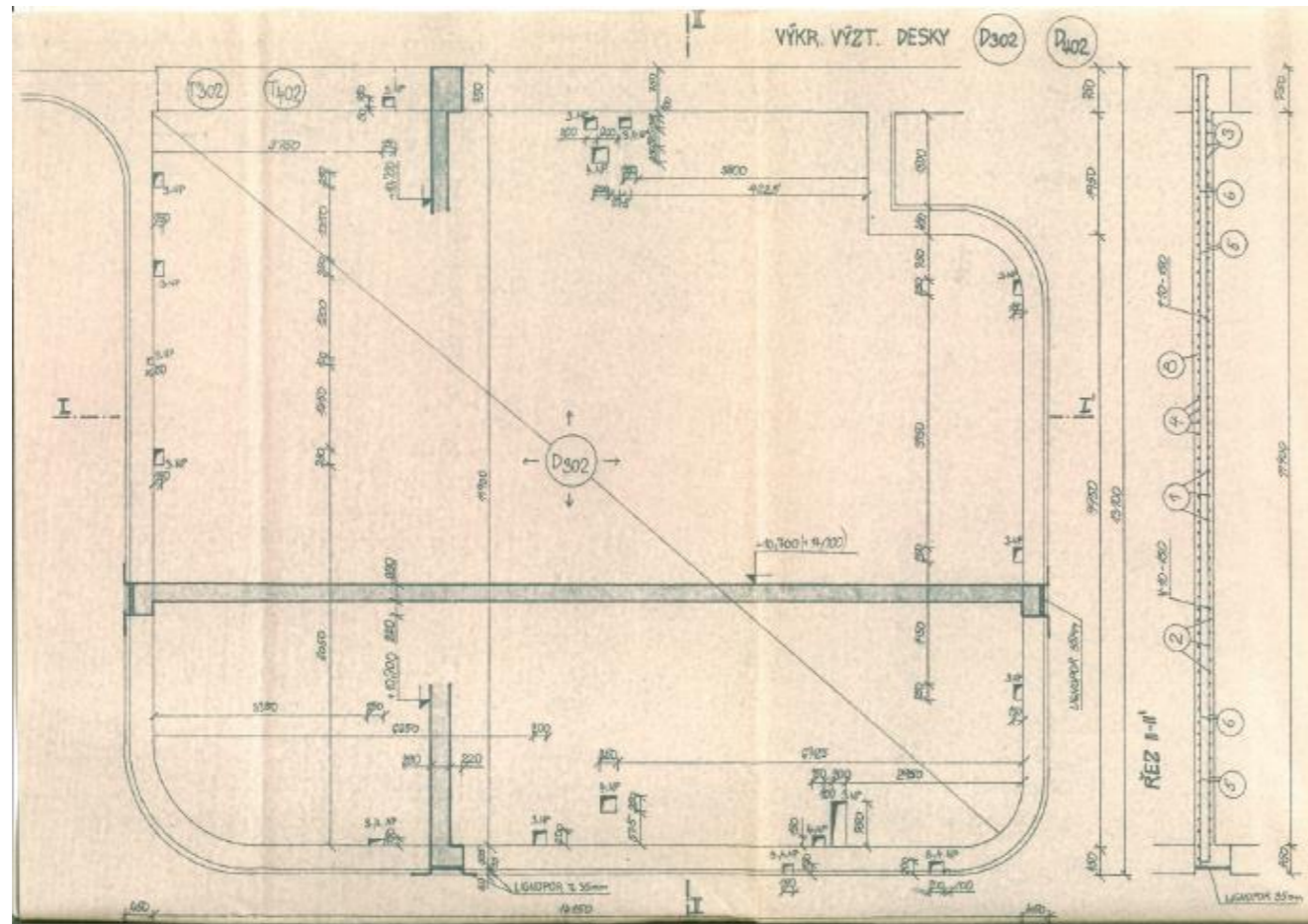


AUTOR PROJEKTU	HLAV. ARCH. AT ING. PRAŽAK	ZODPOVĚDNÝ ING. SVOBODA	STAVOPROJEKT OSTR. 1. GOTTW. 168
PROJ. SPEC. ING. ŠKOKAN	VYKRAJOVAL M. ONDRAČKOVÁ	KREŠLIL : ING. KUDLÍK	VELIKOST 35x44
ARSTO NOVÝ KRAJ : SDS	OKRES NOVÝ JIČÍN INVESTICE SDS N. JIČÍN	ING. KUDLÍK	DATAUM 11/1985
NAZEV GO A PROJ. :	SDS NOVÝ JIČÍN BUDOVY	ING. KUDLÍK	STUP. PROJ. 1. ETAP. 11/85
OZNAC. VSKR	IV. NADZEMNÍ BĚHNĚNÍ, KLADEČ. VÝKRES	ING. KUDLÍK	AROH. Č. 11/85
			MEK. 1:500
			04-208

Obrázek 11: Výkres tvaru stropní desky nad 4.NP



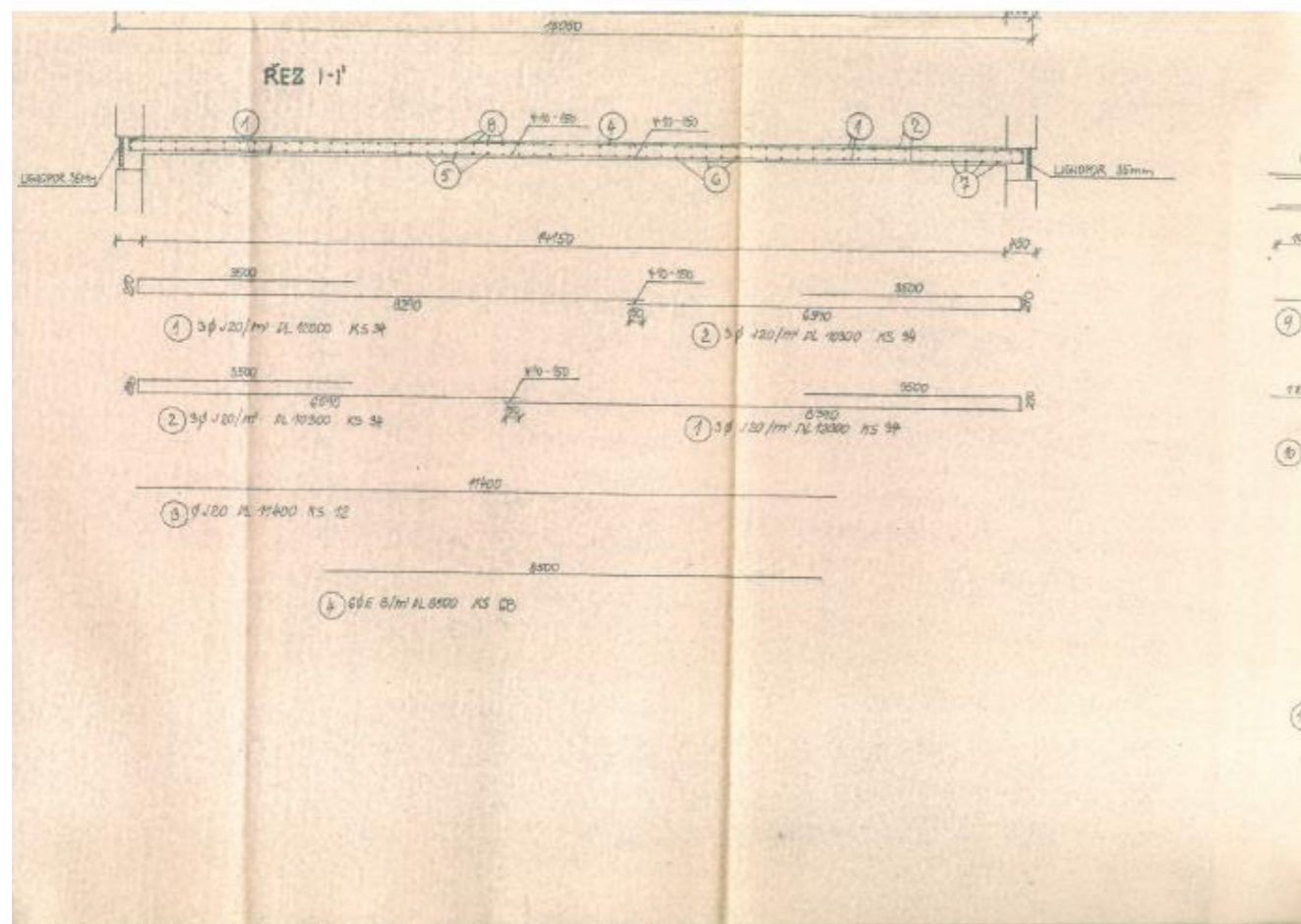
Obrázek 12: Výkres výztuže stropní desky nad 2.NP



VÝKR. VÝZTUŽE TRÁMU T302 T402

ŘEZ I-I'

ROZMĚR PRVKU	Č.	Ø	DELKA (M)	POČET KUSŮ CELKEM	DELKA CELKEM (M)
D302	1	120	12	28	336
	2	120	193	28	3704
	3	120	154	28	3412
	4	80	85	28	2240
	5	120	72	28	2592
D402	6	120	82	28	2296
	7	120	135	28	3540
T302	8	120	58	2	116
	9	120	625	2	1250
T402	10	80	185	20	3700
	11	80	185	20	3700



VÝKR. VÝZTUŽE TRÁMU T302 T402

ŘEZ I-I'

1) Ø 120 DL 3100 KS 8

2) Ø 100 DL 6250 KS 2

3) Ø 80 DL 3300 DL 1150 KS 60

OCEL E-10216 J-10335 SVARĚ. Ø 120-Ø 100
BETON B-//

AUTĚR	PROJEKTANT	PROJEKT	STAVOPROJEKT
BRUNO	BRUNO	BRUNO	BRUNO

STAVOPROJEKT

GO A MODERNIZACE BUDOVY
SPS NOVÝ JICÍN

04-264

Obrázek 13: Výkres výztuže stropních desek nad 3.NP a nad 4.NP

3 Fotografie z prohlídky 20. 11. 2017, poruchy konstrukcí



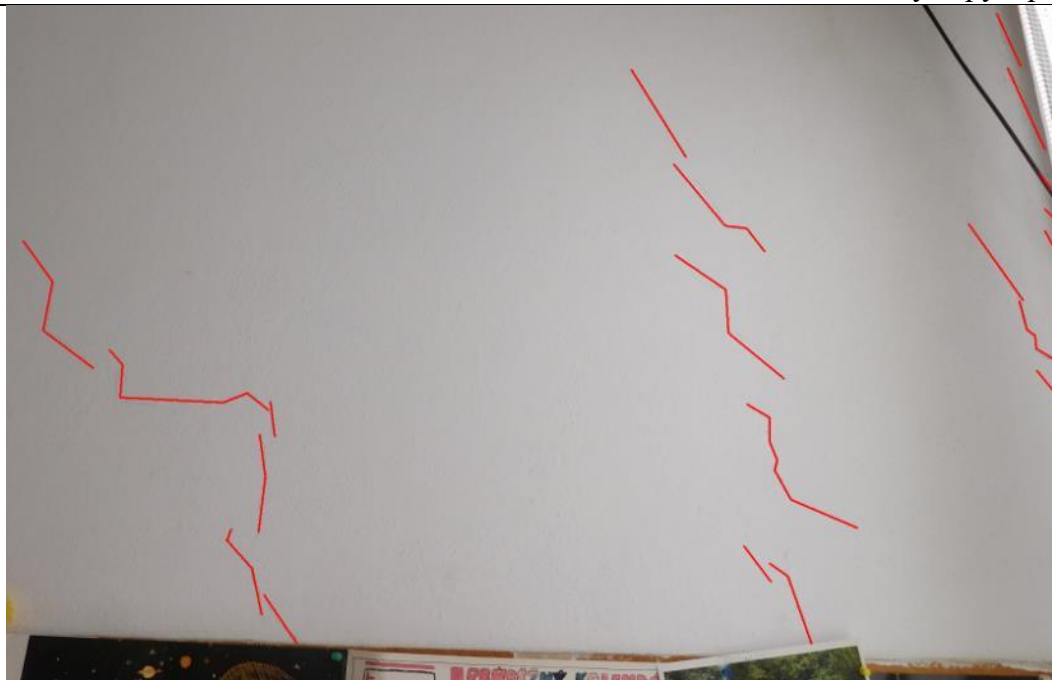
Obrázek 14: Uvolňování nesoudržných omítek (koupelna ve 3.NP).



Obrázek 15: Vodorovné odtržení příčky nad podlahou.



Obrázek 16: Šířka trhliny.



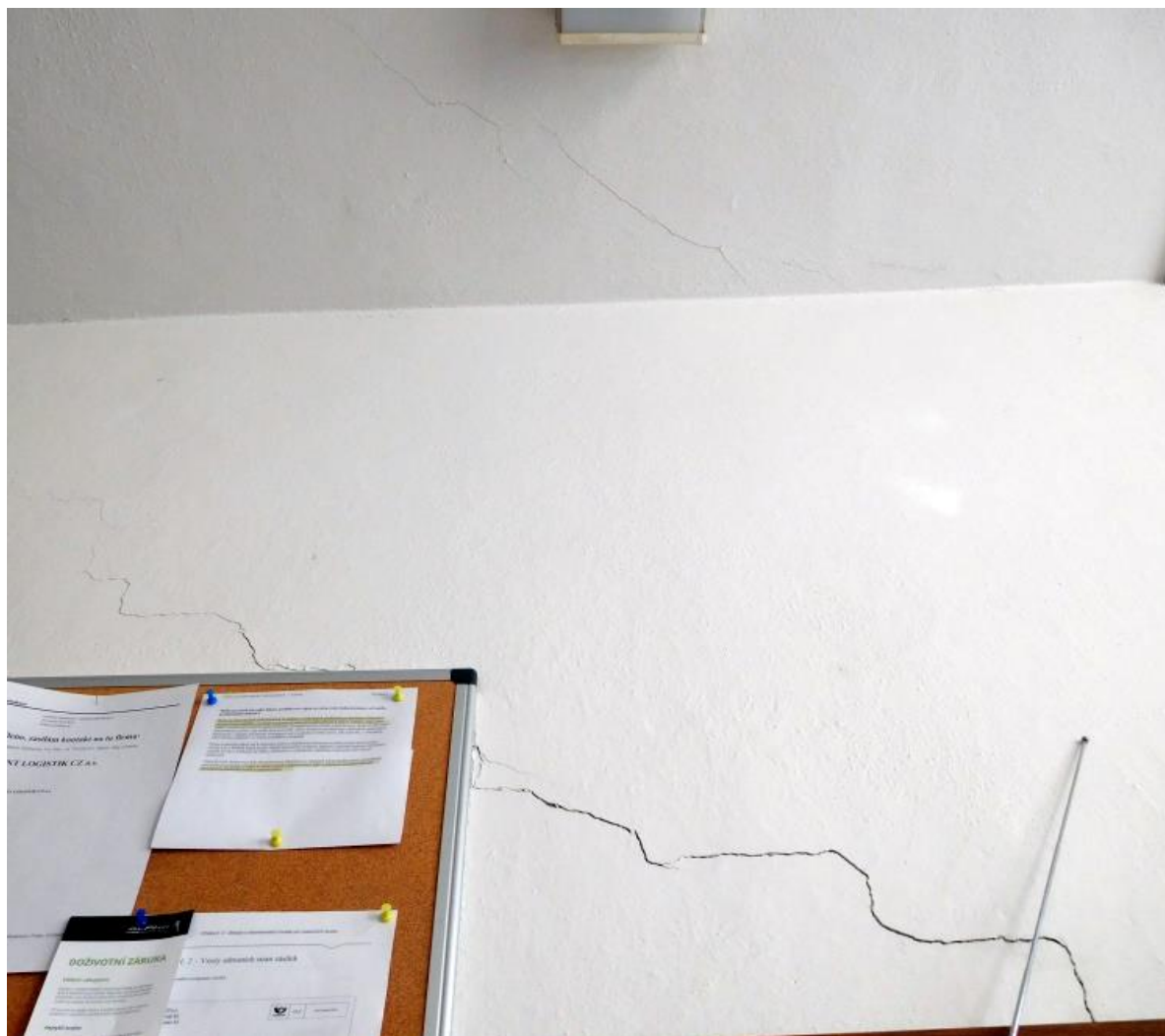
Obrázek 17: Průběh trhlin v příčce - zvýrazněno (vpravo je obvodová nosná stěna).



Obrázek 18: Měření šířky trhliny.



Obrázek 19: Vodorovná trhlina na rozhraní materiálů (zdivo příčky / skleněné Luxfery).



Obrázek 20: Šikmé trhliny v příčce, patrné jsou i trhlinky ve stropu.



Obrázek 21: Trhliny v příčkách.



Obrázek 22: Měření šířek trhlin v příčkách.



Obrázek 23: Šikmé trhliny příčkou (vlevo je obvodová nosná stěna).



Obrázek 24: Měření šířky trhliny.



Obrázek 25: Trhliny v příčkové nice pro vestavěnou skříň.



Obrázek 26: Trhliny v příčce.



Obrázek 27: Trhliny v příčce (kancelář správce, 3.NP).



Obrázek 28: Trhliny příček (kancelář správce, 3.NP).



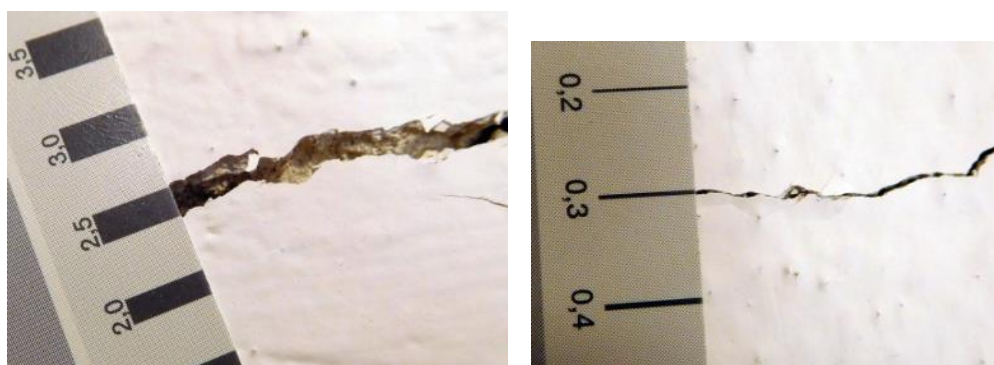
Obrázek 29: Šířka trhliny.



Obrázek 30: Trhliny příčkou (kancelář správce, 3.NP).



Obrázek 31: Trhliny příčkou, patrný porušené vrstvy oprav a přemaleb.



Obrázek 32: Šířky trhlin.



Obrázek 33: Odkrytá část stropu (kancelář správce, 3.NP).



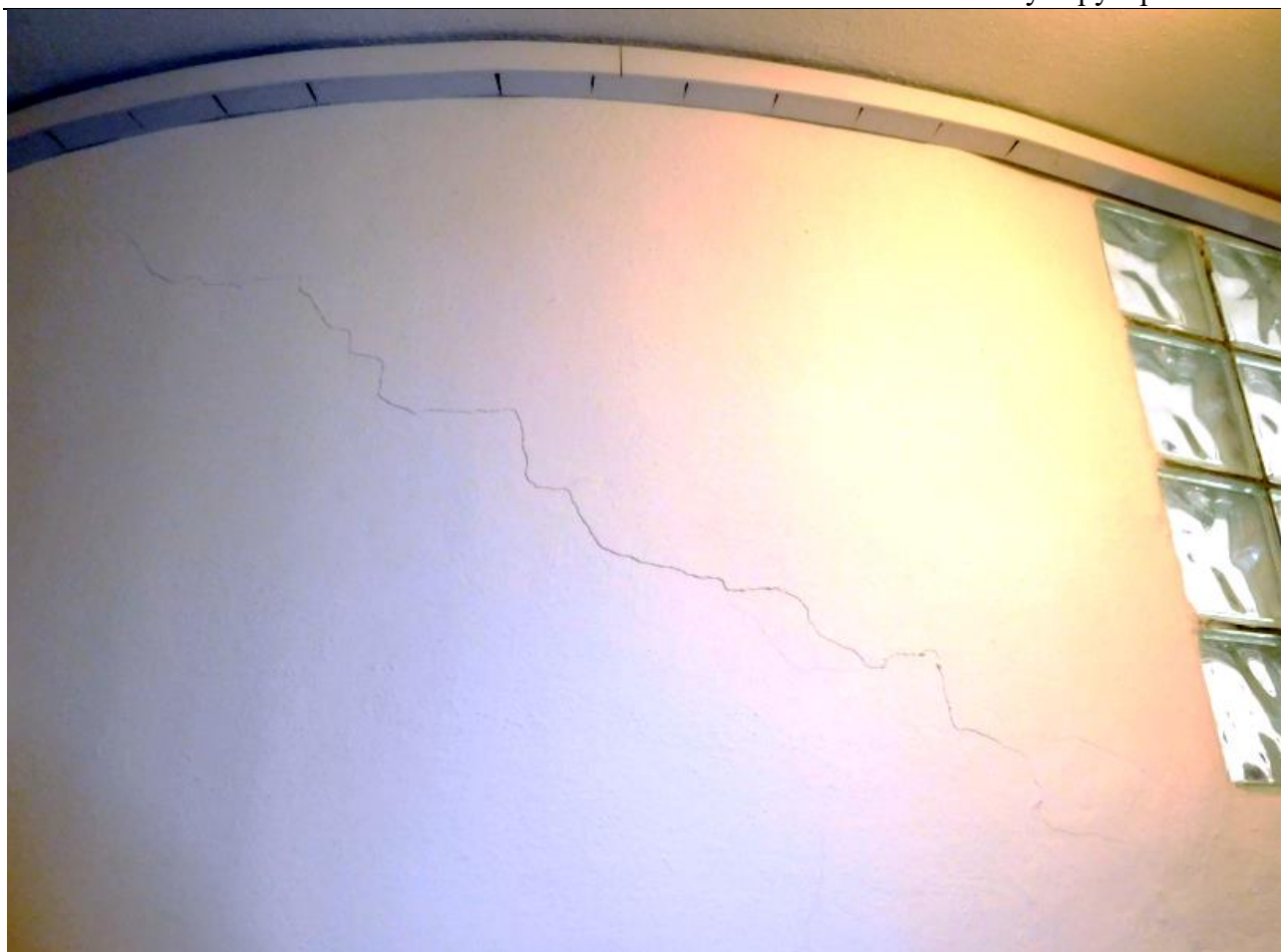
Obrázek 34: Trhlinky a nečistoty na spodním líci stropní železobetonové desky, 3.NP.



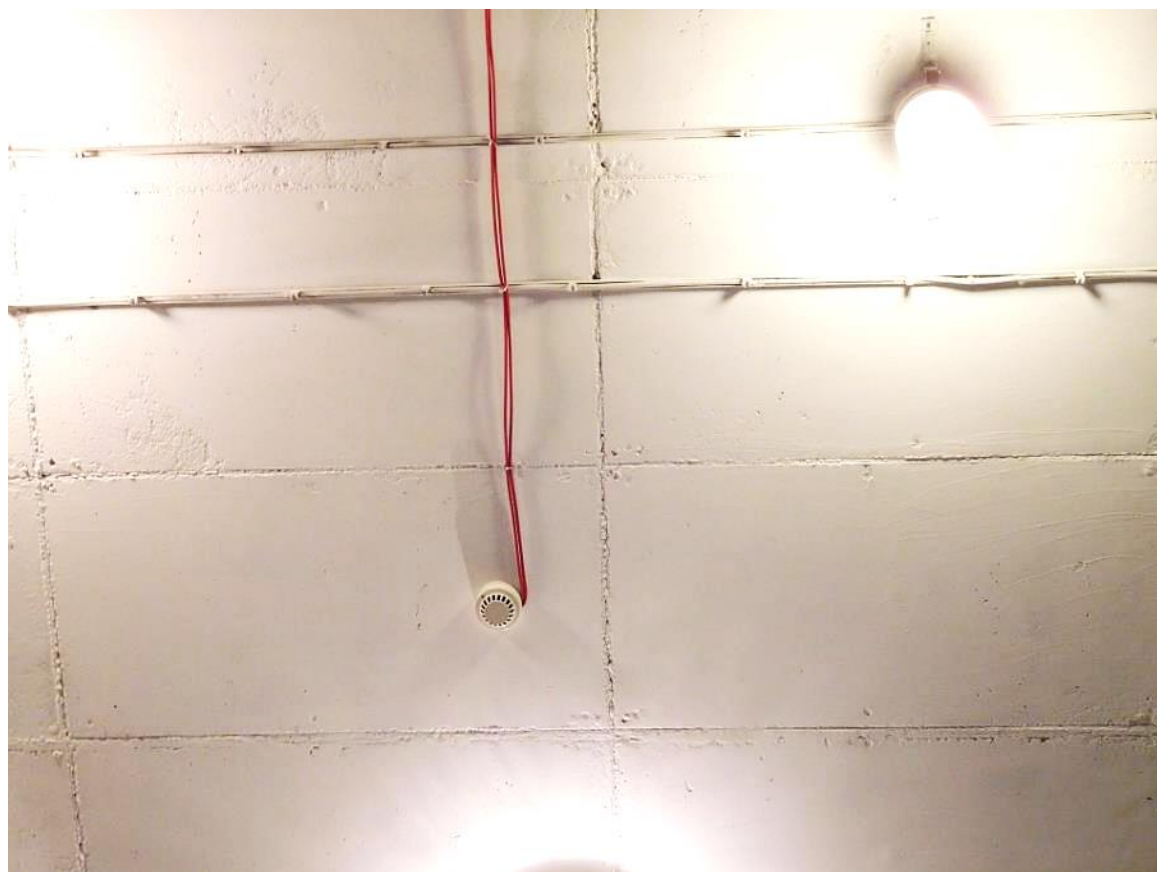
Obrázek 35: Trhlinky na spodním líci stropní konstrukce, 3.NP.



Obrázek 36: Obnažená spodní výztuž, nulové krytí betonem, 3.NP.



Obrázek 37: Trhlina v obloukové části příčky.



Obrázek 38: Spodní líc stropu nad 2.NP – pouze bílý nátěr (sklad kulis).



Obrázek 39: Trhliny v příčce, vpravo obvodová nosná stěna (služební místnost, 4.NP).



Obrázek 40: Trhliny v příčce, vlevo obvodová nosná stěna (služební místnost, 4.NP).



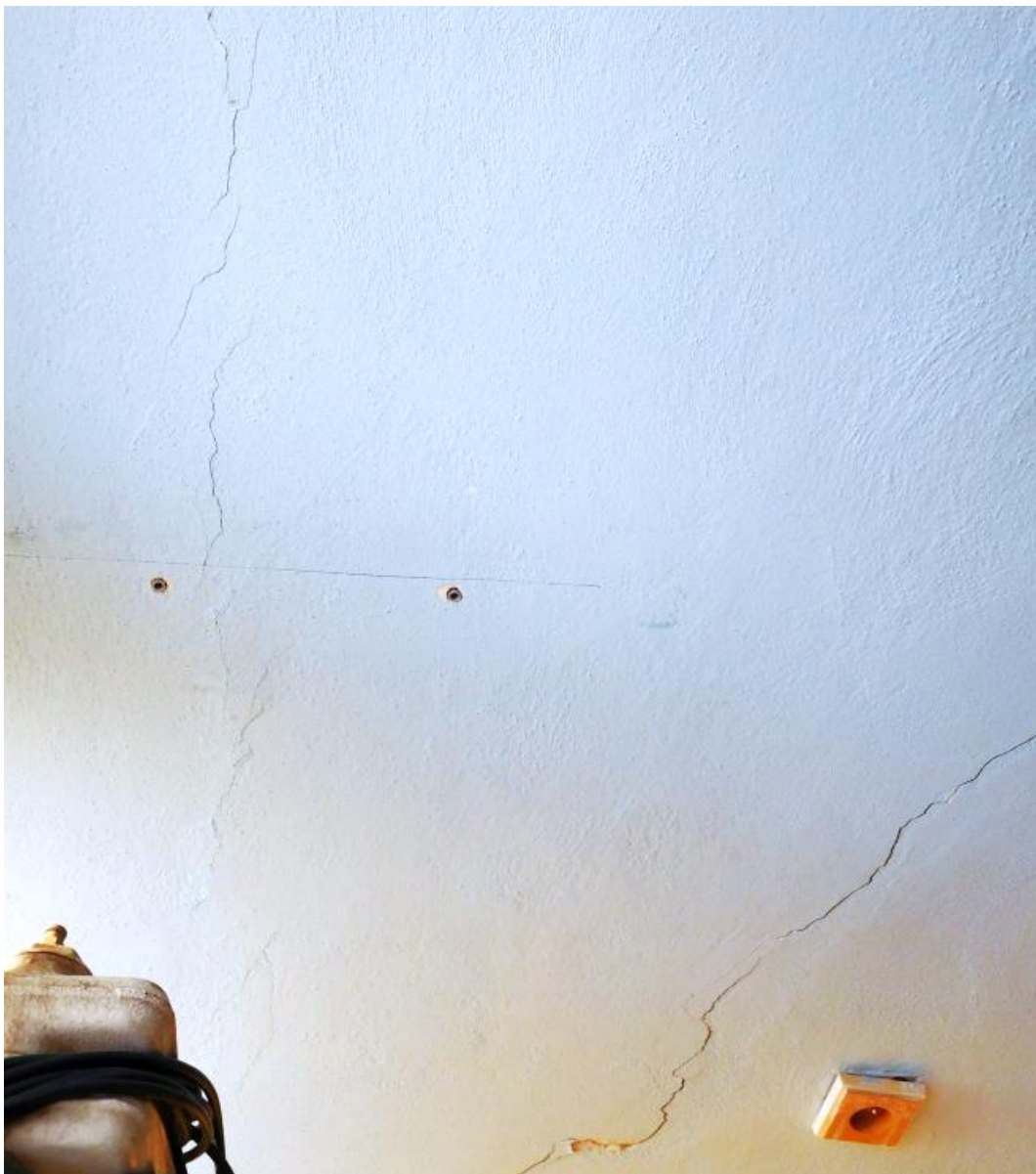
Obrázek 41: Trhliny v příčce.



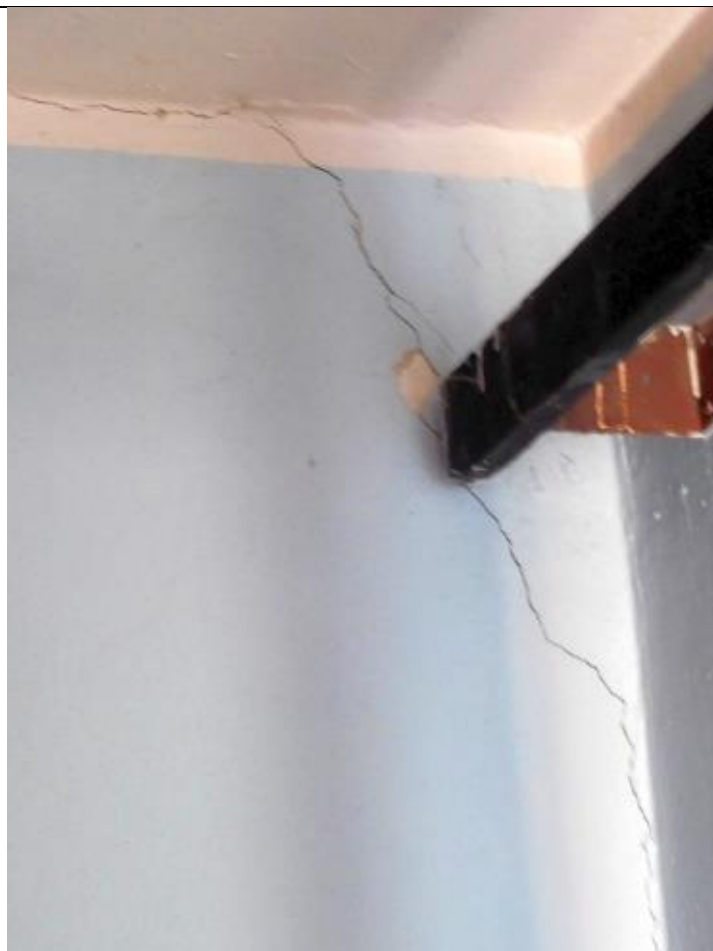
Obrázek 42: Šikmá trhlina příčkou, vlevo je obvodová nosná stěna.



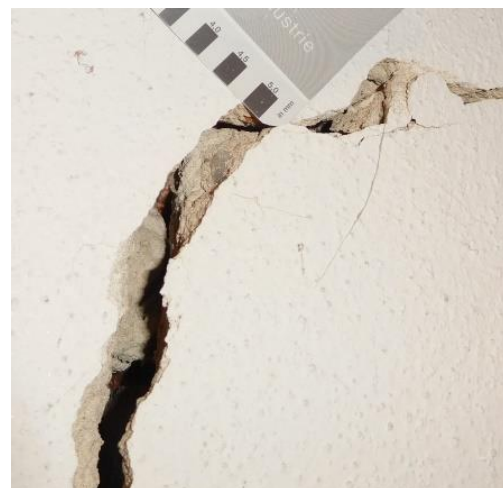
Obrázek 43: Měření šířek trhlin.



Obrázek 44: Šikmé trhliny příčkou.



Obrázek 45: Trhlina příčkou.



Obrázek 46: Trhliny příčkovou nikou pro vestavěné skříň, větší než 5 mm, 4.NP.



Obrázek 47: Zkosený dveřní otvor (zárubeň / křídlo) a trhlina příčkou.



Obrázek 48: Trhliny příčkami, 4.NP.

4 Fotografie z průzkumu 27. 03. 2018, sondy a vzorky

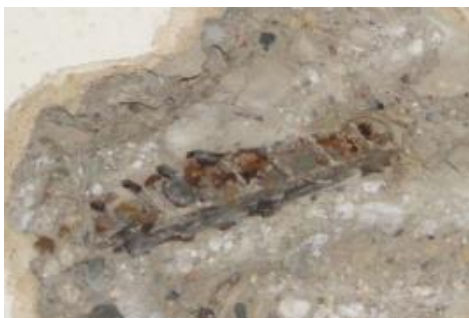
4.1 Sekané sondy k výztuži.



Obrázek 49: Výztuž v sondě D2-1, $\phi V14$ + $\phi T6$ (spodní povrch stropu nad 2.NP).



Obrázek 50: Výztuž v sondě D3-1, $\phi V18$ (spodní povrch stropu nad 3.NP).



Obrázek 51: Výztuž v sondě D4-4, $\phi V22$ (spodní povrch stropu nad 4.NP).

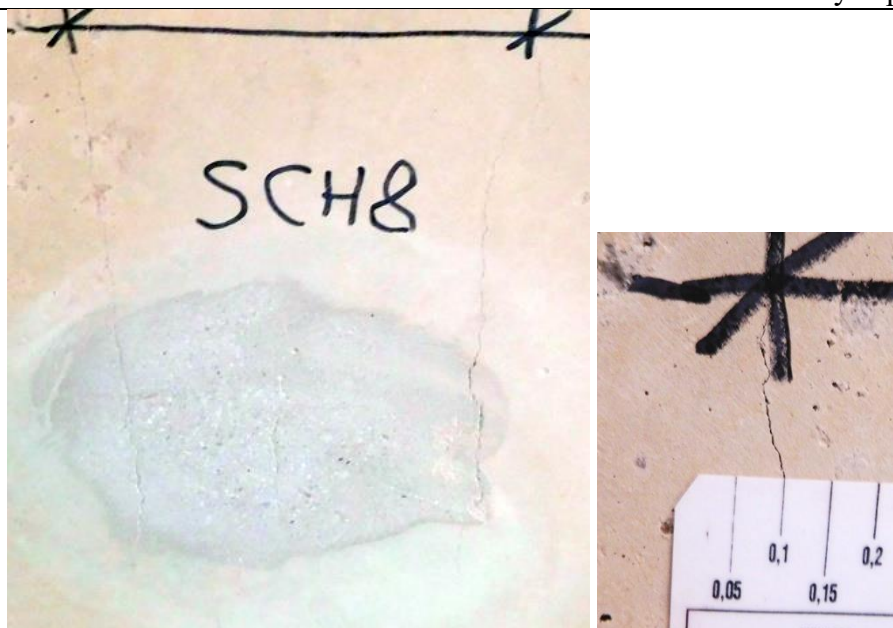


Obrázek 52: Výztuž v sondě D4-5, $\phi V22$ (spodní povrch stropu nad 4.NP).

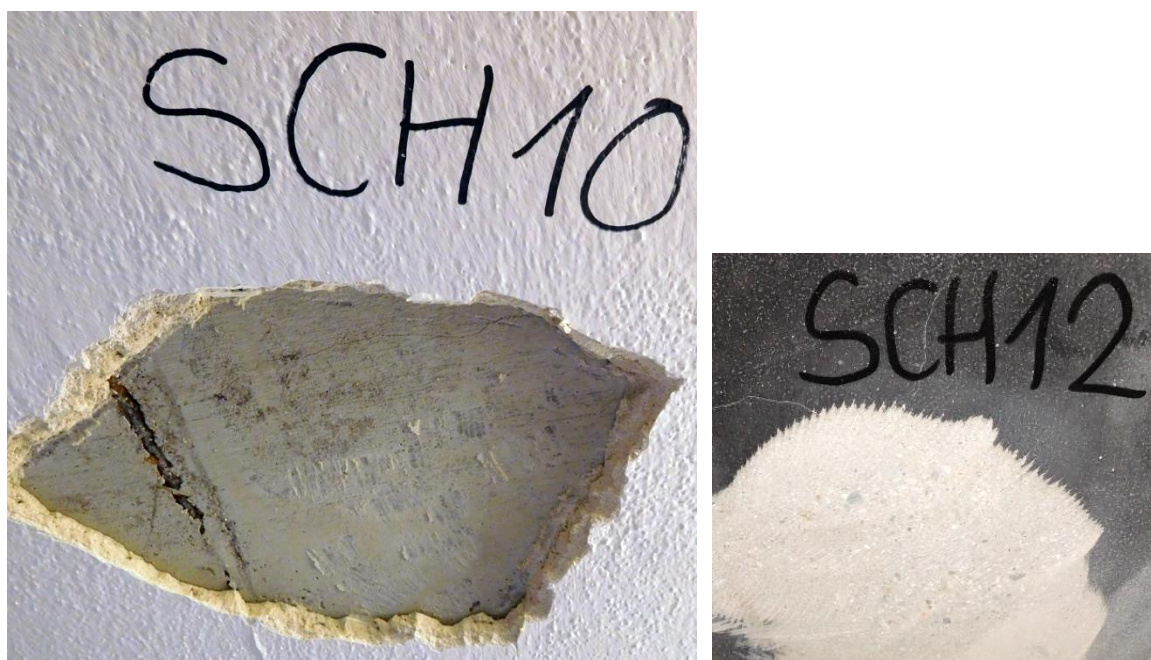
4.2 Tvrdoměrné zkoušky betonu – Schmidtovým kladívkem.



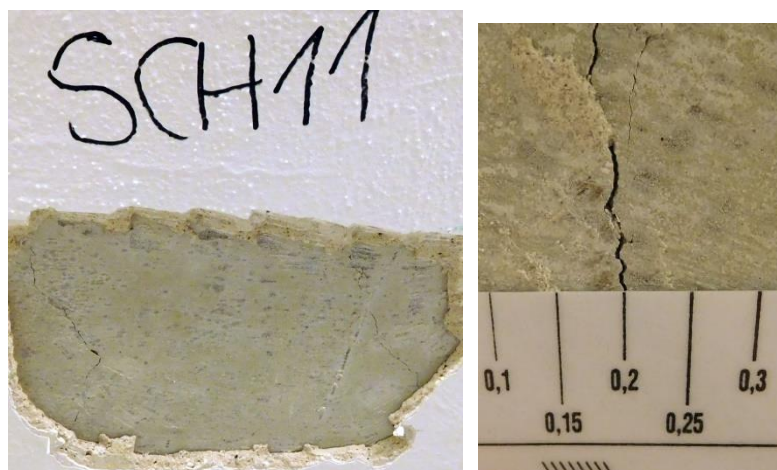
Obrázek 53: Příprava míst pro tvrdoměrnou zkoušku. V některých případech jsou patrné trhlinky stropní deskou.



Obrázek 54: Síť trhlinek v místě sondy Sch08 (koupelna 3.NP).



Obrázek 55: Obnažená výztuž v místě sondy Sch10, sonda nad jevištěm Sch12.



Obrázek 56: Trhlinky v místě sondy Sch11.

4.3 Jádrové vývrty.



Obrázek 57: Vývrt V1 (strop nad 2.NP, chodba).



Obrázek 58: Vývrt V1 (strop nad 2.NP, chodba).



Obrázek 59: Vývrt V2 (strop nad 2.NP, koupelna). Nosná stropní deska (pod vrstvou podlahy) není celistvá, horizontální spáry, kaverny, rozpad vzorku.



Obrázek 60: Vývrt V2 (strop nad 2.NP, koupelna).



Obrázek 61: Vývrt V2 (strop nad 2.NP, koupelna). Kaverny a horizontální spáry v nosném betonu stropní desky.



Obrázek 62: Výtvt V2 (strop nad 2.NP, koupelna). Rozpadlý vzorek, nekompaktní beton nosné části.



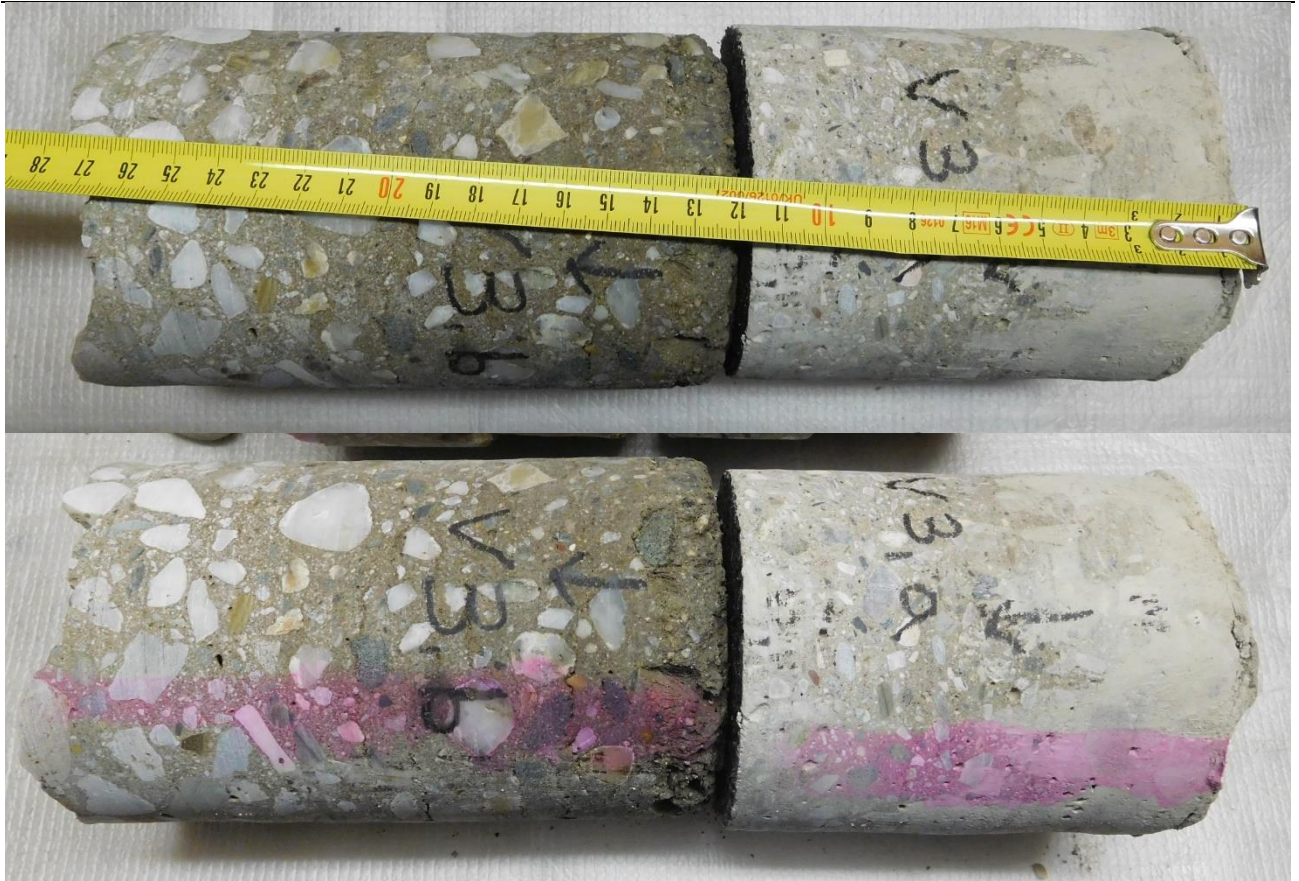
Obrázek 63: Výtvt V2 (strop nad 2.NP, koupelna).



Obrázek 64: Vývrt V3 (strop nad 2.NP, kancelář).



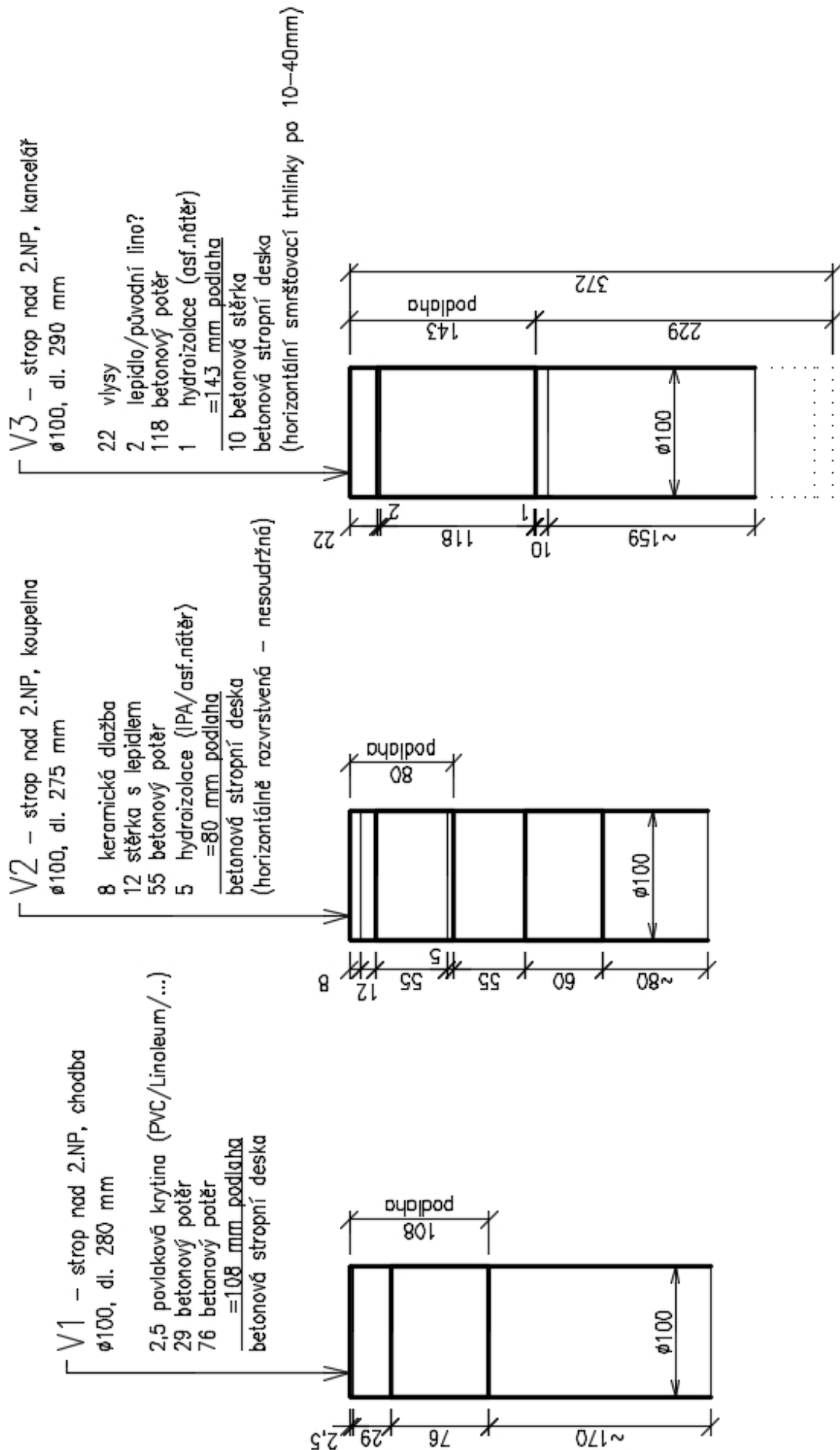
Obrázek 65: Vývrt V3 (strop nad 2.NP, kancelář). Horizontální trhlinky (vysychací, smršťovací) v nosné části betonu.



Obrázek 66: Vývrt V3 (strop nad 2.NP, kancelář).



Obrázek 67: Vývrty ze stropní desky nad 2.NP.



Obrázek 68: Skladba vývrtů V1, V2 a V3 (stropní deska nad 2.NP).



Obrázek 69: Vývrt V4 (strop nad 3.NP, služební místnost).



Obrázek 70: Vývrt V4 (strop nad 3.NP, služební místnost).



Obrázek 71: Vývrt V5 (strop nad 3.NP, chodba).



Obrázek 72: Vývrt V5 (strop nad 3.NP, chodba).



Obrázek 73: Vývrt V6 (strop nad 3.NP, pokoj).



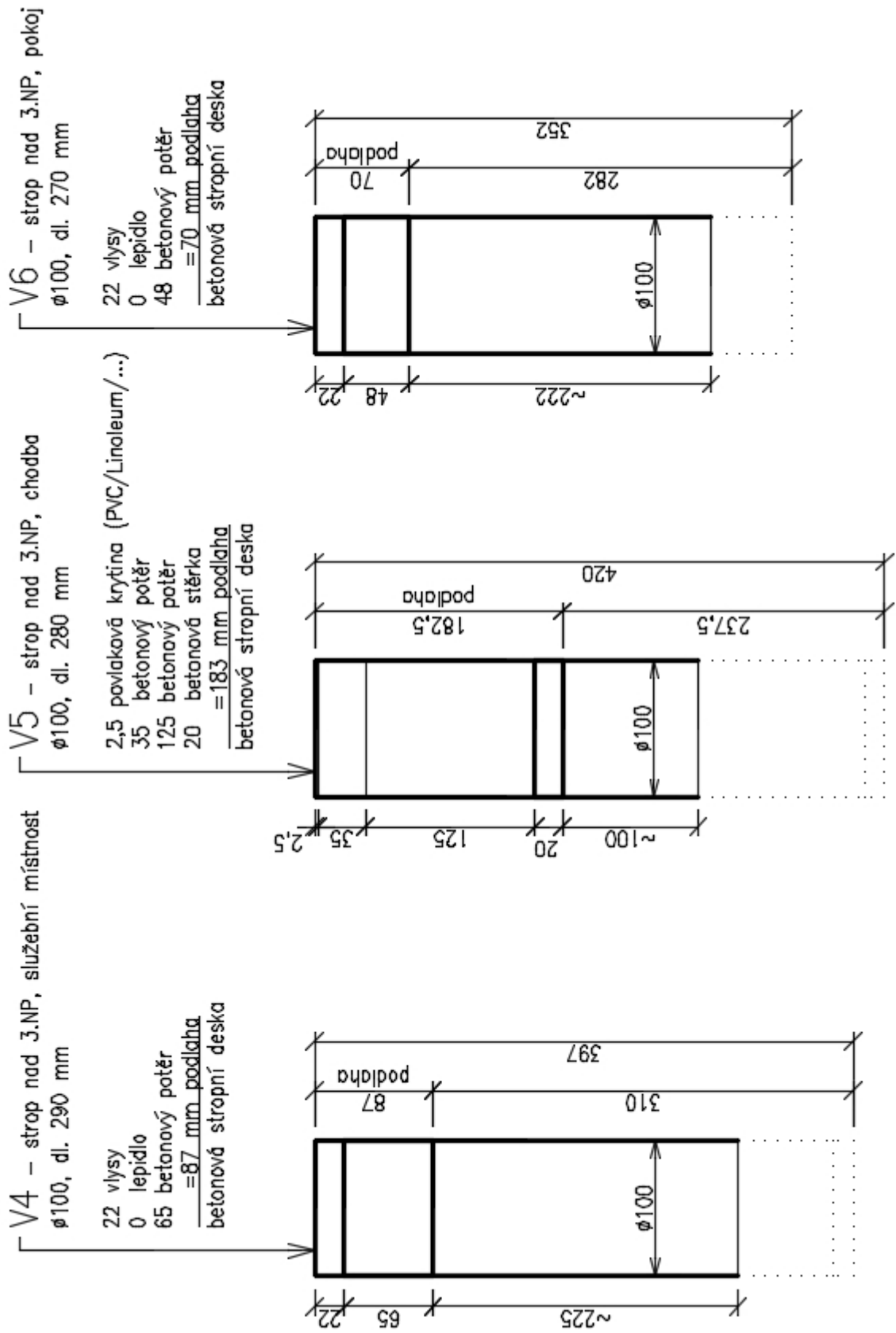
Obrázek 74: Vývrt V6 (strop nad 3.NP, pokoj).



Obrázek 75: Vývrt V6 (strop nad 3.NP, pokoj).



Obrázek 76: Vývrtý ze stropní desky nad 3.NP.



Obrázek 77: Skladba výtvtů V4, V5 a V6 (stropní deska nad 3.NP).

4.4 Sekané sondy – ověření zdiva.



Obrázek 78: Sonda S1, 3.NP, vnitřní příčka, duté pálené cihly.



Obrázek 79: Sonda S2, 3.NP, vnitřní příčka, duté pálené cihly.



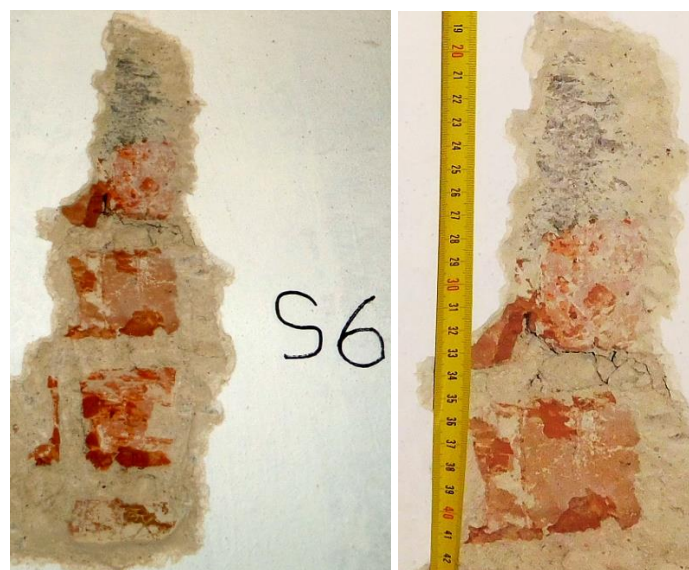
Obrázek 80: Sonda S3, 3.NP, vnitřní příčka, duté pálené cihly.



Obrázek 81: Sonda S4, 3.NP, obvodová nosná stěna, děrované pálené cihly.



Obrázek 82: Sonda S5, 3.NP, obvodová nosná stěna, děrované pálené cihly.



Obrázek 83: Sonda S6, 2.NP, obvodová nosná stěna, betonový věnec, zdivo – cihly plné.



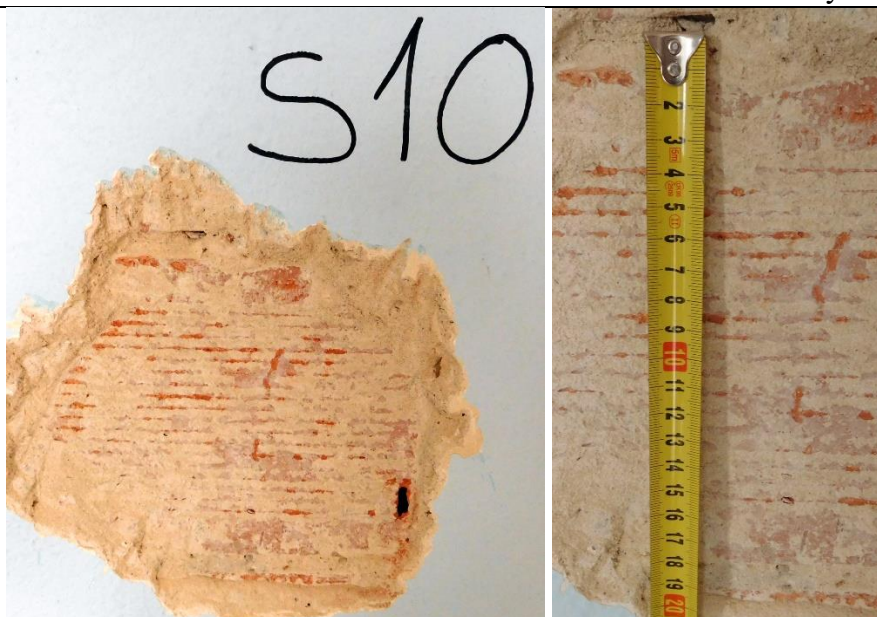
Obrázek 84: Sonda S7, 2.NP, vnitřní nosná stěna, betonový věnec, zdivo – cihly děrované.



Obrázek 85: Sonda S8, 2.NP, obvodová nosná stěna, cihly plné.



Obrázek 86: Sonda S9, 3.NP, obvodová nosná stěna, děrované pálené cihly.



Obrázek 87: Sonda S10, 4.NP, vnitřní příčka, duté děrované pálené cihly.



Obrázek 88: Sonda S11, 4.NP, vnitřní příčka, tmavá (silikátová/škvárová) tvarovka, nejedná se o pálenou cihlu.



Obrázek 89: Sonda S12, 4.NP, vnitřní příčka, světlá tvarovka (silikátová, obdoba Ytongu).

BESTEX, spol. s r. o.

INŽENÝRSKÁ A PROJEKČNÍ KANCELÁŘ

průzkumy, projekce, expertizy, provádění staveb

Křenová 42, 602 00 Brno

Kancelář Rybnická 21, 634 00 Brno

T - Z: 543 215 237

P Ř Í L O H A Č . 0 2

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM

PORUŠENÉ ČÁSTI PŘÍSTAVBY

Beskydské divadlo Nový Jičín


Protokol o ověření pevnosti betonu v tlaku stropních desek – Beskydské divadlo Nový Jičín

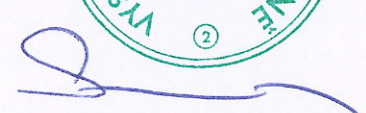
zpráva č. HS12854037L_A; VUT v Brně, FAST, AdMaS

(8x A4)

HS 12854037L_A

Protokol o
ověření pevnosti betonu v tlaku stropních desek – Beskydské divadlo
Nový Jičín


Ing. Petr Daněk, Ph.D.
odpovědný řešitel


doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
vedoucí ústavu, výzkumné skupiny KDS



V Brně : 10.4. 2018

Počet vyhotovení: **4**

Vyhotovení číslo: **1**

Údaje o zpracovateli:

Pracoviště odpovědného řešitele: **Vysoké učení technické v Brně**
Fakulta stavební
Ústav stavebního zkušebnictví
Středisko AdMaS
Veveří 95, 602 00 Brno
tel. 541147801, fax. 543215642
vedoucí ústavu: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
e-mail: schmid.p@fce.vutbr.cz
vedoucí VS AdMaS: doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
e-mail: schmid.p@fce.vutbr.cz
IČO: 00216305
DIČ: CZ00216305

Vypracoval: Ing. Petr Daněk, Ph.D.
tel.: +420 541 147 492, mobil: +420 604 831127
email: danek.p@fce.vutbr.cz
Ústav stavebního zkušebnictví, VUT FAST Brno

Údaje o objednateli

Objednatel: **BESTEX, spol. s r.o.**
Křenová 42, 602 00 Brno

Vyřizuje : Ing. Pavel Krůpa

Objednávka: 180303 ze dne 29.3.2018

Předmět řešení: Provedení a vyhodnocení tlakových zkoušek betonů na
dodaných vzorcích jádrových vývrtů konstrukcí.

Metodika zkoušení: Ověření fyzikálně mechanických parametrů betonů na jádrových vývrtech \varnothing 100 mm dodaných objednatelem laboratorními zkouškami na válcových tělesech provedenými v laboratořích zhotovitele.

Datum odběru vývrtů in-situ: 27.3. 2018
Datum provádění lab. zkoušek: 6. 4. 2018
Datum vyhotovení protokolu: 10. 4. 2018

Příprava vzorků

a provedení zkoušek: Zkušební laboratoř při Ústavu stavebního zkušebnictví FAST VUT v Brně, Veveří 95, 602 00 Brno, <http://www.fce.vutbr.cz>, vedoucí ústavu doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Odpovědný zpracovatel: Ing. Petr Daněk, Ph.D.
tel. 541147492, e-mail: danek.p@fce.vutbr.cz

Podklady:

- [1] ČSN EN 206-1 – Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení
- [2] ČSN 73 1317 - Stanovení pevnosti betonu v tlaku
- [3] ČSN EN 12504-1 – Zkoušení betonu v konstrukcích, část 1: Vývrty
- [4] ČSN EN 12390-3 – Pevnosti v tlaku zkušebních těles
- [5] ČSN ISO 13822 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
- [6] ČSN EN 13791 – Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích
- [7] ČSN 730038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení

Použitá zařízení:

- digitální posuvné měřidlo 200mm, Mitutoyo, výr. č. 04025517
- laboratorní váhy Sartorius (váživost 30 kg, citlivost 0,01 g),
- zkušební lis FORM TEST, ověřen střediskem kalibrační služby AKL 2230 pod kalibračním listem č. 2853-1-17 dne 1.11.2017.

Popis:

Na základě objednávky 180303 společnosti Bestex, spol. s r.o., byly pracovníky zhotovitele prováděny laboratorní zkoušky na objednatelem dodaných jádrových vývrtech stropních desek Beskydského divadla v Novém Jičíně.

Celkem bylo objednatelem dne 30.3.2018 předáno do laboratoří zhotovitele 6 ks jádrových vývrtů stropních desek Beskydského divadla v Novém Jičíně. Označení vývrtu a z něj vyrobených zkušebních těles je přebráno od objednatele.

Z dodaných vývrtů bylo v laboratořích zhotovitele připraveno 8 zkušebních válcových těles, na kterých byly prováděny zkoušky válcové pevnosti betonu v tlaku a objemové hmotnosti.

Tělesa byla vyráběna řezáním na diamantové okružní pile za stálého chlazení vodou. Podstavy válců zkušebních těles byly zabroušeny korundovým práškem na rovinné kovové desce. Ve smyslu ČSN EN 12504-1 [3] byl pro tvar zkušebních těles zvolen poměr mezi délkou vzorku a výškou (štíhlostní součinitel λ) o hodnotě 1,0. Výsledné pevnosti takto připravených zkušebních válců jsou pak považovány za hodnoty krychelné pevnosti betonu v tlaku.

Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku bylo provedeno dle ČSN EN 13791 [6]. Výsledky jednotlivých zkoušek jsou zařazeny v tabulkách 1 a 2.

Závěr:

- **Objemové hmotnosti zatvrdlého betonu** odebraných vývrtů zjištěné měřením a vážením těles pravidelných tvarů (zkušebních válců) jsou souhrnně uvedeny v Tab. A. Jednotlivé výsledky jsou v tabulce 1.2.

Tab. A – Souhrnná tabulka objemových hmotností posuzovaných betonů

hodnocený beton	Objemová hmotnost ρ [kgm ⁻³]			
	Interval hodnot		Průměr	Počet vzorků
	Min.	Max.		
Deska nad 2.NP – nosná deska	2250	2290	2270	2
Deska nad 3.NP – nosná deska	2050	2120	2100	4
Deska nad 2.NP – podlaha	-	-	2070	1
Deska nad 3.NP – podlaha	-	-	2130	1

- **Krychelná pevnost zatvrdlého betonu v tlaku $f_{c,cube}$** odebraného jádrového vývrtu byla ve smyslu ČSN EN 12504-1 [3] stanovena na válcových zkušebních tělesech při poměru mezi délkou vzorku a výškou (štíhlostní součinitel λ) o hodnotě 1,0. Výsledné pevnosti takto připravených zkušebních válců jsou považovány za hodnoty krychelné pevnosti betonu v tlaku. Jednotlivé výsledky jsou v tabulce 1.2. V následující Tab. B jsou uvedeny souhrnné výsledky.

Tab. B – Souhrnná tabulka krychelných pevností posuzovaných betonů

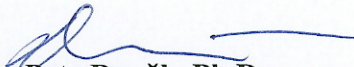
hodnocený beton	Krychelná pevnost $f_{c,cube}$ [N.mm ⁻²]				
	Interval hodnot		Sm. odch.	Průměr	Počet vzorků
	Min.	Max.			
Deska nad 2.NP – nosná deska	30,1	39,4	4,7	34,8	2
Deska nad 3.NP – nosná deska	27,8	32,8	3,2	28,9	4
Deska nad 2.NP – podlaha	-	-	-	17,3	1
Deska nad 3.NP – podlaha	-	-	-	23,0	1

- **Posouzení charakteristické pevnosti betonu v tlaku** bylo provedeno dle ČSN ISO 13822 [5] a ČSN 730038 [7]. Vyhodnocení charakteristické pevnosti betonu v tlaku a zařazení do pevnostní třídy je uvedeno v následující tabulce C.

Tab. C – Souhrnná tabulka hodnocení charakteristické pevnosti a pevnostní třídy

hodnocený beton	$f_{ck, is, cube}$ [MPa]	Pevnostní třída
		ČSN EN 206 ČSN 730038, tab. 6.1
Deska nad 2.NP – nosná deska	25,4	C20/25
Deska nad 3.NP – nosná deska	23,0	C16/20

V Brně, 10.4. 2018


Ing. Petr Daněk, Ph.D.
odpovědný zpracovatel

Tab. 1.1 - Seznam vzorků, Beskydské divadlo Nový Jičín

Seznam odebraných vzorků a vyrobených zkušebních těles - betony									
Odebraný vzorek									
konstrukce	ozn.	průměr [mm]	délka [mm]	ozn.	délka [mm]	provedená zkouška	poznámka		
vývrt průměru 100 mm ze stropní desky nad 2. NP - nosná deska	V1c	100	180	V1c	94.5	obj. hmotnost, tlak			
vývrt průměru 100 mm ze stropní desky nad 2. NP - nosná deska	V3b	100	155	V3b	98.6	obj. hmotnost, tlak			
vývrt průměru 100 mm ze stropní desky nad 2. NP - podlaha	V3a	100	115	V3a	97.2	obj. hmotnost, tlak			
vývrt průměru 100 mm ze stropní desky nad 3. NP - nosná deska	V4b	100	220	V4b 1 V4b 2	99.3 98.1	obj. hmotnost, tlak obj. hmotnost, tlak			
vývrt průměru 100 mm ze stropní desky nad 3. NP - nosná deska	V5b	100	120	V5b	91.7	obj. hmotnost, tlak			
vývrt průměru 100 mm ze stropní desky nad 3. NP - nosná deska	V6b	100	100	V6b	98.1	obj. hmotnost, tlak			
vývrt průměru 100 mm ze stropní desky nad 3. NP - podlaha	V5a	100	220	V5a	97.6	obj. hmotnost, tlak			

Tab. 1.2 - Pevnost betonu v tlaku, Beskydské divadlo Nový Jičín

Pevnost betonu v tlaku - ČSN EN 12504, ČSN EN 12390												
označení vzorku	zkoušen dne	rozměry [mm]		šťřílost λ	hmotnost [g]	F [kN]	objem. hm [kgm ⁻³]		cube cyl	f _c [N/mm ²]		
		d	l				jedn.	prům.		jedn.	prům.	
V1c	6.4.18	97.9	94.5	0.96	1631.4	297.1	2290		cube	39.4	34.8	
V3b	6.4.18	98.1	98.6	1.00	1675.3	227.4	2250	2270	cube	30.1	(4.7)*	
V3a	6.4.18	98.2	97.2	0.99	1524.0	131.0	2070	2070	cube	17.3	17.3	
V4b_1	6.4.18	98.0	99.3	1.01	1533.1	183.0	2050		cube	24.3		
V4b_2	6.4.18	98.0	98.1	1.00	1550.6	231.0	2100	2100	cube	30.7	28.9	
V5b	6.4.18	98.1	91.7	0.93	1464.1	248.0	2110		cube	32.8	(3.2)*	
V6b	6.4.18	98.1	98.1	1.00	1575.2	210.0	2120		cube	27.8		
V5a	6.4.18	97.8	97.6	1.00	1559.3	173.0	2130	2130	cube	23.0	23.0	

()* - směrodatná odchylka

Tab. 1.3 - Statistické vyhodnocení betonů , Beskydské divadlo Nový Jičín

Statistické hodnocení zkoušek - ČSN 730038			
Veličina	Jednotka	Hodnocený celek	
		stropní deska nad 2. NP - nosná deska	stropní deska nad 3. NP - nosná deska
Střední hodnota $f_{c,cube}$	[MPa]	34.8	28.9
Směrodatná odchylna s_x	[MPa]	4.7	3.2
počet vzorků n	-	2	4
Souč. odhadu 5% kvantilu k_n	-	2.010	1.830
Variační součinitel V_x (v)	[%]	13.5	11.1
v_{max} dle ČSN 73 2011	[%]	16.0	16.0
Hodnocení stejnorodosti dle ČSN 73 2011		stejnorodý	stejnorodý
Char. pevnost betonu v tlaku $f_{ck,cube}$	[MPa]	25.4	23.0
Třída betonu ČSN EN 206-1		C20/25	C16/20
Třída betonu ČSN 73 1201, 1986		B 25	B 20
Značka betonu ČSN 73 6206, 1971		250	250
Druh betonu ČSN 1090, 1931		f	f

BESTEX, spol. s r. o.

INŽENÝRSKÁ A PROJEKČNÍ KANCELÁŘ

průzkumy, projekce, expertizy, provádění staveb

Křenová 42, 602 00 Brno

Kancelář Rybnická 21, 634 00 Brno

T - Z: 543 215 237

PŘÍLOHA Č. 03

**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM
PORUŠENÉ ČÁSTI PŘÍSTAVBY**

Beskydské divadlo Nový Jičín

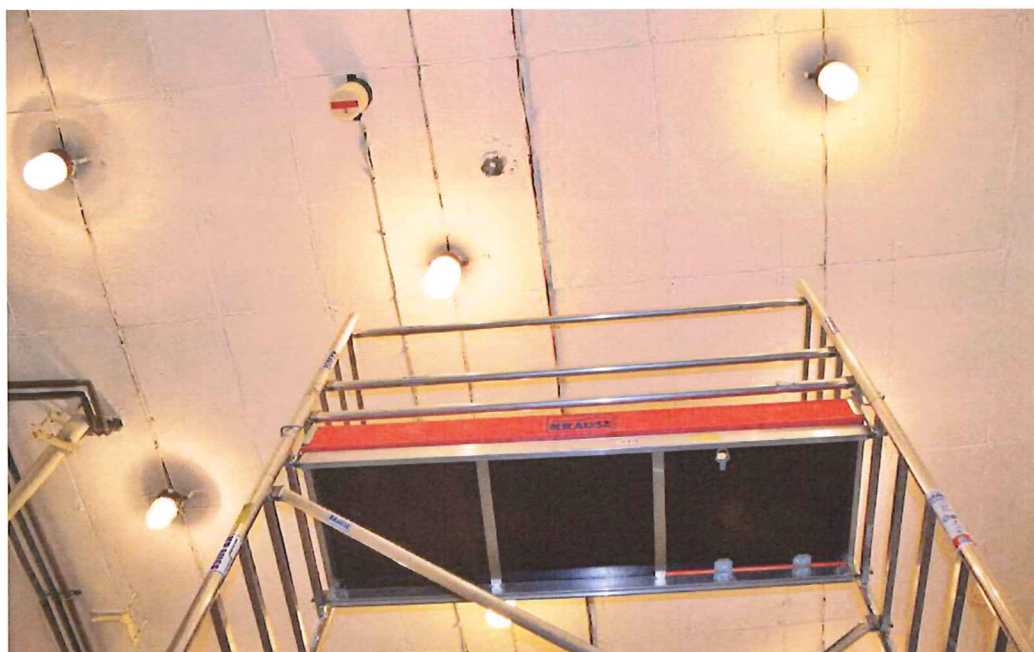
Zpráva o průzkumu vyztužení železobetonových stropních konstrukcí – Beskydské divadlo Nový Jičín

zpráva č. HS12854033L; VUT v Brně, FAST, AdMaS

(56x A4)

HS12854033L

Zpráva o průzkumu vyztužení železobetonových stropních konstrukcí – Beskydské divadlo Nový Jičín



doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D.
Odpovědný řešitel zakázky
smluvního výzkumu

V Brně, dne 10. 4. 2018



doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí profitcentra SZK

Počet vyhotovení: 5

Vyhotovení číslo:

OBSAH

1.	ÚVODNÍ ČÁST	3
2.	PŘEDMĚT ŘEŠENÍ	5
3.	VÝSLEDKY MĚŘENÍ IN SITU	7
	3.1 Deska nad 2.NP	7
	3.2 deska nad 3.NP	22
	3.3 Deska nad 4.NP	41
	3.4 Lokalizace výztuže pro odběr jádrových vývrtů	55
4.	ZÁVĚR	56

1. ÚVODNÍ ČÁST

1.1 Údaje o zpracovateli

Řešitelská organizace:	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební Veveří 331/95, 602 00 Brno IČO: 00216305 DIČ: CZ00216305
Pracoviště řešitele:	Centrum AdMaS Výzkumná skupina KDS Profitcentrum SZK (12536) Purkyňova 139, 612 00 Brno
Vedoucí profitcentra:	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Odpovědný řešitel:	doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D., autorizovaný inženýr pro zkoušení a diagnostiku staveb +420 603 769 194 petr.cikrle@vutbr.cz
Odborná spolupráce:	Ing. Ondřej Anton, Ph.D. Ing. Věra Heřmánková, Ph.D.

1.2 Údaje o objednateli

Objednatel:	BESTEX, spol. s r.o. Křenová 42 602 00 Brno IČ: 155 462 33 DIČ: CZ 155 462 33
Zástupce objednatele:	Ing. Pavel Krůpa
Objednávka:	Písemná objednávka č. 180301 ze dne 21. 3. 2018.
Předmět řešení:	Provedení průzkumu vyztužení železobetonových stropů v Beskydském divadle, Nový Jičín, v rozsahu cca 17 zkušebních míst ve 2., 3. a 4. NP. Ověření rastru výztuže v obou směrech, určení spodní i horní výztuže desky. Určení míst pro jádrové vývrty. Použité metody budou v maximální míře nedestruktivní, ověření profilů bude provedeno lokálními sekanými sondami. Zpracování textové zprávy v množství 4 paré.

2 METODIKA PRŮZKUMU

2.1 Metoda georadaru - georadar Hilti PS1000

Georadar (v anglofonní oblasti GPR – ground penetrating radar) je metoda založená na principu vysílání vysokofrekvenčních elektromagnetických pulzů (frekvence řádově stovky MHz až jednotky GHz) do zkoumaného prostředí a na následné registraci jejich odrazů od překážek. Dosah georadaru dle prostředí činí až 15 m. Metoda je dnes již standardně využívána k lokalizaci nehomogenit v zemním prostředí (archeologické průzkumy, vyhledávání polohy potrubí apod.), dále k lokalizaci dutin za stěnami a ostěním tunelů, chodeb a stok a v poslední době je metoda využívána pro lokalizaci ocelové výztuže a dalších nehomogenit v betonu při diagnostice železobetonových konstrukcí.

Zatímco ve světě, především v USA, patří georadar ke standardně používaným diagnostickým metodám, a na toto téma se pořádají specializované odborné konference, v České republice není metoda GPR ve stavebnictví zatím příliš rozšířená a odbornou veřejností dostatečně akceptovaná. Lze konstatovat, že příčina spočívá nejspíše ve faktu, že donedávna používané aparatury se vyznačovaly komplikovaností, zdlouhavostí měření, a vyhodnocení měření vyžadovalo značnou odbornou erudovanost obsluhy.

Přelomem ve využívání principu georadaru při stavebně technických průzkumech se stal přístroj **PS 1000** firmy Hilti – viz obr. 2.1.



Obr. 2.1: Sonda přístroje Hilti PS1000, na displeji patrná poloha detekované výztuže v půdorysném schématu i řezech ve dvou, na sebe kolmých rovinách

Jak konstrukce zařízení, tak používaný software, jsou přímo určeny pro diagnostiku železobetonu, s předpokládanou možností určit jak polohu ocelových výztuží, tak dalších případných nehomogenit v prvcích betonových konstrukcí. Na rozdíl od klasických georadarů je sonda, určená k pohybu po povrchu konstrukce relativně malá, a pro dokonalé určení polohy i několika objektů ležících nad sebou je osazena trojicí antén. Vzhledem k tomu, že na volbě vysílací frekvence závisí jednak hloubkový dosah zařízení, jednak minimální velikost detekovatelného objektu zvolil výrobce řešení, umožňující detekci objektů s následující přesností:

Hloubka detekce	do 300 mm
Přesnost lokalizace	± 10 mm
Přesnost určení hloubky	± 10 mm

Pohybem koleček vozíku sondy je detekován a zaznamenáván její pohyb po povrchu konstrukce. Připojený software poté přímo vytváří na monitoru jak sondy, tak později v počítači nebo dodaném monitoru, přímo vykreslení polohy zachycených objektů, a to buď jako 2D zobrazení (půdorys skenované plochy + řezy ve dvou, na sebe kolmých rovinách), nebo přímo 3D zobrazení skladby zjištěných objektů ve zkoumané části konstrukce).

V praxi lze použít buď jednodušší liniový sken (pohyb sondy jen v jednom směru, zde je použití do jisté míry analogické k užívání magnetického indikátoru výztuže), nebo lze užít plošný sken, kdy sondou pohybujeme po povrchu konstrukce v předem nastaveném rastru buď na ploše 600 x 600 mm, nebo 1200 x 1200 mm.

Nevýhodou principu georadaru je fakt, že v případě lokalizace ocelové výztuže není zařízení schopné určit průměr lokalizované výztuže, ten je třeba stanovit užitím některé alternativní zkušební metody.

Lze konstatovat, že zařízení Hilti PS1000 je v současnosti ve své kategorii absolutní špičkou v oboru.

2.2 Elektromagnetický indikátor výztuže Profometer PM-630

Šestá generace přístrojů Profometer PM-6 (typ 600, 630, 650) se od předchozích typů výrazně odlišuje. Přístroj Profometer PM-630 (obr. 2.2) využívá moderní dotykový displej umožňující okamžité zobrazení průběhu měření, což přispívá ke kontrole postupu měření v reálném čase.

Sonda je integrovaná (bodová, směrová, hloubková i průměrová), lze ji snadno vložit do rámečku (měřiče dráhy) se čtyřmi kolečky. Kromě tradiční zvukové signalizace je přímo na sondě i světelná signalizace – dvě šipky a kruh, která usnadňuje lokalizaci výztuže i v náročných podmínkách stavby.



Obr. 2.2: Profometer PM-630 s dotykovým displejem a integrovanou sondou

Největší výhodou metody elektromagnetických indikátorů je její čistě nedestruktivní charakter, navíc bez působení škodlivého záření. Na druhou stranu má ovšem i určitá omezení. Příklad PM-630 je uzpůsoben k:

- Stanovení množství a polohy výztuže při průzkumu existujících železobetonových konstrukcí, od nichž nejsou k dispozici výkresy.
- Kontrole kvality nově prováděných konstrukcí, zejména z hlediska dodržení předepsané krycí vrstvy betonu.
- Odhadu průměru výztuže (při dodržení určitých podmínek – hloubka do 50 mm, dodržení vzdálenosti sousední výztuže, a to i ve druhém směru).

2.3 Sekané sondy

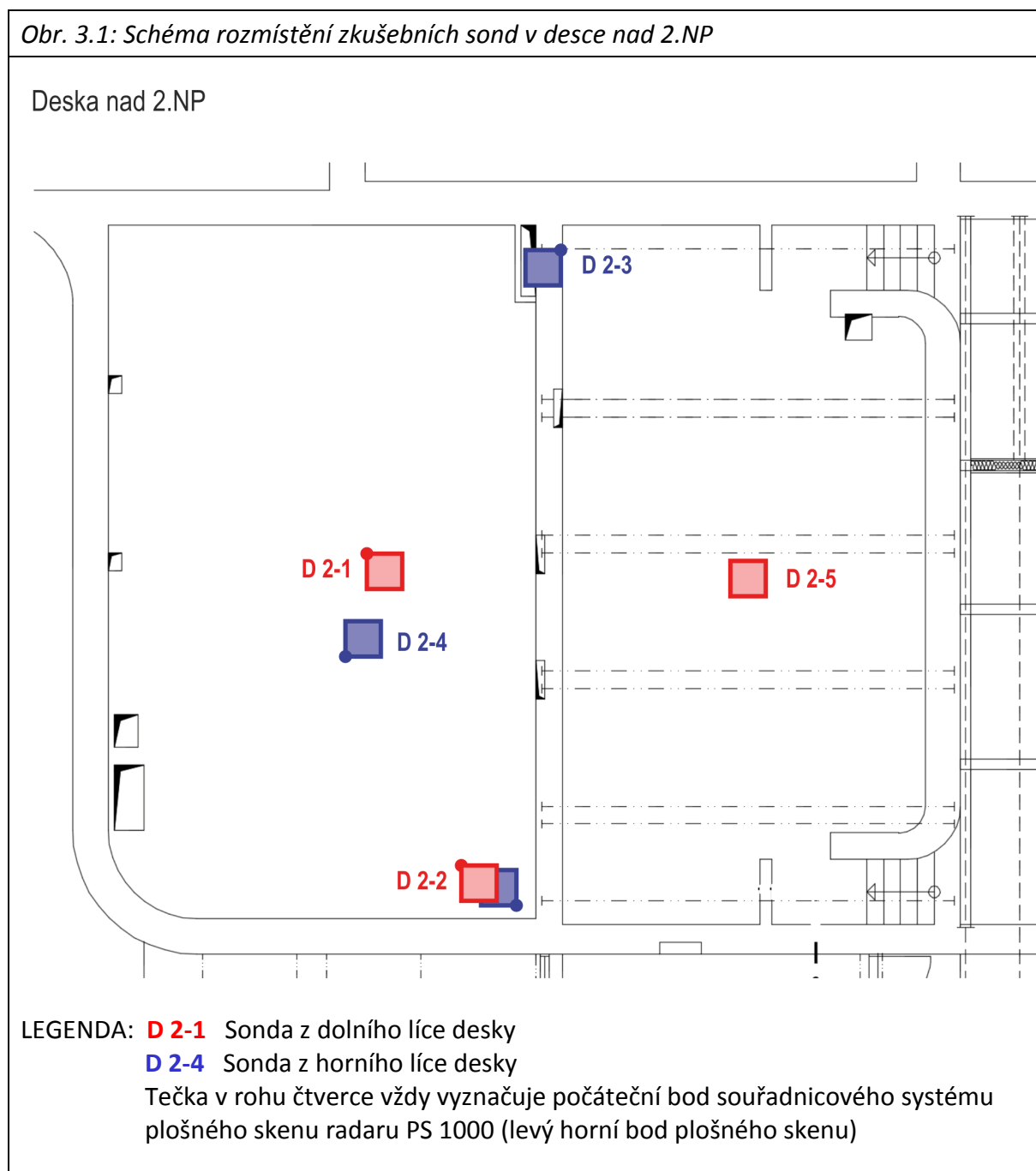
Vzhledem k omezení obou výše uvedených metod, které spočívá zejména v nemožnosti určit typ jednotlivých výztuží, jsou obvykle provedeny cílené sekané sondy k vybraným výztužím, s cílem zjištění druhu výztuže, míry koroze a upřesnění odhadnutého průměru výztuže. Sekané sondy se provádějí pouze v nezbytně nutném rozsahu, např. pouze u jednoho ze skupiny stejných prvků, zatímco u ostatních se výztuž ověřuje pouze nedestruktivně.


3. VÝSTUPY MĚŘENÍ

3.1 Deska nad 2.NP

V desce nad 2.NP byly vybrány 3 zkušební místa pro plošné skenování výztuže z dolního povrchu desky a 3 zkušební místa pro zjištění množství výztuže z horního povrchu desky. Zkušební místa jsou znázorněna na schématu rozmístění na následujícím obr. 3.1.

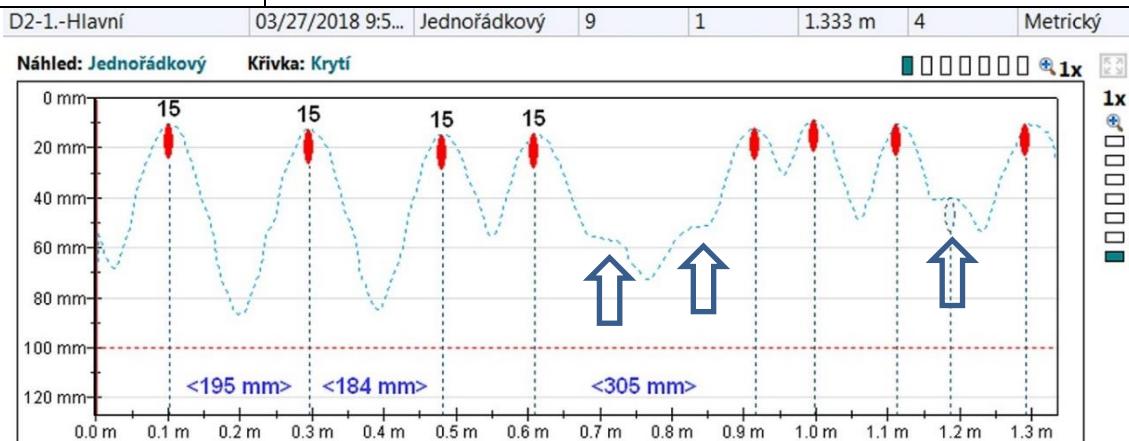
Obr. 3.1: Schéma rozmístění zkušebních sond v desce nad 2.NP



Zkušební místo	D2 - 1	Deska nad 2.NP	z dolní strany desky
<i>Zadání: strop: sken dolní výztuže + sekaná sonda</i>			
			
Předpoklad dle výkresové dokumentace:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 14 á 165 mm	Dolní	φ E 8 á 250 mm
Horní	svařovaná síť 5/150 x 5/150	Horní	φ E 8 á 250 mm + svařovaná síť 5/150 x 5/150

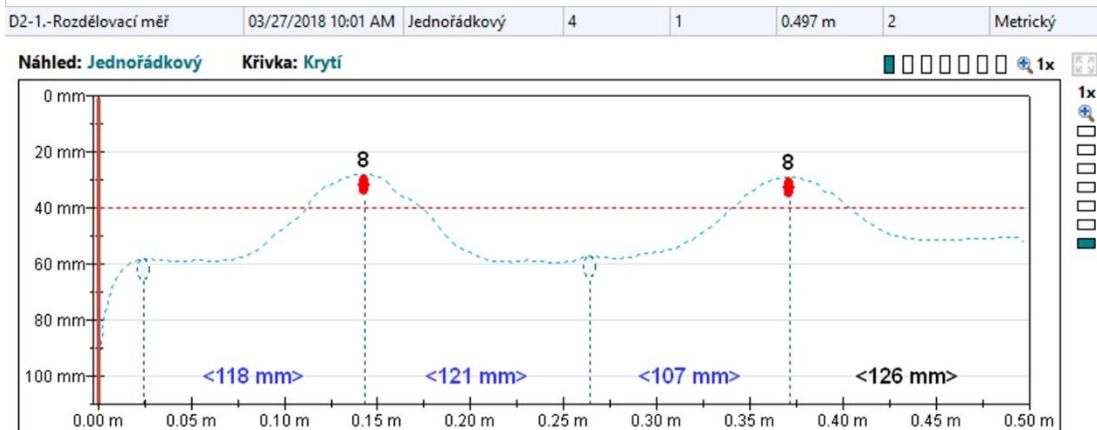
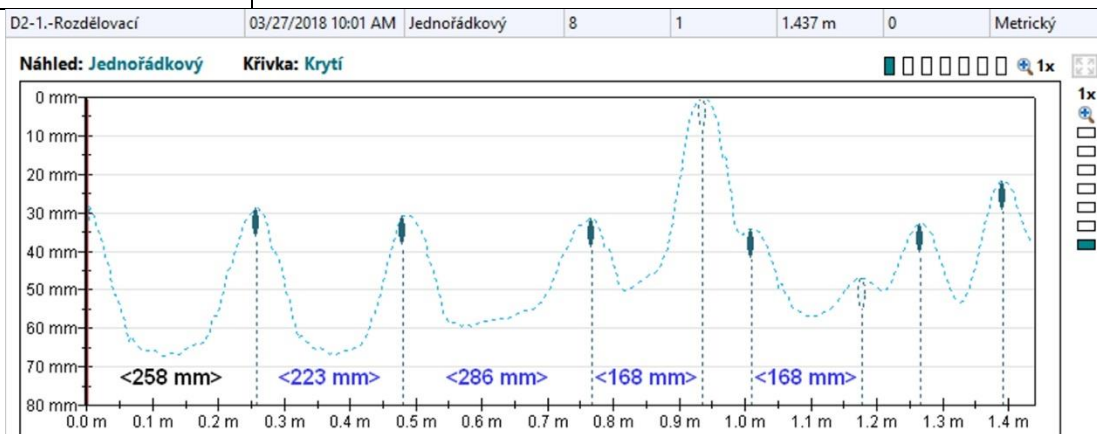
PROFOMETER PM-630:

Hlavní výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž – cca 3, m od střední stěny



Liniový sken hlavní výztuže v sondě D2-1 zdola. Na skenu je zachycena částečně nepravidelně rozmístěná výztuž, průměrná rozteč vlevo 180 mm, vpravo 80 mm, krytí 10–15 mm. Odhad průměru \varnothing 15 mm (upřesněn jako \varnothing V 14 mm). V pravé části se několik prutů zřejmě nachází ve větší hloubce (šipky), viz též radarový sken provedený právě zde.

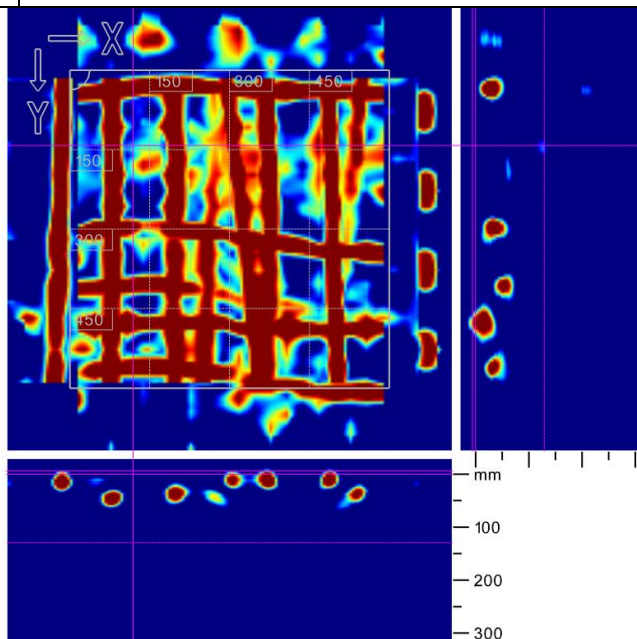
Rozdělovací výztuž: 2x linie přes rozdělovací výztuž – cca 2,5 až 4,0 m od střední stěny



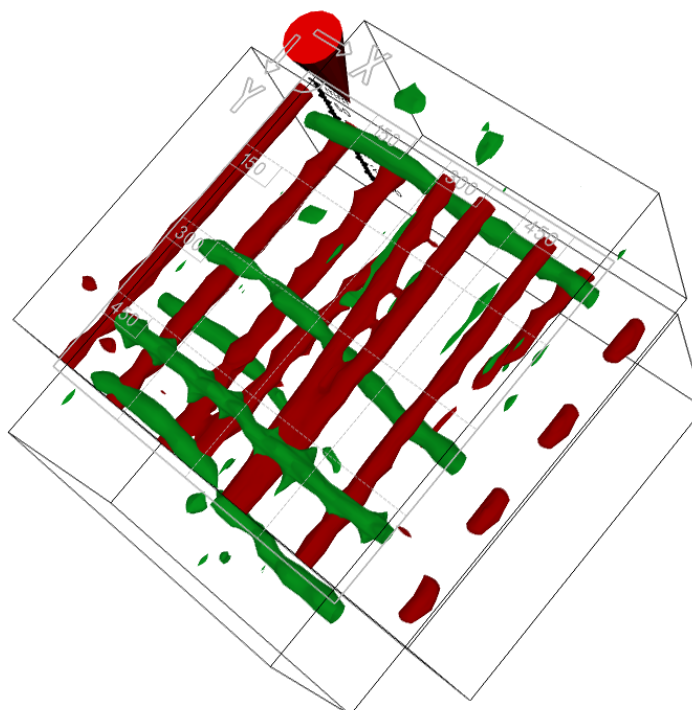
Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D2-1 zdola. Na skenu je rozdělovací výztuž, rozteč v průměru cca 240 mm, krytí 22–35 mm. Echo těsně pod povrchem náleží kovové distanční podložce. Na dolním skenu změřen průměr, který ve skutečnosti byl \varnothing T 6 mm.

RADAR PS 1000:

Výztuž: 1x plocha – vztažný bod 2850 mm od střední stěny



Plošný radarový sken formátu 600 x 600 mm v místě sondy D2-1 zespodu desky. Na skenu je zachycena následující výztuž: hlavní (svisle) – velmi nepravidelně rozmístěné pruty s průměrnou roztečí 80 mm a krytím 10–40 mm, rozdělovací – velmi nepravidelně rozmístěné pruty s průměrnou roztečí 105 mm a krytím 30–45 mm.



Sken z předchozího obrázku v provedení 3D – zde je dobře patrný průběh výztuží, nepravidelnost rozmístění a krytí. Rozdělovací výztuž se zde proplétá částečně nad a částečně pod hlavní výztuží, která je v tomto místě zahuštěna.


Sekaná sonda: D2-1



Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ V 14 (10425), krytí 18 mm	Dolní	φ T 6 (10338), krytí 32 mm

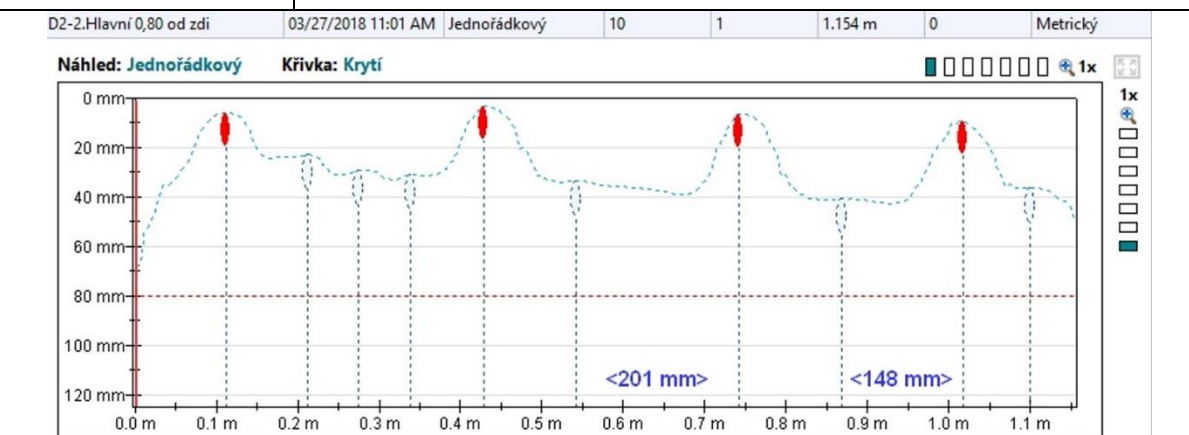
Sekanou sondou byl ověřen průměr a druh výztuže, přičemž ani jeden z parametrů neodpovídal projektové dokumentaci. Použití \emptyset V 14 místo \emptyset J 14 je na stranu bezpečnou, kompenzuje i případné zvětšení roztečí ze 165 mm na 180 mm, bráno v nezahuštěném místě.

Horní výztuž se ze spodního povrchu desky nepodařilo nalézt, částečně z důvodu husté výztuže při dolním povrchu, částečně díky poměrně dobré kvalitě betonu.

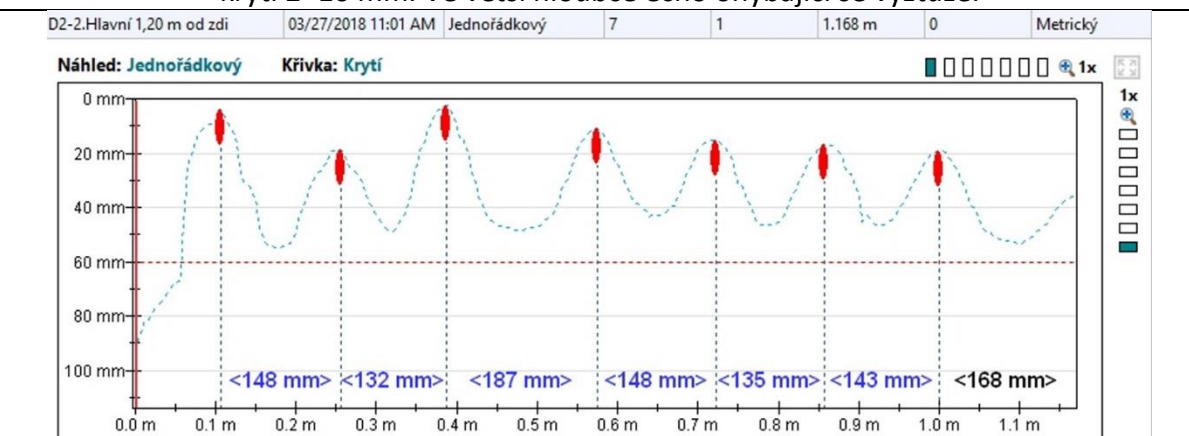
Zkušební místo	D2 - 2	Deska nad 2.NP	z dolní i horní strany desky
<i>Zadání: strop: sken horní výztuže i dolní výztuže</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	ϕ J 14 á 330 mm + ϕ J 14 á 330 mm přetažená z vedlejší desky do vzdálenosti cca 900 mm od zdi	Dolní	ϕ E 8 á 125 mm příložka do vzdálenosti cca 1200 mm od zdi
Horní	ϕ J 14 á 330 mm + ϕ J 14 á 330 mm ohyb ve vzdálenosti cca 1200 mm od zdi + ϕ J 14 á 330 mm ohyb přetažený z vedlejší desky do vzdálenosti cca 900 mm od zdi + svařovaná síť 5/150 x 5/150	Horní	ϕ E 8 á 125 mm příložka do vzdálenosti cca 1200 mm od zdi + svařovaná síť 5/150 x 5/150
			
Provádění plošného radarového skenu formátu 600 x 600 mm v místě sondy D2-2 zesponu desky. Měření provedeno v rohu místnosti, v jiných částech zavěšeno potrubí.			
(Empty space for additional notes or data)			

PROFOMETER PM-630:

Hlavní výztuž: 2x linie přes hlavní výztuž – 0,8 m a 1,2 m od střední stěny

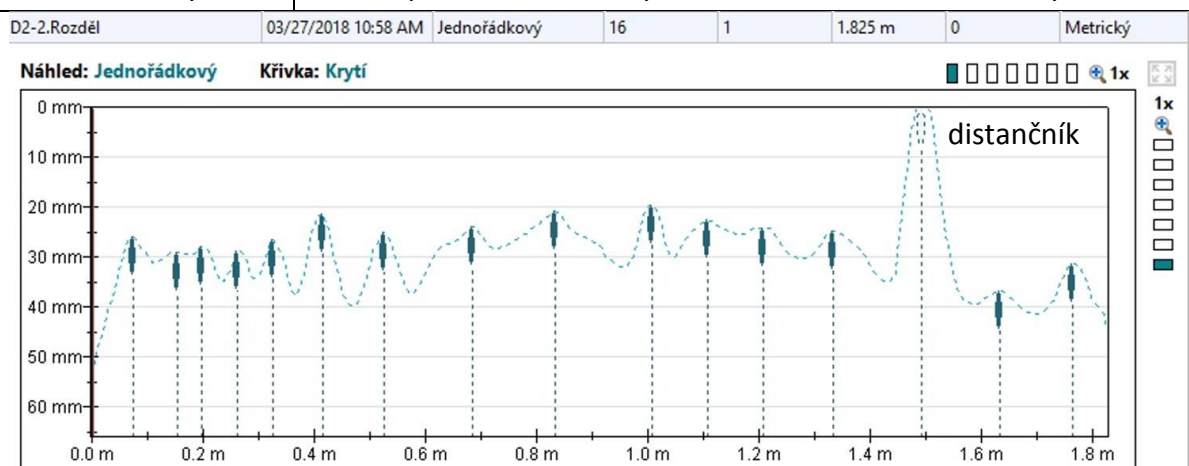


Liniový sken hlavní výztuže v sondě D2-2 zdola, cca 0,8 m od zdi. Hlavní výztuž á 300 mm, krytí 2–10 mm. Ve větší hloubce echo ohýbající se výztuže.

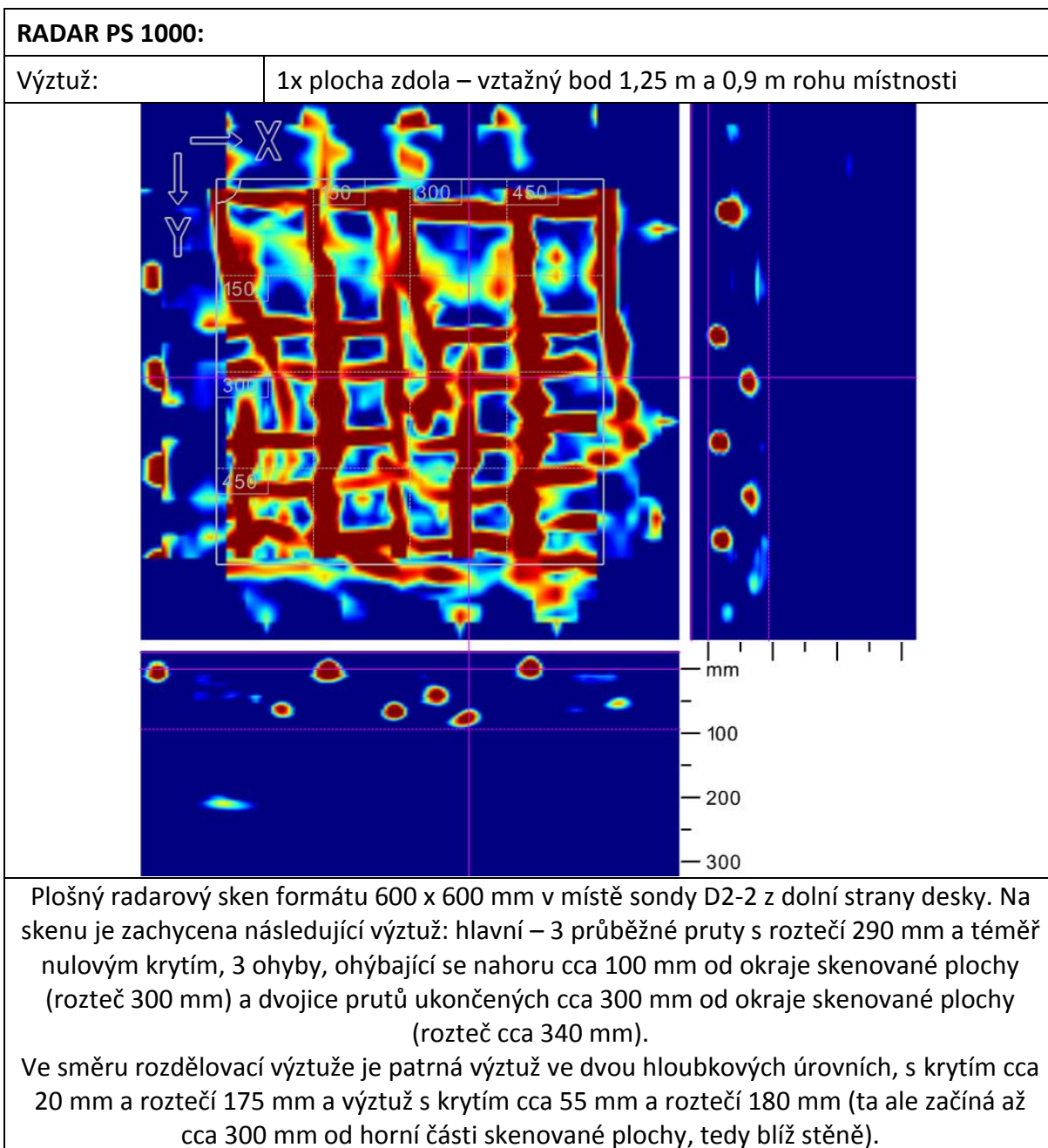


Liniový sken hlavní výztuže v sondě D2-2 zdola, cca 1,2 m od zdi. Hlavní výztuž á 150 mm, krytí 2–18 mm. Výztuž je zde zahuštěna o ohyby přicházející shora.

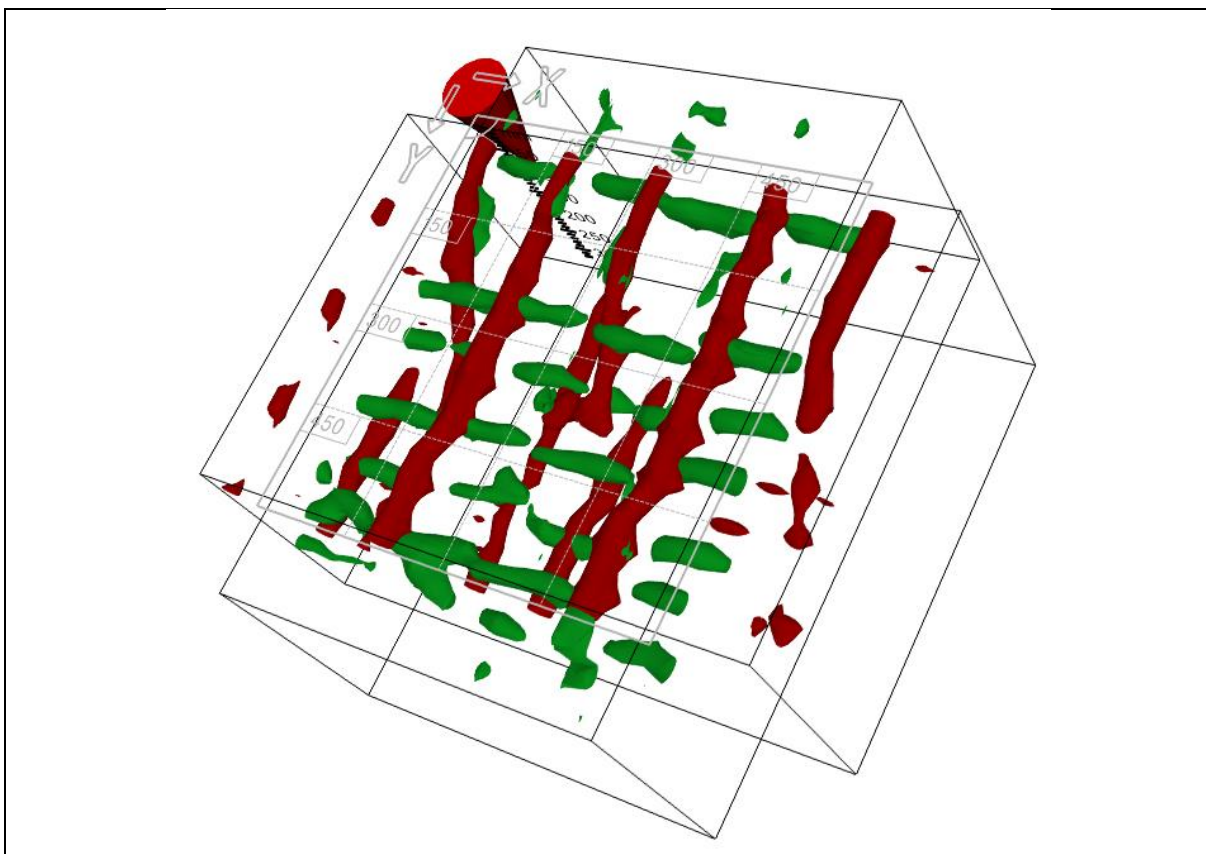
Rozdělovací výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž – směrem od střední stěny



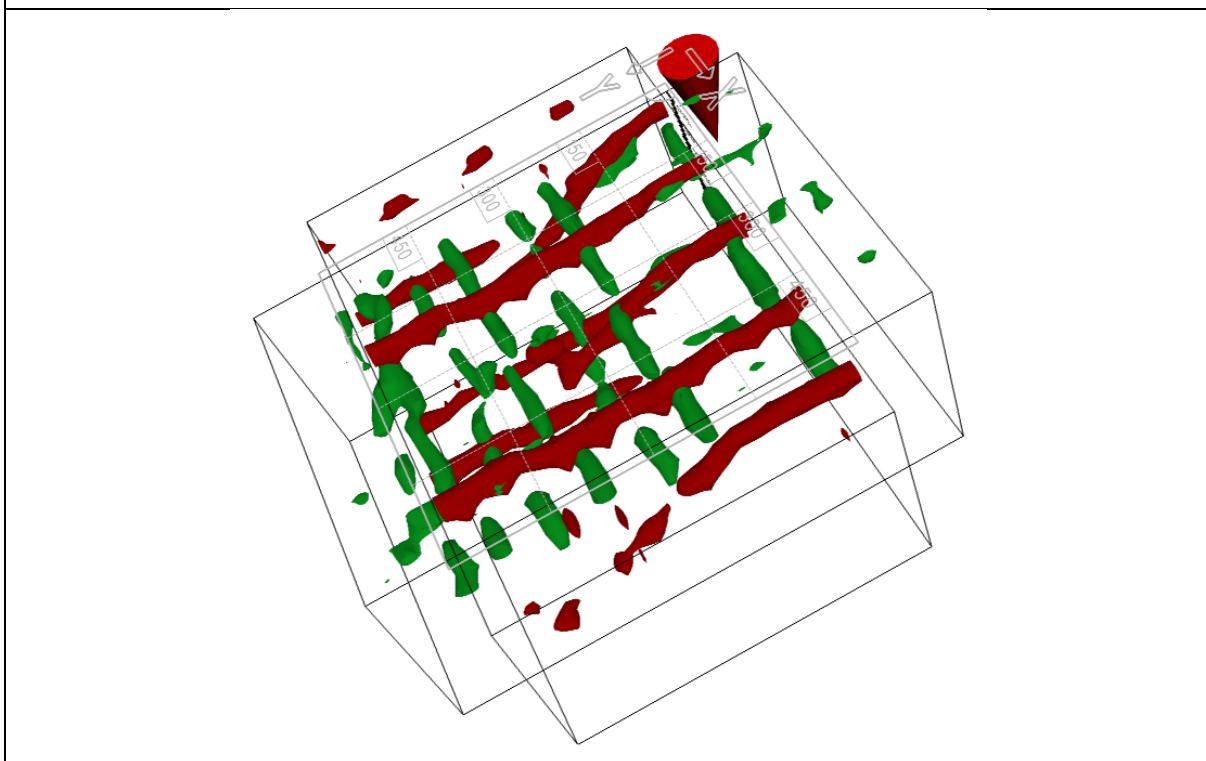
Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D2-2 zdola. Výztuž má krytí cca 20 až 35 mm, je poměrně zahuštěna, rozteče u stěny á 75 mm, směrem dál od stěny á 125 mm. Je možné, že nebyla zachycena veškerá výztuž ve větší hloubce – viz radarový sken.



Pro lepší názornost je na následujících obrázcích výztuž zobrazena ve 3D provedení ze dvou různých pohledů. Jsou zde lépe vidět ohyby výztuže ve vzdálenosti cca 1100 mm od stěny.



Sken z předchozího obrázku v provedení 3D, zde je dobře patrný průběh výztuží.



Sken z předchozího obrázku v provedení 3D, pootočený pohled na průběh výztuží.

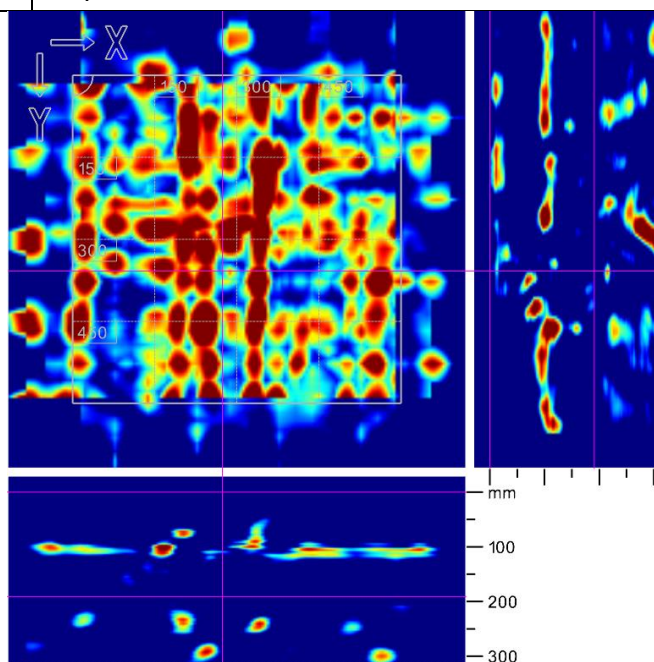
RADAR PS 1000:



Provádění plošného radarového skenu formátu 600 x 600 mm v místě sondy D2-2 shora. Měření provedeno ve stejném místě, jako předtím skenování dolní výztuže.

Výztuž:

1x plocha shora

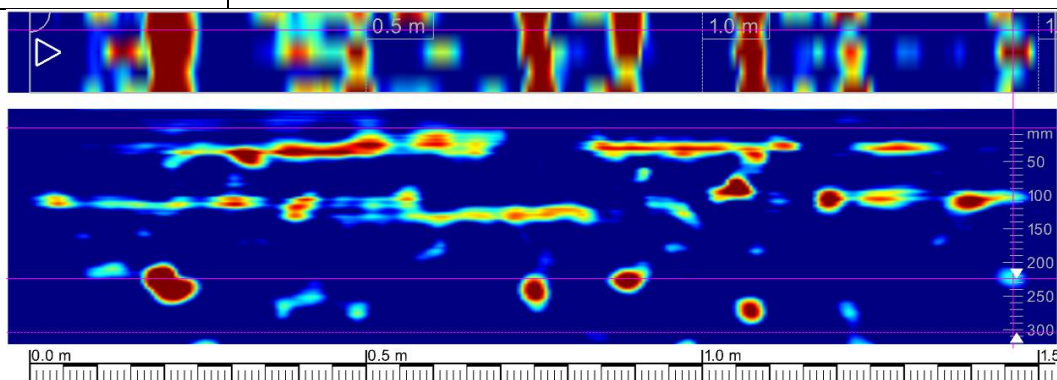


Plošný radarový sken formátu 600 x 600 mm v místě sondy D2-2 z horního povrchu podlahy. Na skenu veškerá výztuž zachycena velmi špatně, díky delaminaci podlahových vrstev od desky, nicméně v dolním řezu je v hlavním směru patrná výztuž pravidelně rozmístěná po cca 160 mm (krytí cca 220 mm od povrchu podlahy), a pod ní se nachází výztuž s průměrnou roztečí cca 320 mm (krytí od povrchu podlahy je cca 290 mm).

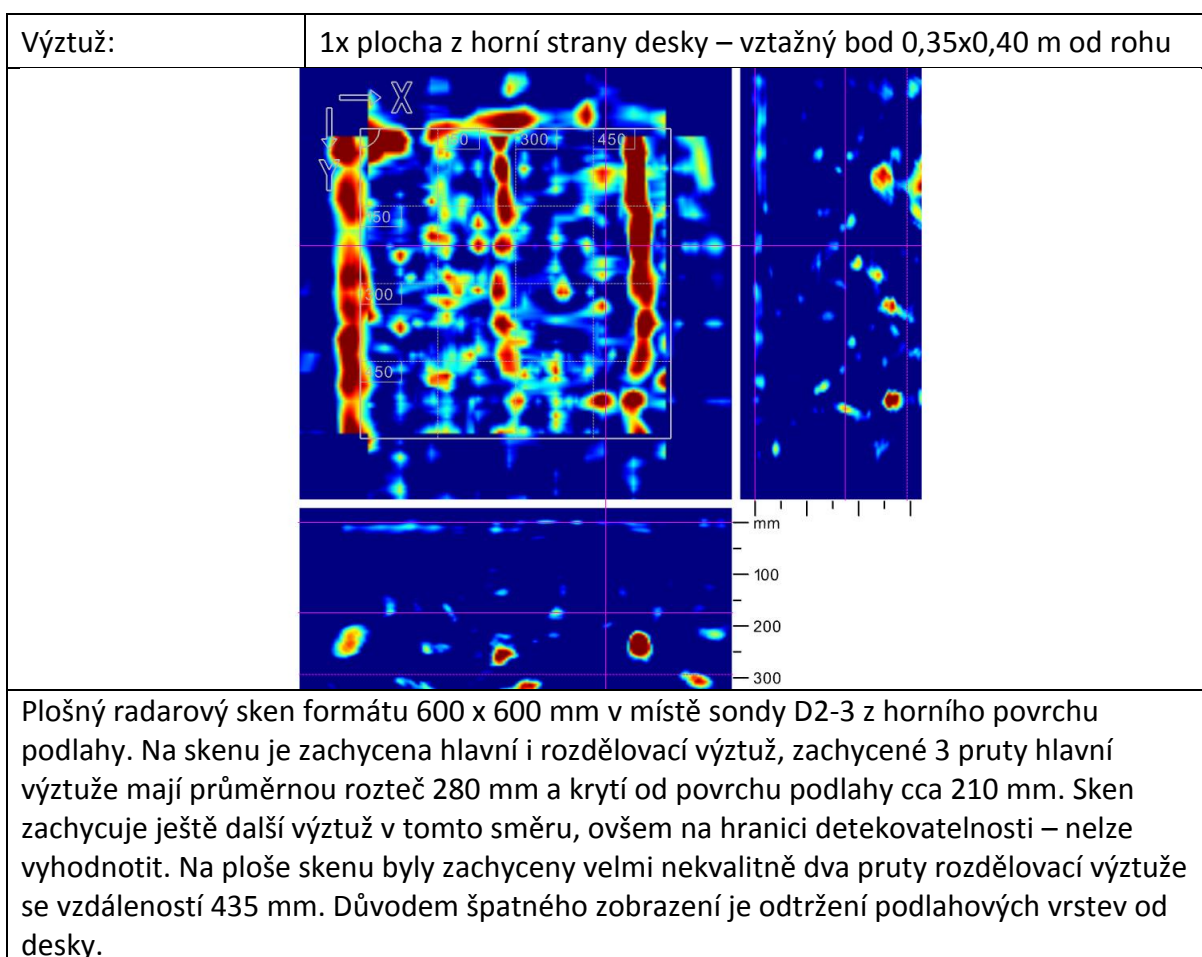
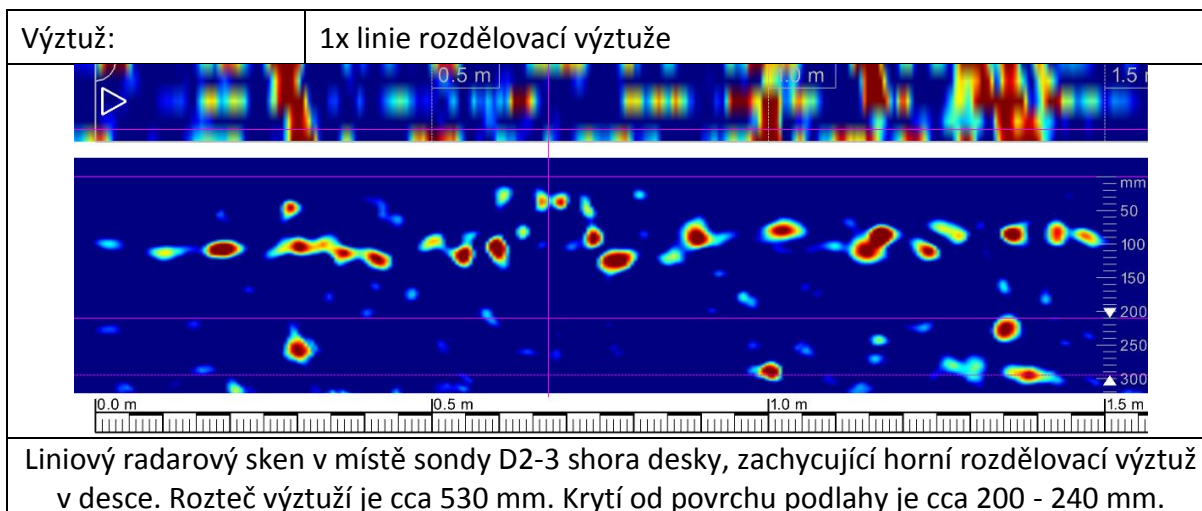
Zkušební místo	D2 - 3	Deska nad 2.NP	z horní strany desky
<i>Zadání: podlaha: sken horní výztuže</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	ϕ J 14 á 330 mm + ϕ J 14 á 330 mm přetažená z vedlejší desky do vzdálenosti cca 900 mm od zdi	Dolní	ϕ E 8 á 125 mm příložka do vzdálenosti cca 1200 mm od zdi
Horní	ϕ J 14 á 330 mm + ϕ J 14 á 330 mm ohyb ve vzdálenosti cca 1200 mm od zdi + ϕ J 14 á 330 mm ohyb přetažený z vedlejší desky do vzdálenosti cca 900 mm od zdi + svařovaná síť 5/150 x 5/150	Horní	ϕ E 8 á 125 mm příložka do vzdálenosti cca 1200 mm od zdi + svařovaná síť 5/150 x 5/150

RADAR PS 1000:

Výztuž: 1x linie hlavní výztuže



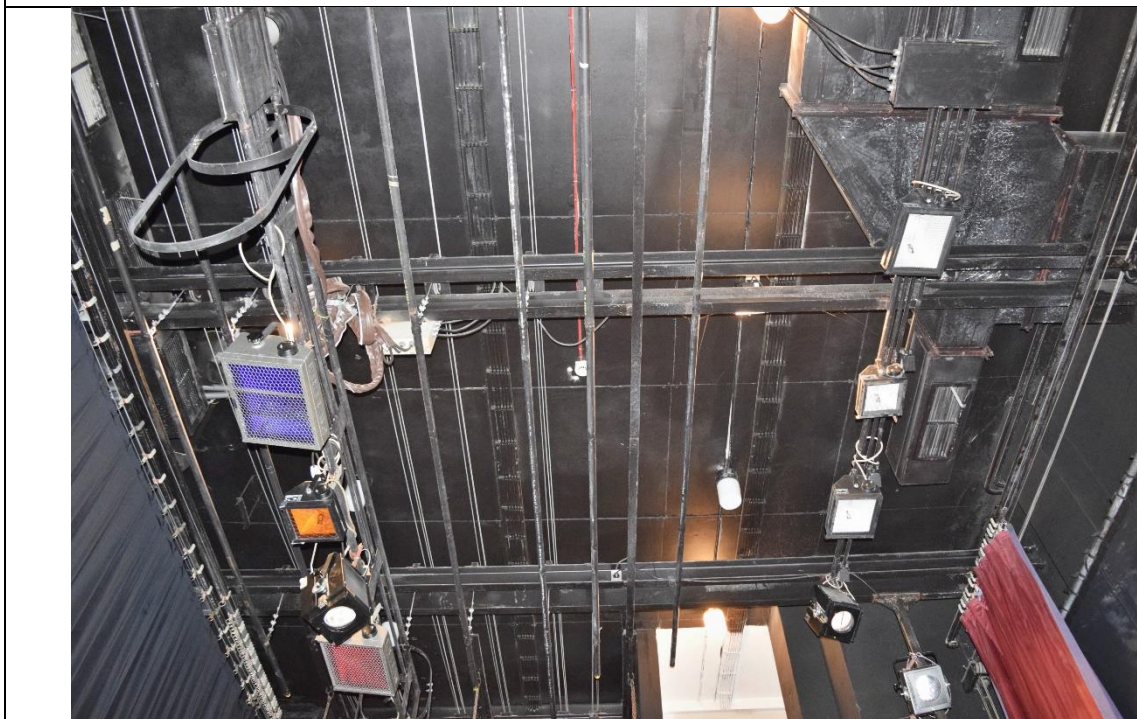
Liniový radarový sken v místě sondy D2-3 shora desky, zachycující horní hlavní výztuž v desce. Výztuž je zobrazena nekvalitně a pouze částečně díky dvojí delaminaci podlahových vrstev. Rozteče zachycených výztuží jsou v průměru cca 150 mm. Krytí od povrchu podlahy je cca 210 mm, bohužel, tento výstup je nutno pokládat za orientační.



Zkušební místo	D2 - 4	Deska nad 2.NP	z horní strany desky
<i>Zadání: podlaha: sken horní výztuže</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Horní	svařovaná síť 5/150 x 5/150	Horní	φ E 8 á 250 mm + svařovaná síť 5/150 x 5/150
RADAR PS 1000:			
Výztuž:	1x linie hlavní výztuže		
<p>Liniový radarový sken v místě sondy D2-4 shora desky, zachycující 3 pruty horní hlavní výztuže v desce. Rozteče výztuží jsou 460 a 240 mm, krytí od povrchu podlahy je cca 140 – 190 mm. Zobrazení výztuže není ideální díky delaminaci podlahových vrstev od povrchu desky. Svařovaná síť nebyla v desce zaznamenána.</p>			
Výztuž:	1x linie rozdělovací výztuže		
<p>Liniový radarový sken v místě sondy D2-4 shora desky zachycuje nepravidelně rozmístěnou rozdělovací výztuž v desce. Zobrazení výztuže není ideální díky delaminaci podlahových vrstev od povrchu desky. Rozteče 290 mm, 65 mm a 140 mm, krytí od povrchu podlahy 270 a 220 mm. Svařovaná síť nebyla v desce zaznamenána.</p>			

Zkušební místo	D2 - 5	Deska nad 2.NP	z dolní strany desky
----------------	--------	----------------	----------------------

Zadání: strop: sken dolní výztuže

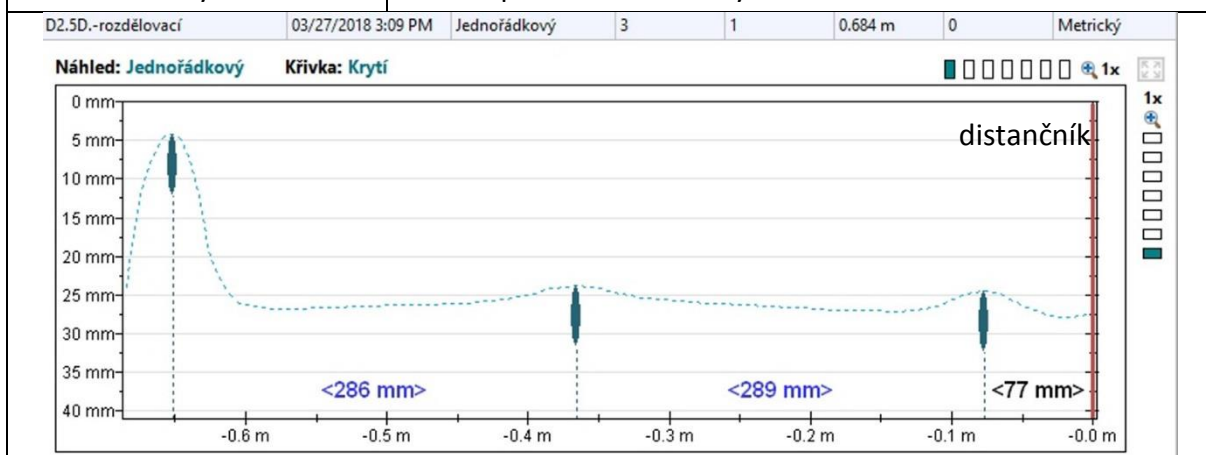


Dle výkresu:

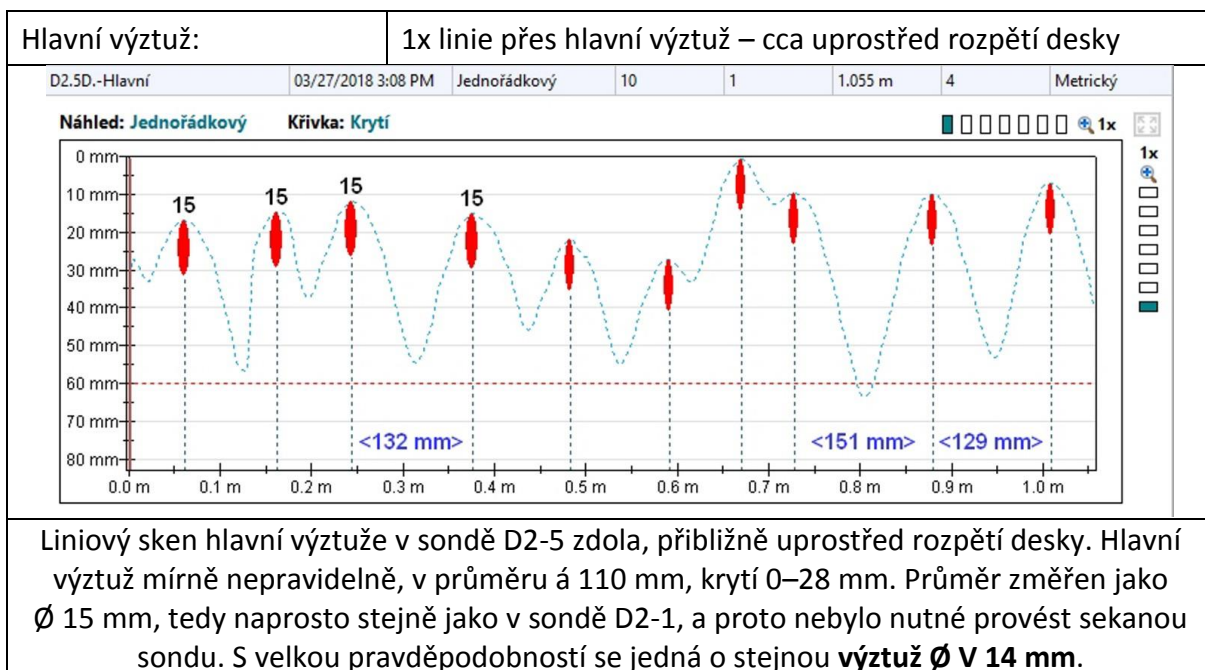
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 14 á 165 mm	Dolní	φ E 8 á 250 mm
Horní	svařovaná síť 5/150 x 5/150	Horní	φ E 8 á 250 mm + svařovaná síť 5/150 x 5/150

PROFOMETER PM-630:

Rozdělovací výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž



Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D2_5 zdola. Výztuž má krytí cca 25 mm, rozteče á 280 mm, průměr nebylo možné změřit (**pravděpodobně Ø T 6 mm** jako v sondě D2-1).

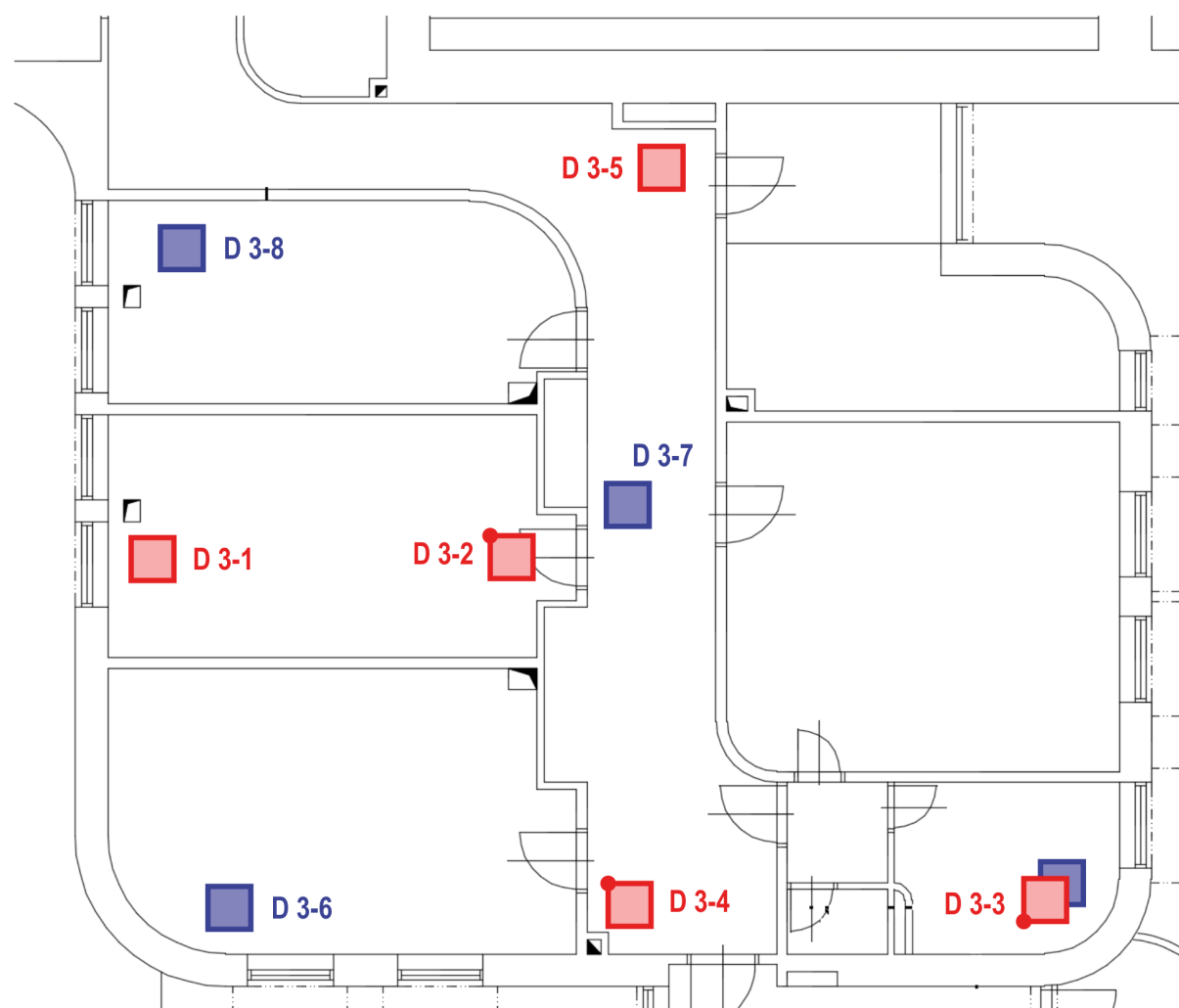


3.2 Deska nad 3.NP

V desce nad 3.NP byla vybrána 3 zkušební místa pro plošné a 2 zkušební místa pro liniové skenování výztuže z dolního povrchu desky, dále pak 4 zkušební místa pro zjištění množství výztuže z horního povrchu desky, opět liniovým skenováním. Zkušební místa jsou znázorněna na schématu rozmístění na následujícím obr 3.2.

Obr. 3.2: Schéma rozmístění zkušebních sond v desce nad 3.NP

Deska nad 3.NP

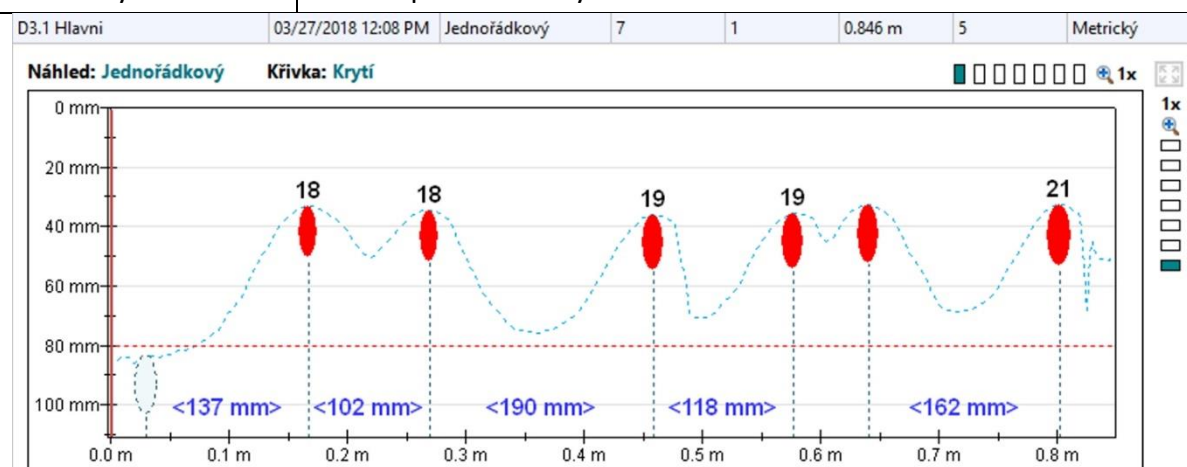


LEGENDA: **D 3-1** Sonda z dolního líce desky
D 3-6 Sonda z horního líce desky
Tečka v rohu čtverce vyznačuje počáteční bod souřadnicového systému plošného skenu radaru PS 1000 (levý horní bod plošného skenu)

Zkušební místo	D3 - 1	Deska nad 3.NP	z dolní strany desky
<i>Zadání: strop: sken dolní výztuže + sekaná sonda</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ J 20 á 165 mm	Horní	φ E 8 á 200 mm

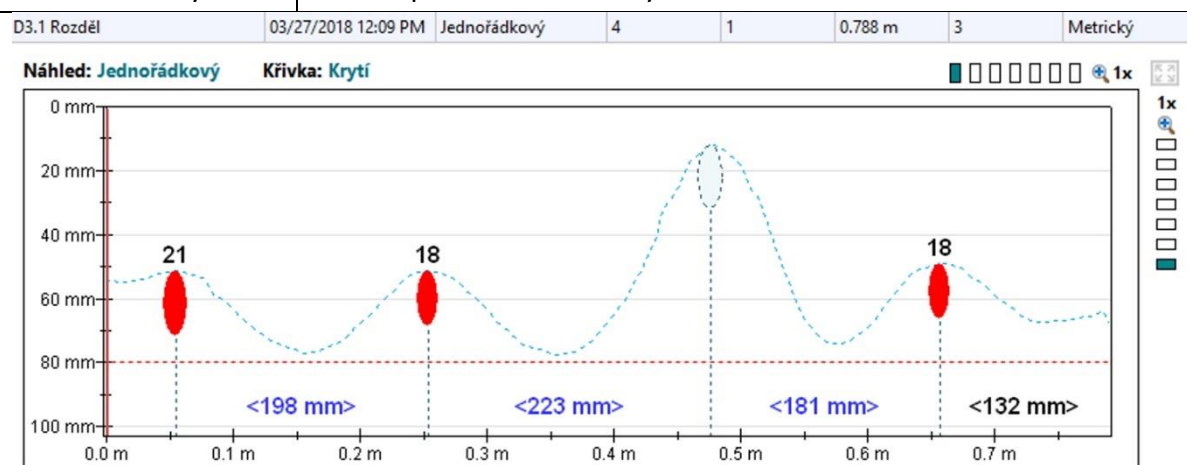
PROFOMETER PM-630:

Hlavní výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž

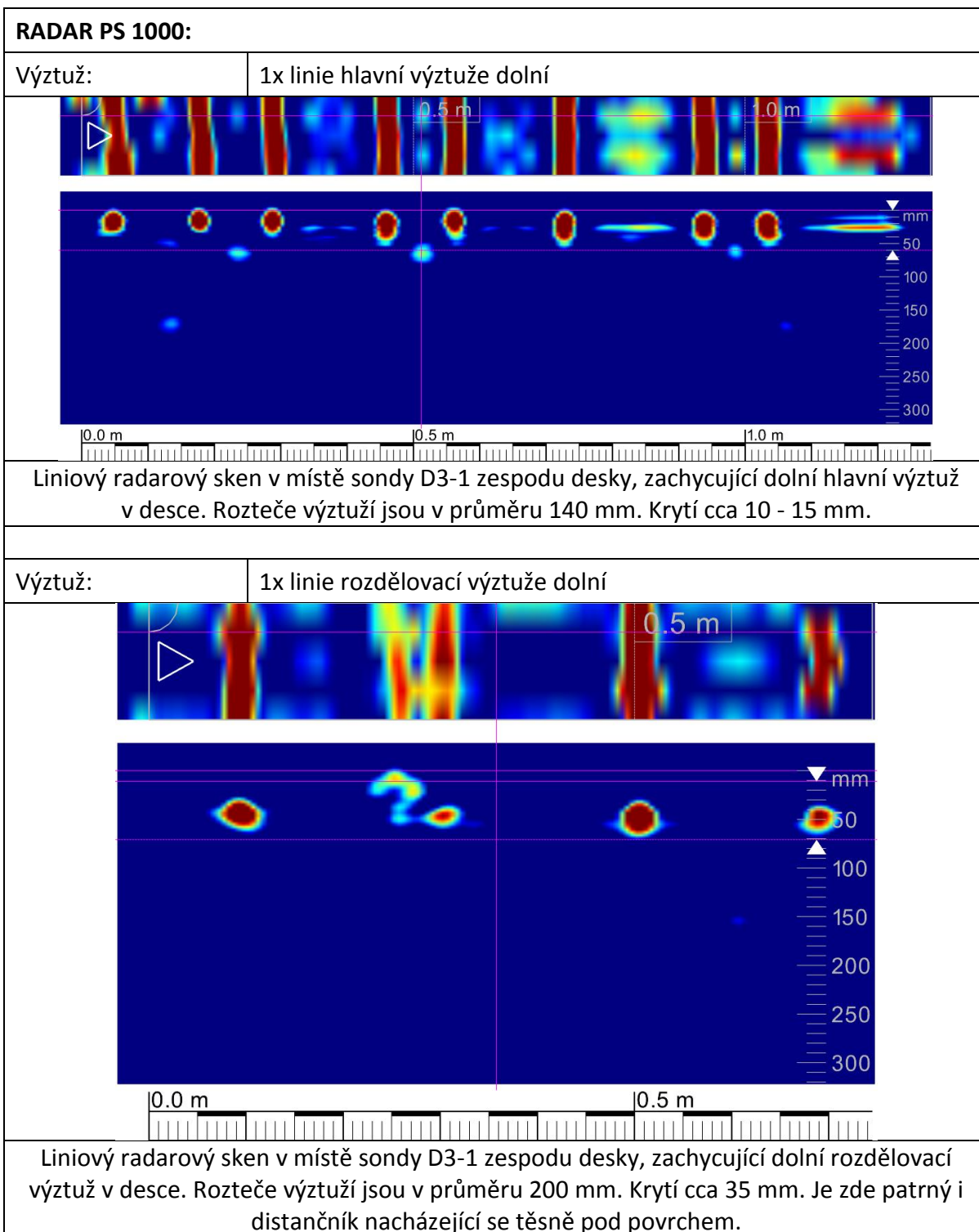


Liniový sken hlavní výztuže v sondě D3-1 zdola. Na skenu je zachycena částečně nepravidelně rozmístěná výztuž, průměrná rozteč 125 mm, krytí 35–38 mm. Odhad průměru Ø 18-21 mm (upřesněn sekanou sondou jako Ø V 18).

Rozdělovací výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž



Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D3-1 zdola. Na skenu je rozdělovací výztuž, rozteč v průměru cca 200 mm (jedna z výztuží je ukryta za echem distanční podložky), krytí 50–52 mm, odhad průměru Ø 18 mm, stejná jako v druhém směru (Ø V 18).



Sekaná sonda: D3-1

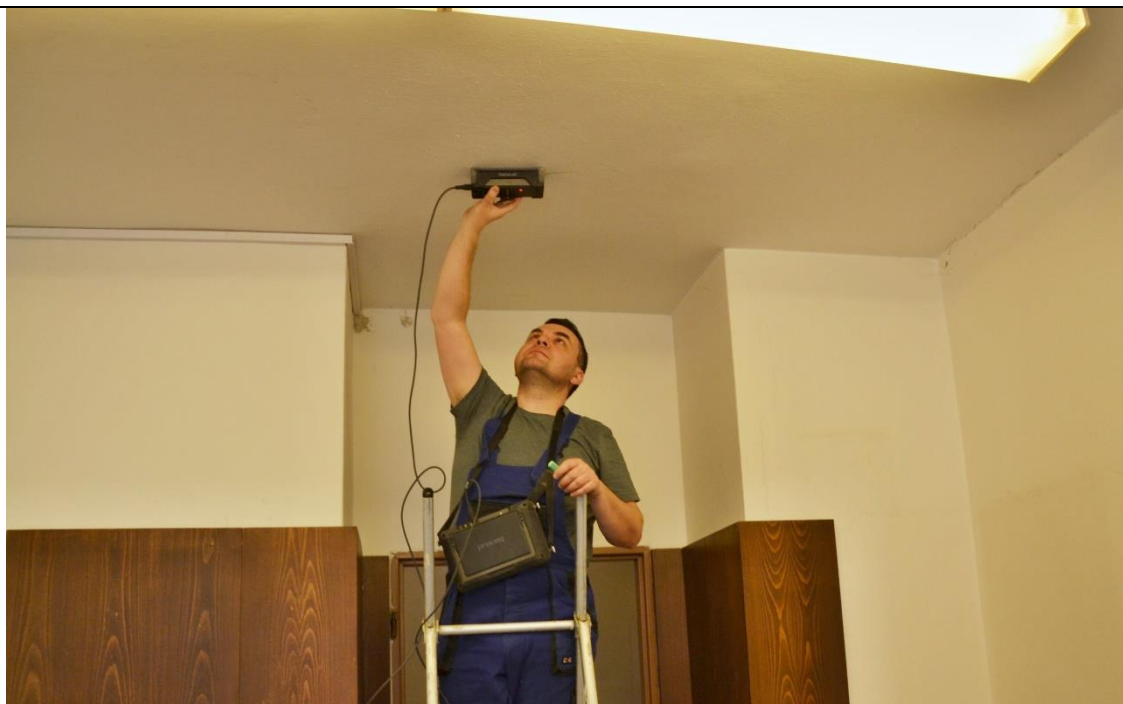


Hlavní výztuž:		Druhý směr:	
Dolní	φ V 18, krytí 35 mm	Dolní	φ V 18, krytí 53 mm

Sekanou sondou byl ověřen průměr a druh výztuže, přičemž ani jeden z parametrů neodpovídal projektové dokumentaci. Použití Ø V 18 místo Ø J 20 má však logiku, neboť menší plocha je kompenzována vyšší hodnotou meze kluzu oceli.

Zkušební místo	D3 - 2	Deska nad 3.NP	z dolní strany desky
-----------------------	---------------	----------------	----------------------

Zadání: strop: sken dolní výztuže

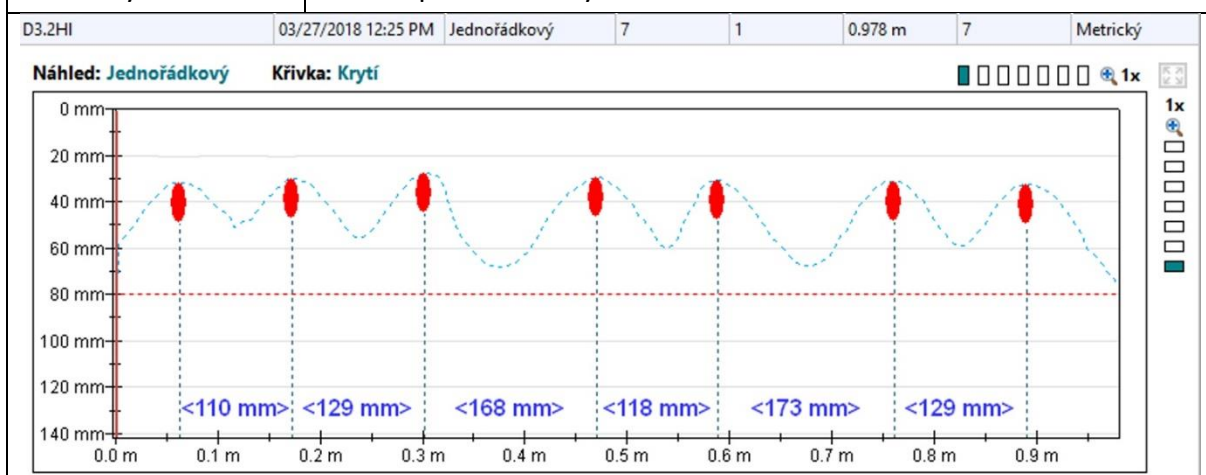


Dle výkresu:

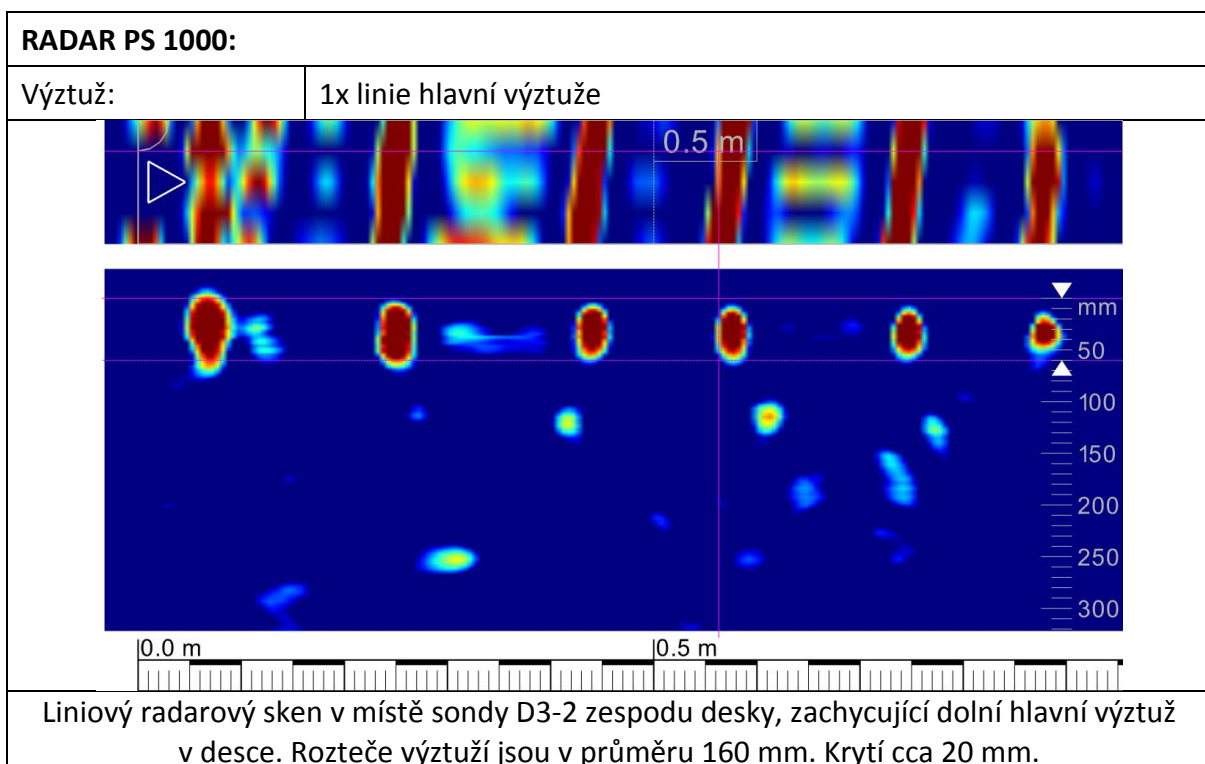
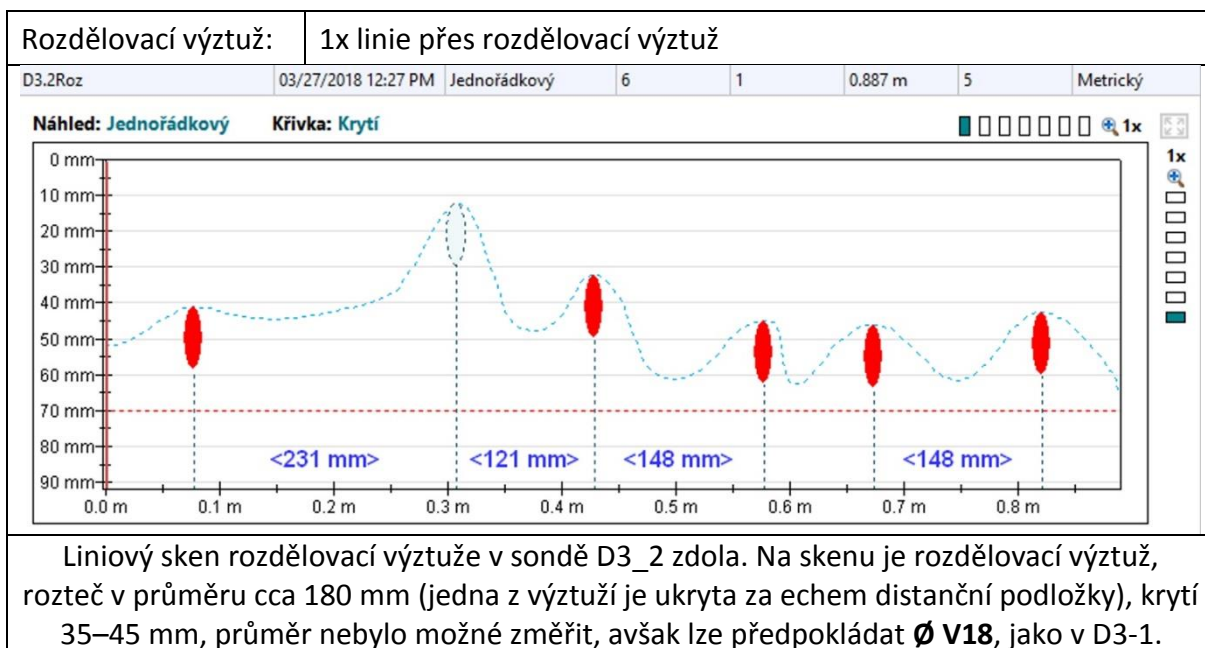
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ E 8 á 165 mm	Horní	φ E 8 á 200 mm

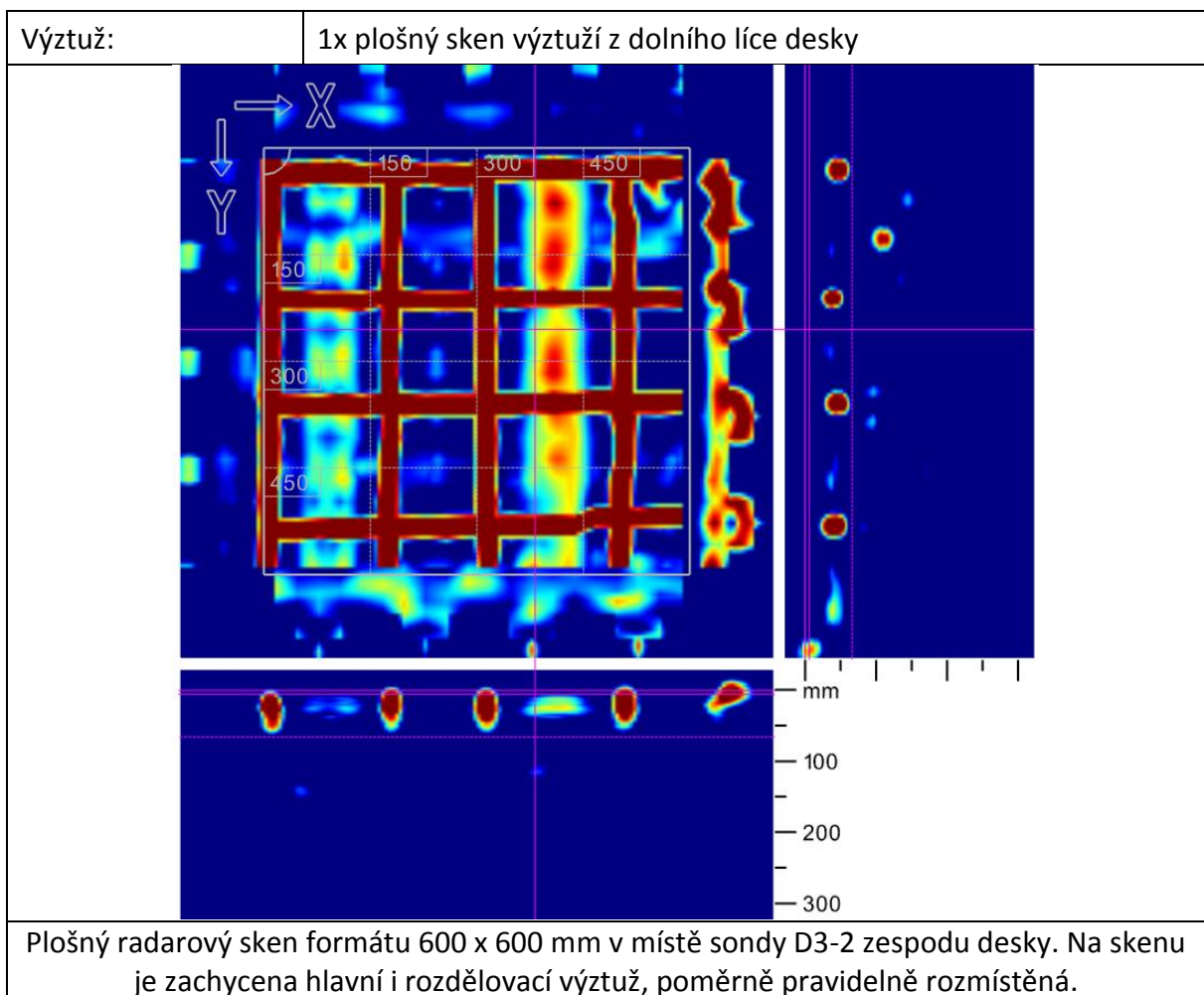
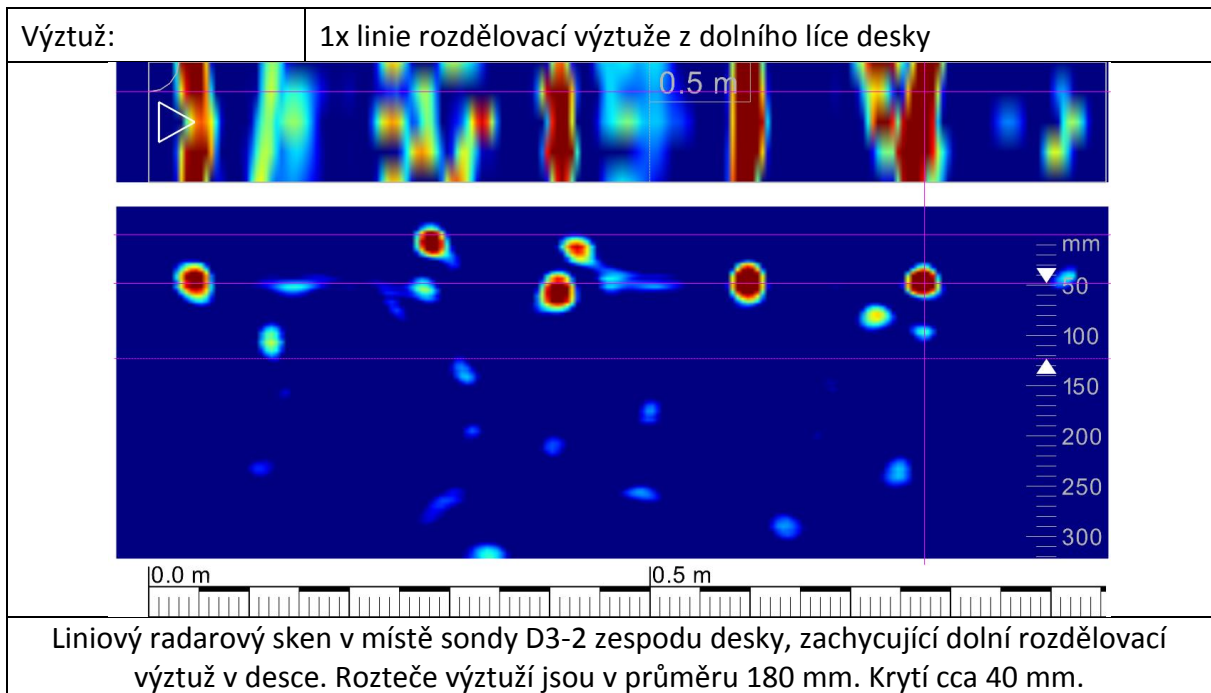
PROFOMETER PM-630:

Hlavní výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž



Liniový sken hlavní výztuže v sondě D3-2 zdola. Na skenu je zachycena částečně nepravidelně rozmístěná výztuž, průměrná rozteč 155 mm, krytí 30–35 mm. Průměr nebylo možné odhadnout, avšak je shodný se sondou D3-1 (**Ø V 18**).





Zkušební místo	D3 - 3	Deska nad 3.NP	z dolní i horní strany desky
-----------------------	---------------	----------------	------------------------------

Zadání: strop: sken dolní (horní) výztuže + podlaha sken horní výztuže

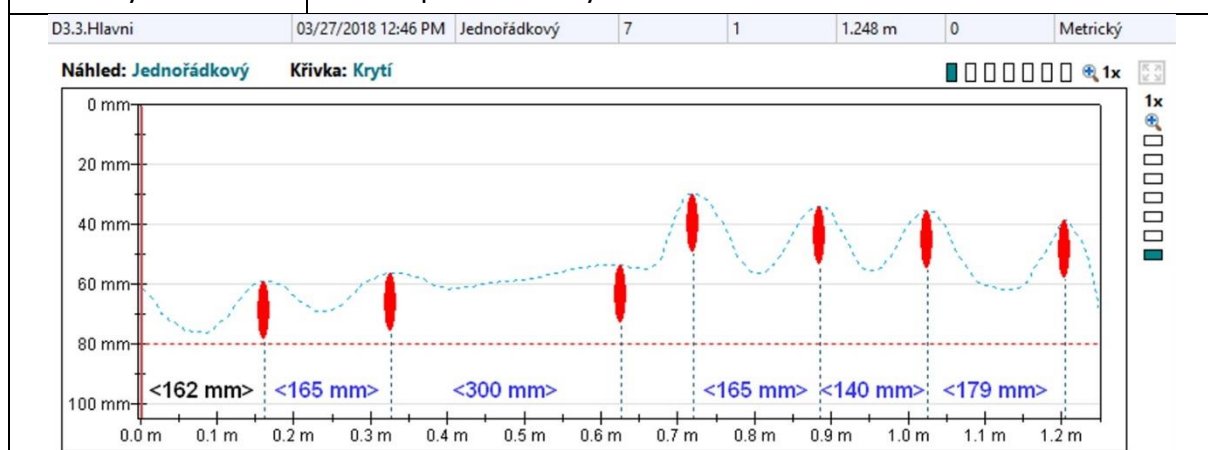


Dle výkresu:

Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ J 20 á 165 mm	Horní	φ J 20 á 400 mm

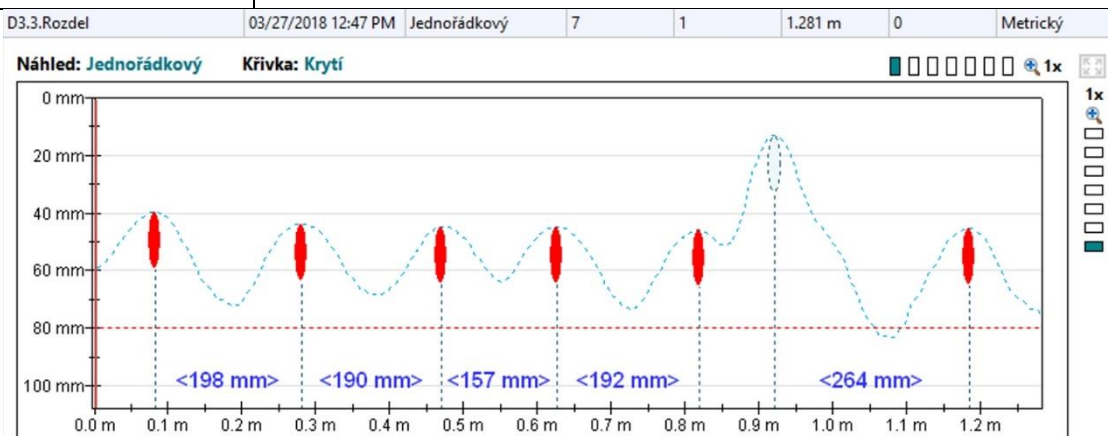
PROFOMETER PM-630:

Hlavní výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž



Liniový sken hlavní výztuže v sondě D3-3 zdola. Na skenu je zachycena výztuž s roztečí průměrně 160 mm, krytí 30–38 mm, směrem k zaoblenému rohu zvýšené na 60 mm. Průměr nebylo možné odhadnout.

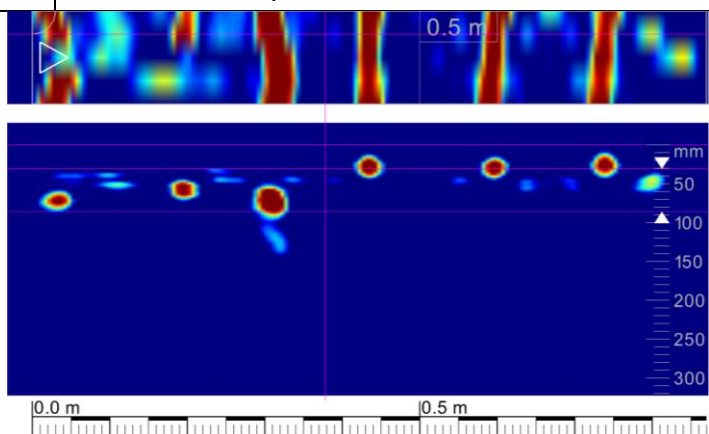
Rozdělovací výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž



Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D3_3 zdola. Na skenu je rozdělovací výztuž pravidelně á 185 mm (jedna je ukryta za echem distanční podložky), krytí 40–45 mm.

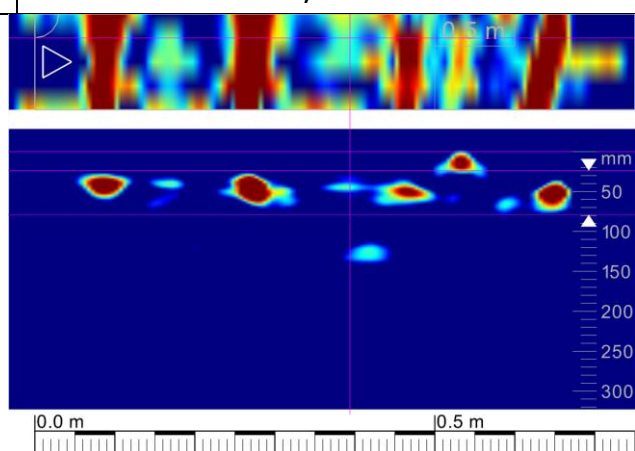
RADAR PS 1000:

Výztuž: 1x linie hlavní výztuže

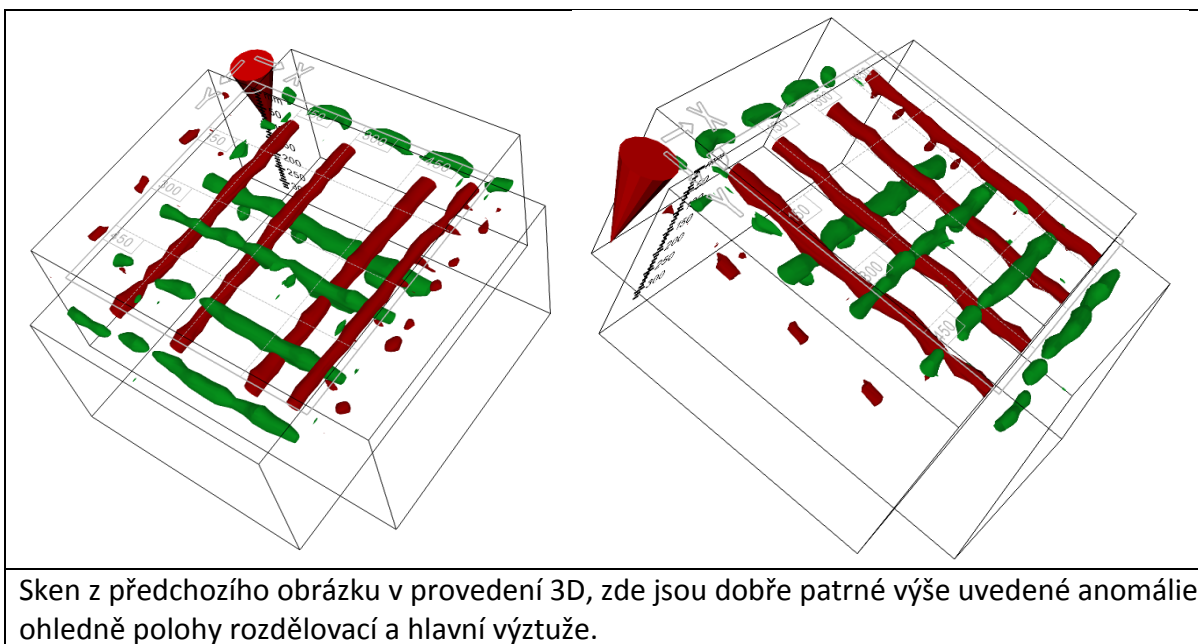
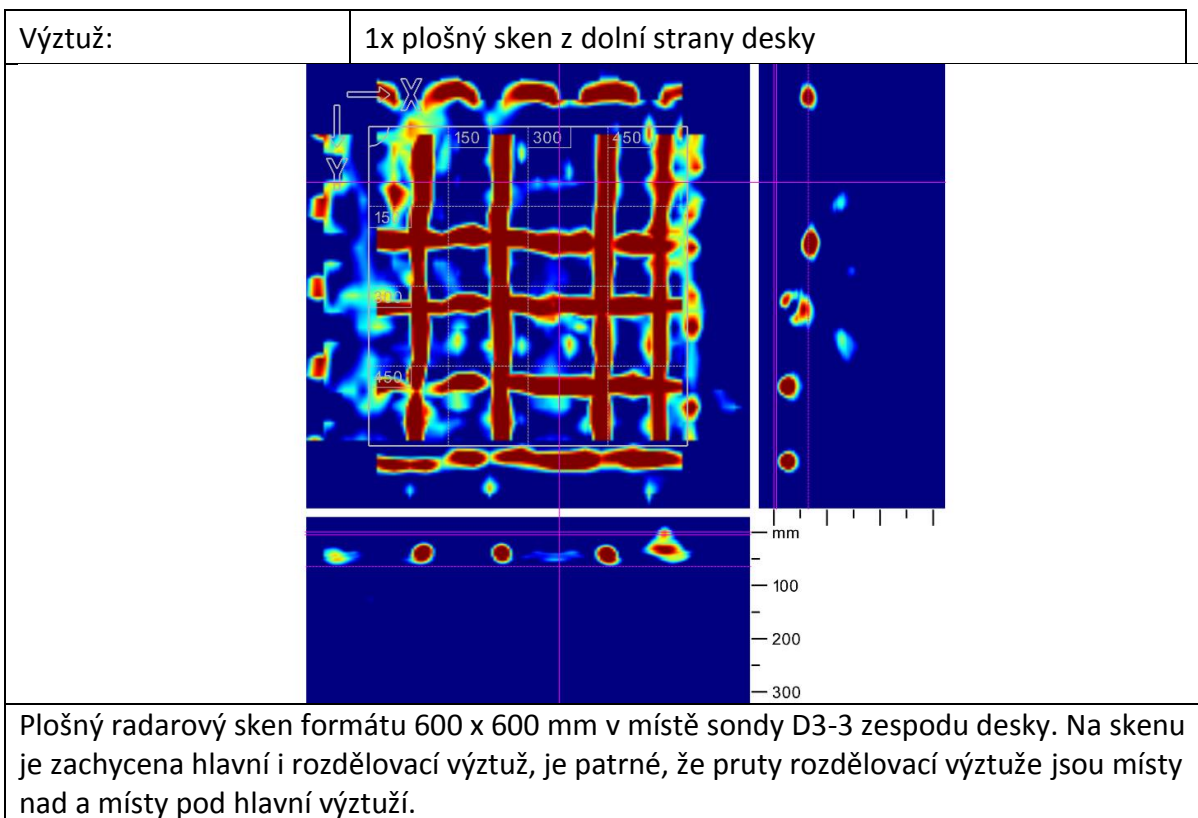


Liniový radarový sken v místě sondy D3-3 zesodu desky, zachycující dolní hlavní výztuž v desce. Rozteče výztuží v průměru 140 mm. Krytí nestejnorné, od cca 20 do 60 mm.

Výztuž: 1x linie rozdělovací výztuže dolní

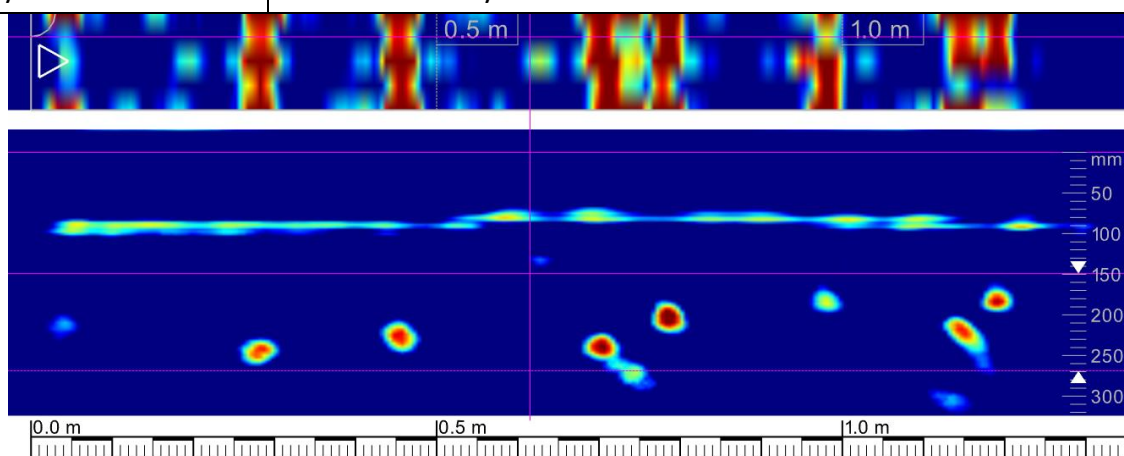


Liniový radarový sken v místě sondy D3-3 zesodu desky, zachycující dolní rozdělovací výztuž v desce. Rozteče výztuží jsou v průměru 185 mm. Krytí cca 40 mm.



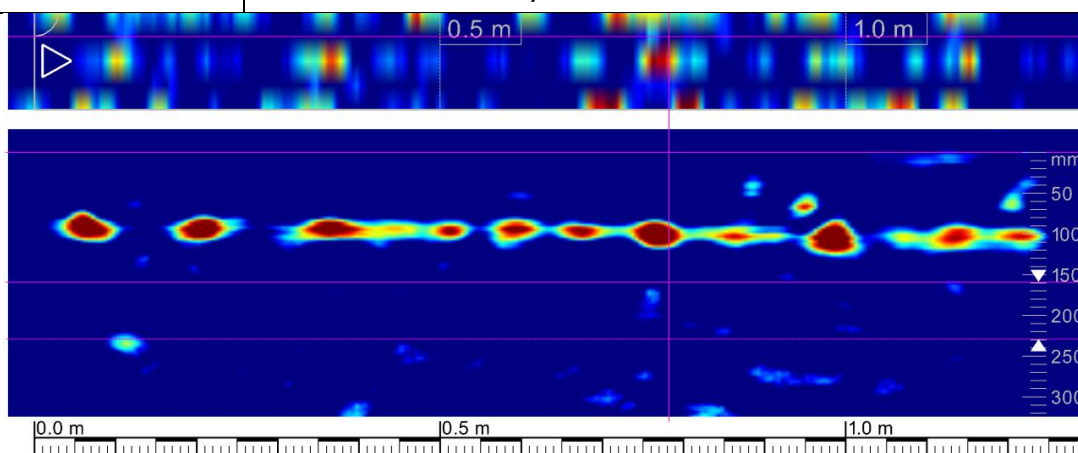
RADAR PS 1000: D3-3 z horní strany

Výztuž: 1x linie hlavní výztuže horní



Liniový radarový sken v místě sondy D3-3 shora desky, zachycující horní hlavní výztuž v desce. Rozteče výztuží jsou v průměru cca 200 mm. Krytí od povrchu podlahy je 170-220 mm, zobrazení výztuže není ideální z důvodu delaminace podlahových vrstev od povrchu desky.

Výztuž: 1x linie rozdělovací výztuže horní

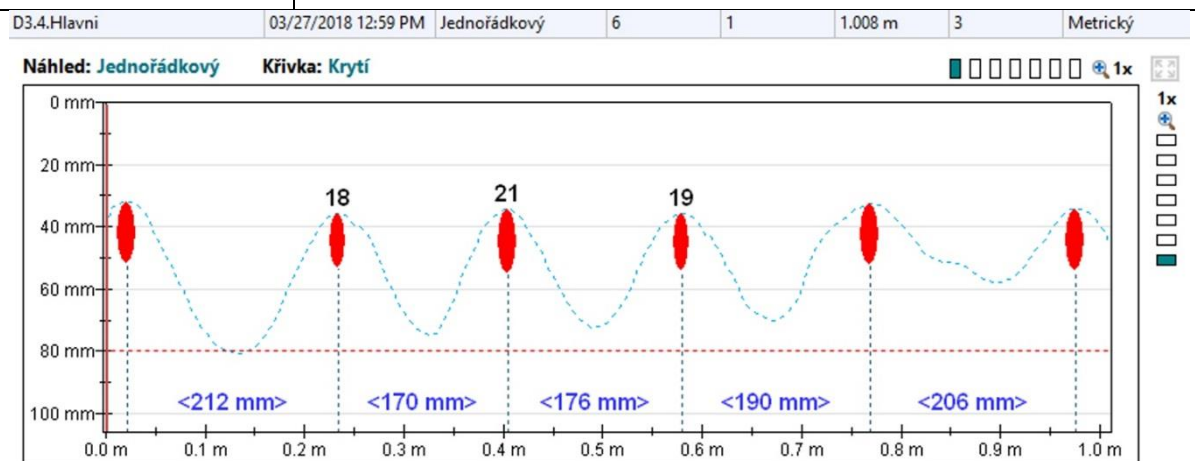


Liniový radarový sken v místě sondy D3-3 shora desky, pro zobrazení horní rozdělovací výztuže v desce. Rozdělovací výztuž nebyla zachycena.

Zkušební místo	D3 - 4	Deska nad 3.NP	z dolní strany desky
<i>Zadání: strop: sken dolní výztuže</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ E 8 á 165 mm	Horní	φ J 20 á 400 mm

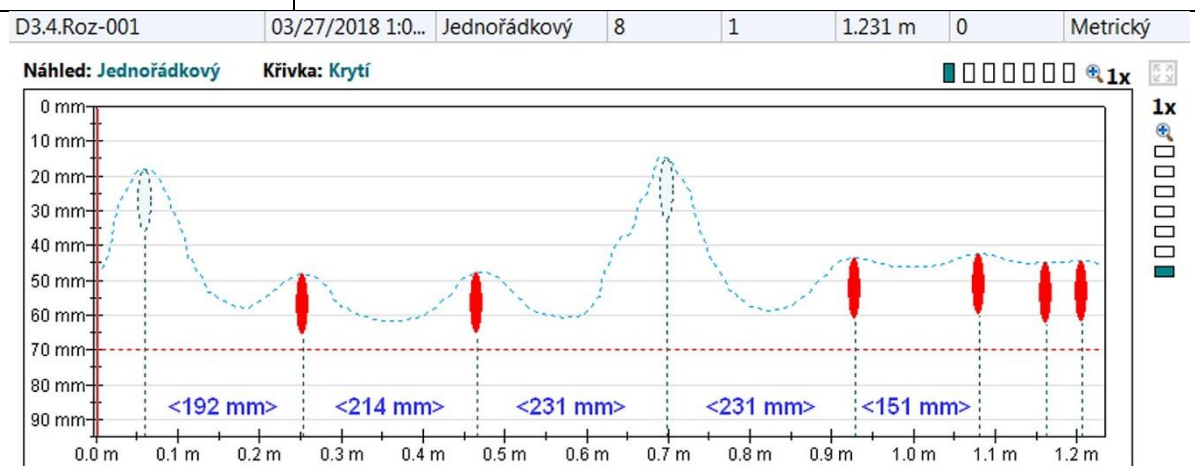
PROFOMETER PM-630:

Hlavní výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž

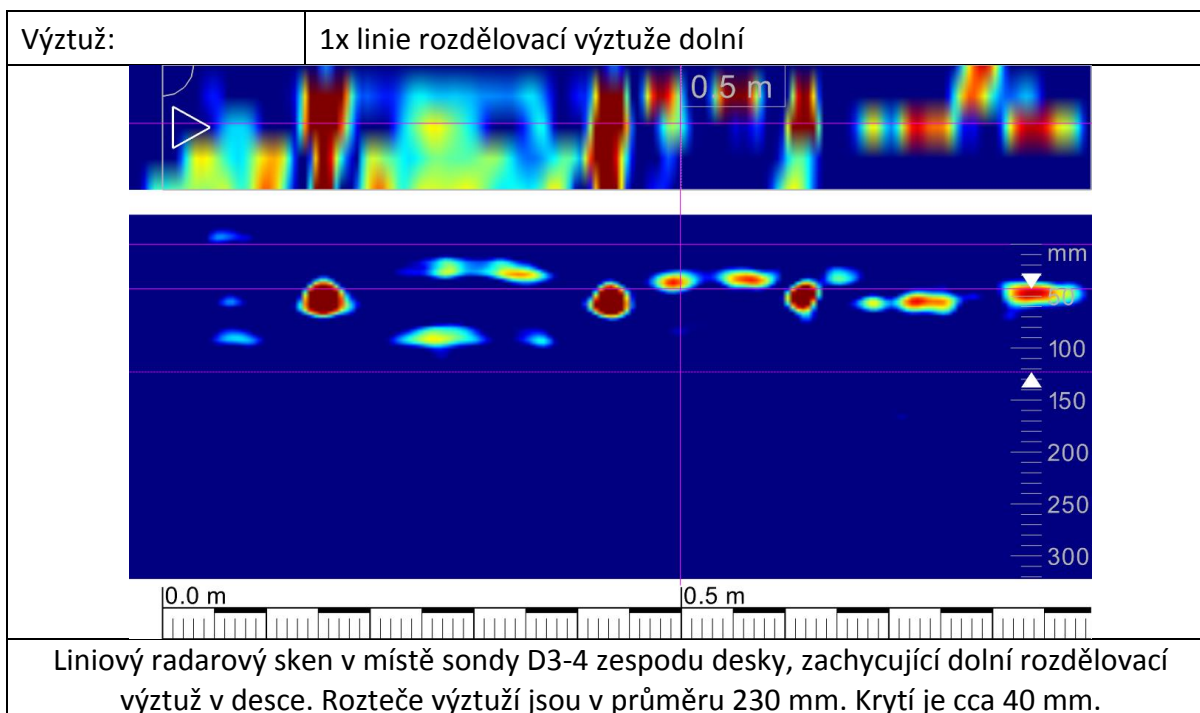
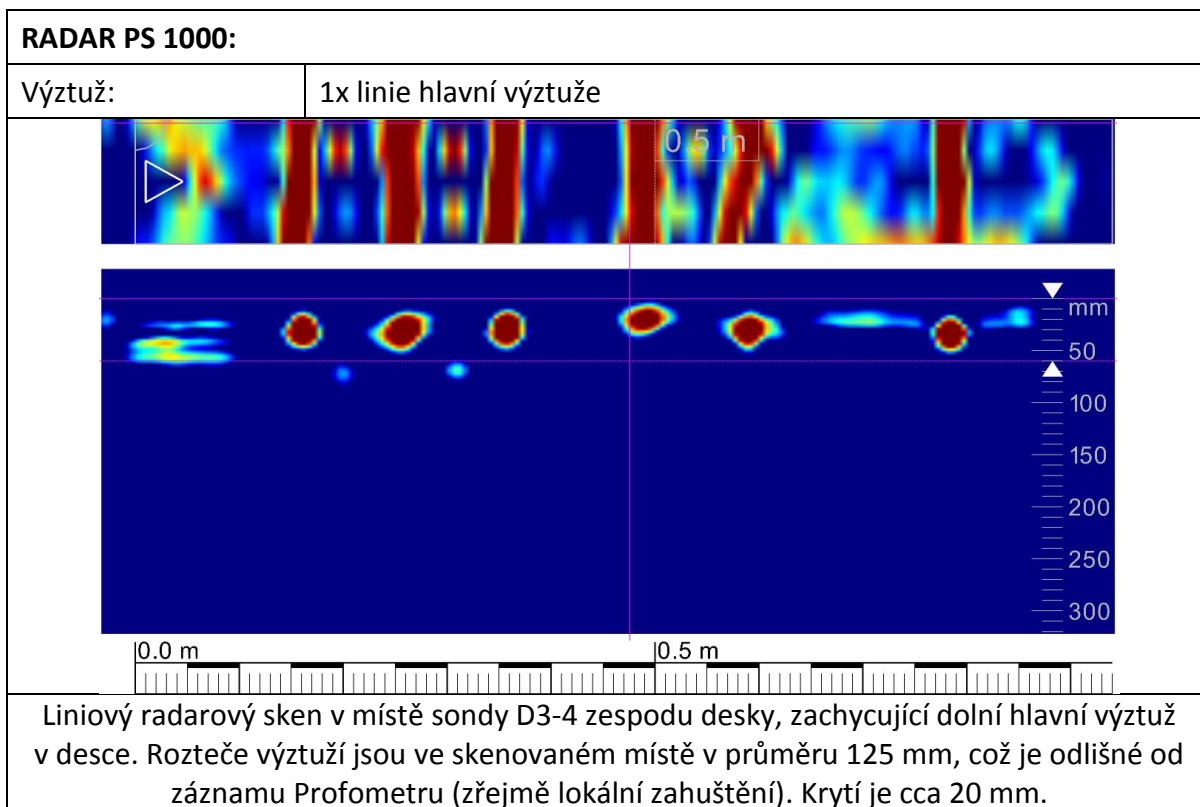


Liniový sken hlavní výztuže v sondě D3-4 zdola. Na skenu je zachycena výztuž s roztečí průměrně 190 mm, krytí 30-35 mm. Průměr změřen 18-21 mm, zřejmě se jedná o \varnothing V18.

Rozdělovací výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž



Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D3-4 zdola. Na skenu je rozdělovací výztuž nepravidelně, v průměru á 220 mm (2 jsou ukryté za echy distančních podložek), krytí výztuže 45–50 mm.

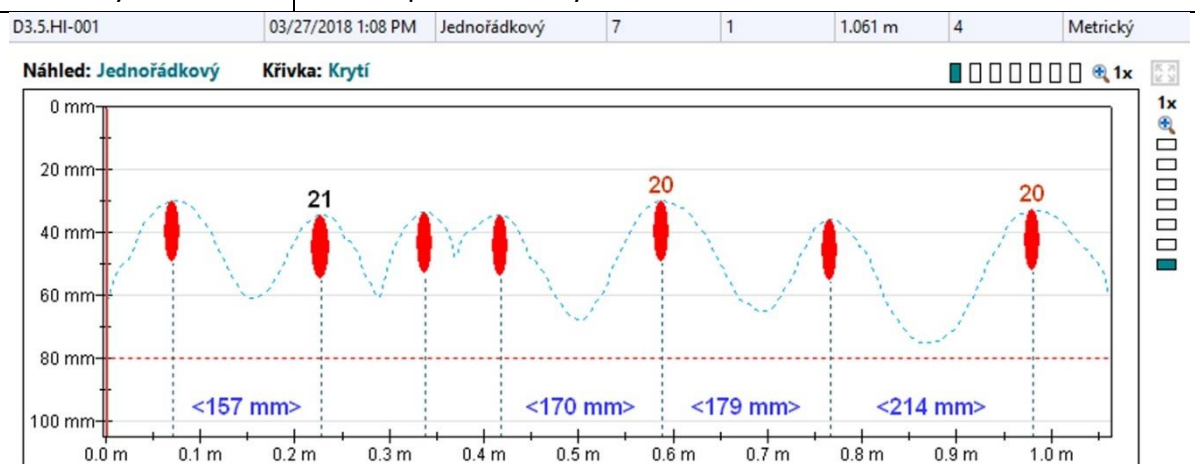


Měření v sondě D3-4 dvěma přístroji ukázala určité disproporce, které byly způsobeny posunem skenovaných linií – radarové skeny byly provedeny blíže okraji desky. Ukázalo se, že deska je vyztužena nerovnoměrně, na okrajích je výztuž proti předpokladům zahuštěna, více ke středu desky jsou rozteče naopak mírně větší. Průměr výztuže odpovídá ostatním sondám v tomto podlaží, jedná se zřejmě o \varnothing V 18.

Zkušební místo	D3 - 5	Deska nad 3.NP	z dolní strany desky
<i>Zadáni: strop: sken dolní výztuže</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ E 8 á 165 mm	Horní	φ J 20 á 400 mm + φ E 8 á 200 mm

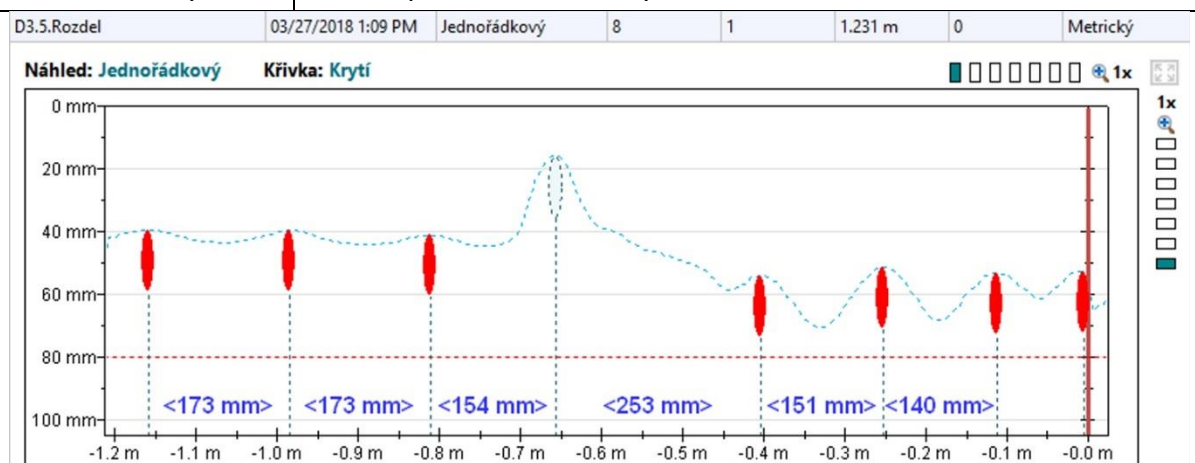
PROFOMETER PM-630:

Hlavní výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž

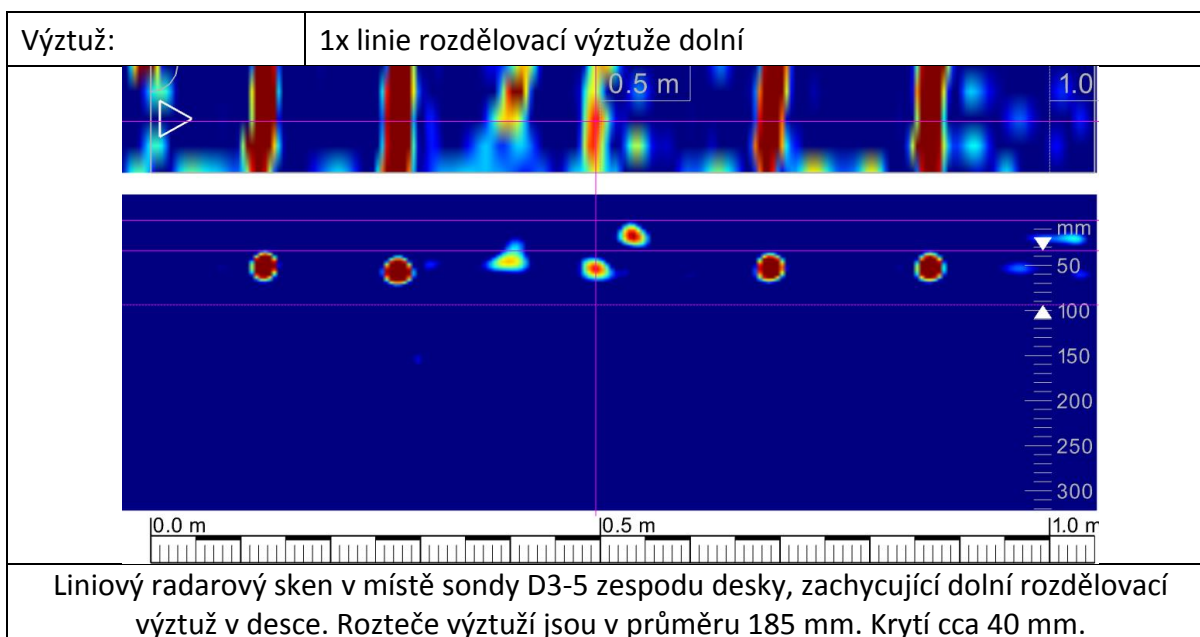
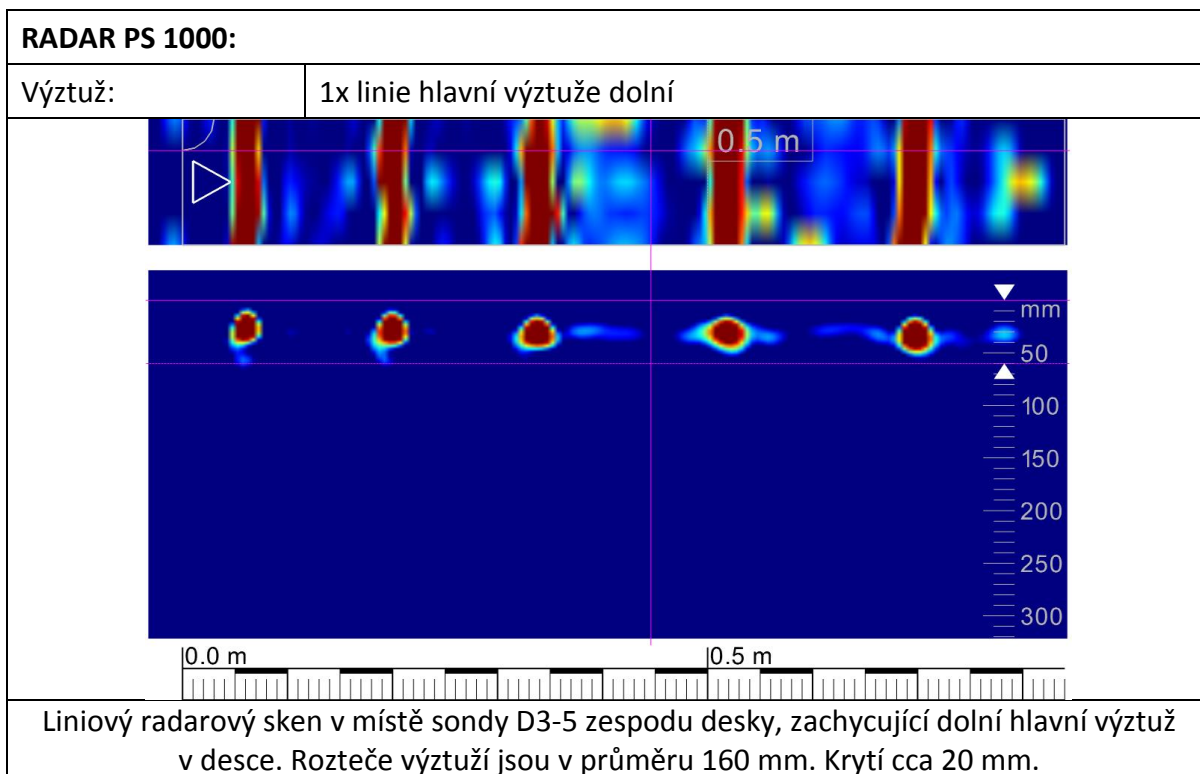


Liniový sken hlavní výztuže v sondě D3-5 zdola. Na skenu je zachycena nerovnoměrně rozmístěná výztuž s roztečí průměrně 150 mm, krytí 30–35 mm. Průměr změřen 20–21 mm, ale zřejmě se jedná o \varnothing V18. (k mírnému nadhodnocení průměru došlo vlivem větší hloubky a poměrně husté rozdělovací výztuže)

Rozdělovací výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž



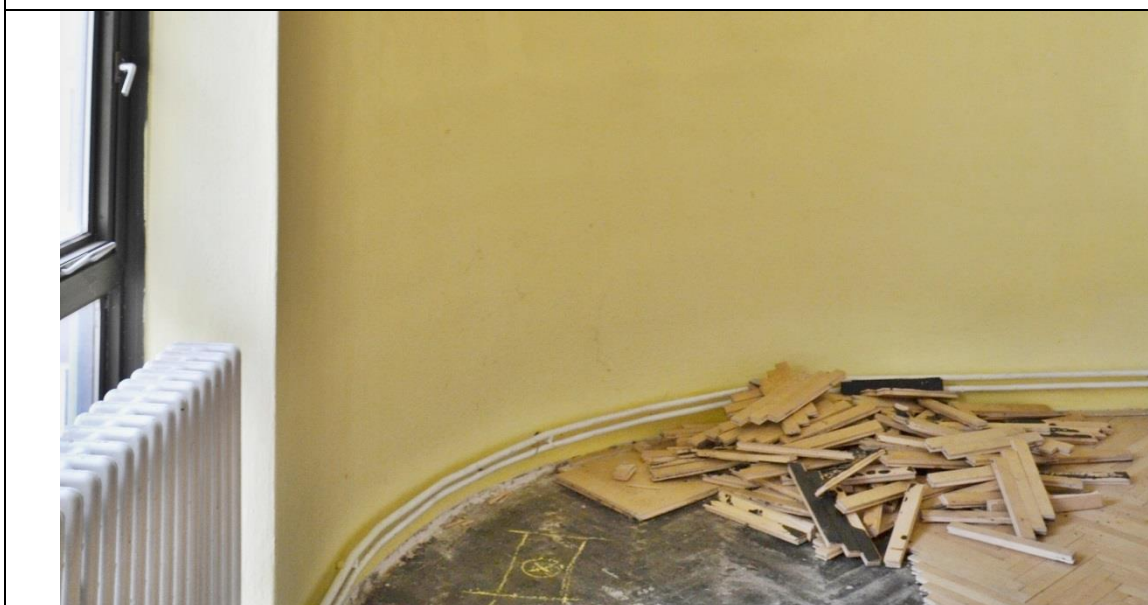
Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D3-5 zdola. Na skenu je rozdělovací výztuž u okraje desky (vpravo) á 140 mm, dále ke středu desky á 175 mm, krytí výztuže 40 mm, v blízkosti stěny 50 mm. Opět jsou dva sousední pruty ukryté za echem distanční podložky.



Měření v sondě D3-5 dvěma přístroji ukázala opět určité rozdíly, neboť měření Profometrem bylo provedeno blíže okraji desky. Zde je výztuž opět mírně zahuštěna, pravděpodobně se jedná o systematický jev. Průměr výztuže byl sice změřen mírně větší, avšak vzhledem k hustotě výztuže byl korigován opět na \varnothing V 18.

Zkušební místo	D3 - 6	Deska nad 3.NP	z horní strany desky
-----------------------	---------------	----------------	----------------------

Zadání: podlaha sken horní výztuže

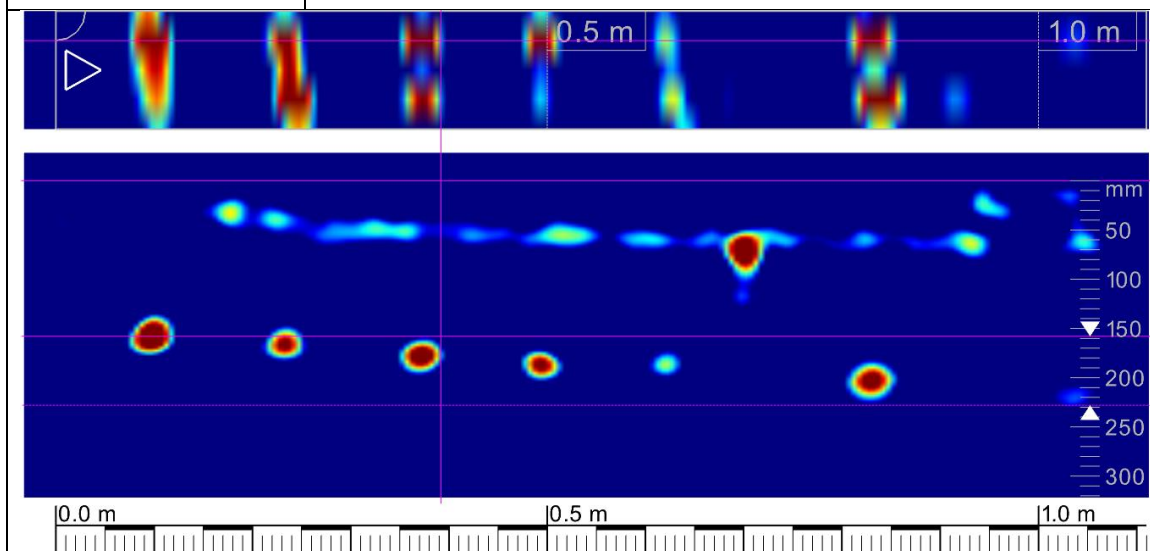


Dle výkresu:

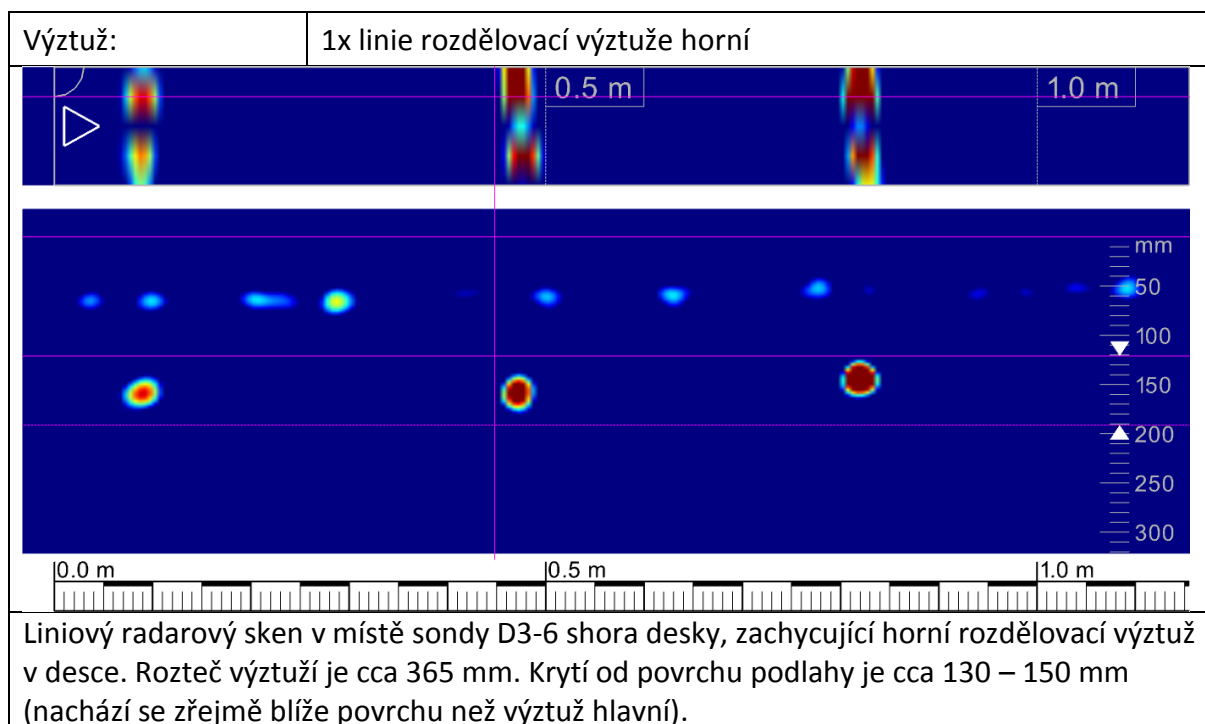
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ J 20 á 165 mm	Horní	φ J 20 á 400 mm

RADAR PS 1000:

Výztuž:	1x linie hlavní výztuže horní
---------	-------------------------------



Liniový radarový sken v místě sondy D3-6 shora desky, zachycující horní hlavní výztuž v desce. Rozteče výztuží jsou v průměru 160 mm. Krytí od povrchu podlahy je cca 145 – 190 mm.

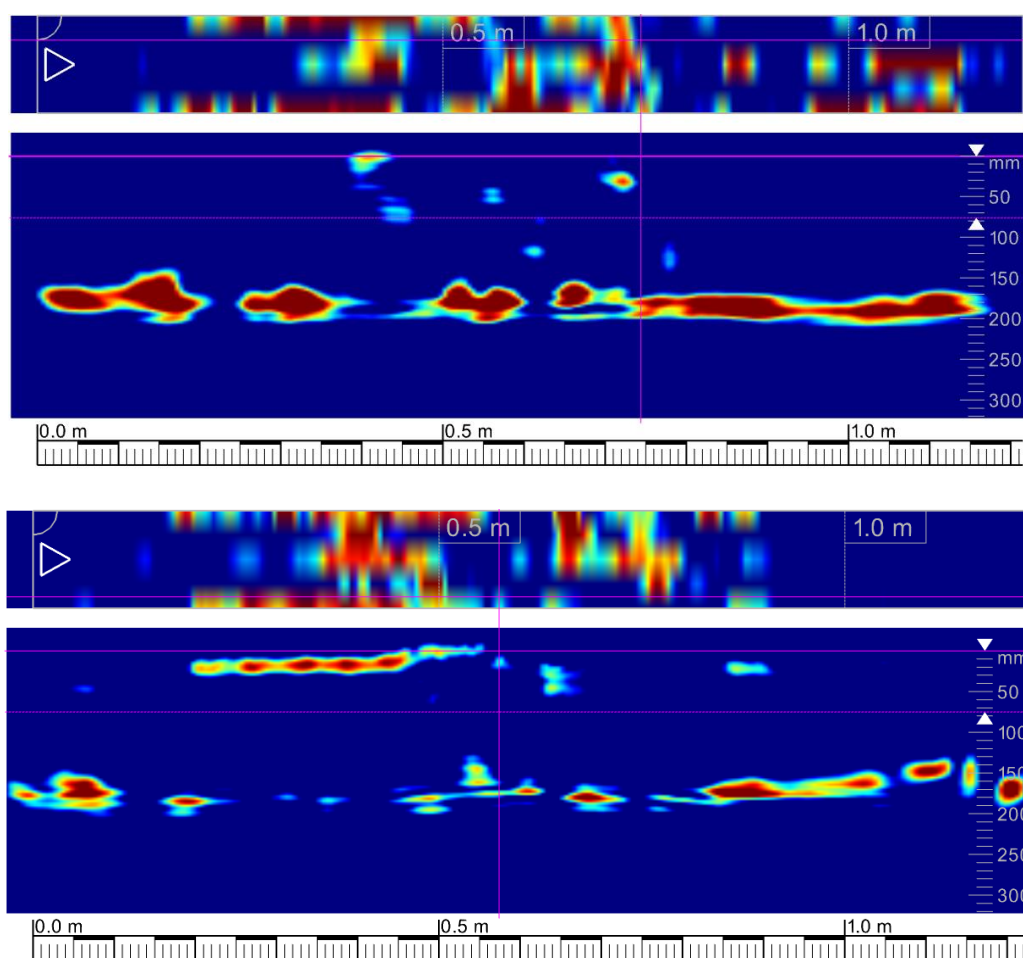


Měření v sondě D3-6 shora ukázalo, že v tomto místě vyztužení při horním povrchu desky odpovídá výkresové dokumentaci ve smyslu roztečí výztuží, ovšem horní výztuž se nachází poměrně hluboko – hlavní výztuž cca 100 až 120 mm pod horním povrchem desky. Je zřejmé, že se jedná o systematickou vadu ve vyztužení desek.

Zkušební místo	D3 - 7	Deska nad 3.NP	z horní strany desky
<i>Zadání: podlaha (sken horní výztuže + sekaná sonda)</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ E 8 á 165 mm	Horní	φ E 8 á 200 mm

RADAR PS 1000:

Výztuž: 2x linie hlavní výztuže horní

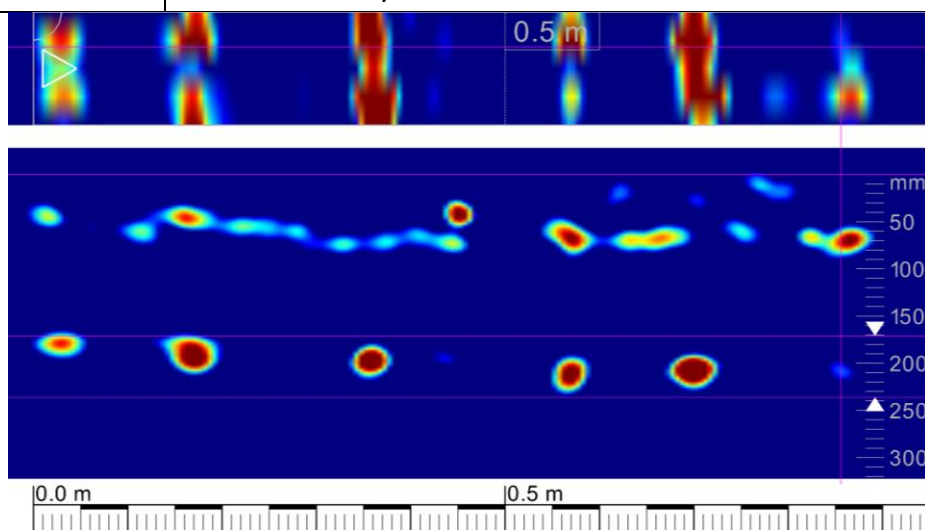


Liniové radarové skeny v místě sondy D3-7 shora desky. Bohužel, v místě sondy je tloušťka podlahových vrstev extrémní (na skenech je rozhraní mezi skladbou podlahy a deskou dobře patrné v hloubce cca 160 – 180 mm pod povrchem), z toho důvodu radar nemohl zachytit horní výztuže v desce, které jsou zřejmě hlouběji pod horním okrajem desky. Dosah radar je maximálně 300 mm.

Zkušební místo	D3 - 8	Deska nad 3.NP	z horní strany desky
<i>Zadání: podlaha sken horní výztuže</i>			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ J 20 á 165 mm	Horní	φ J 20 á 400 mm + φ E 8 á 200 mm

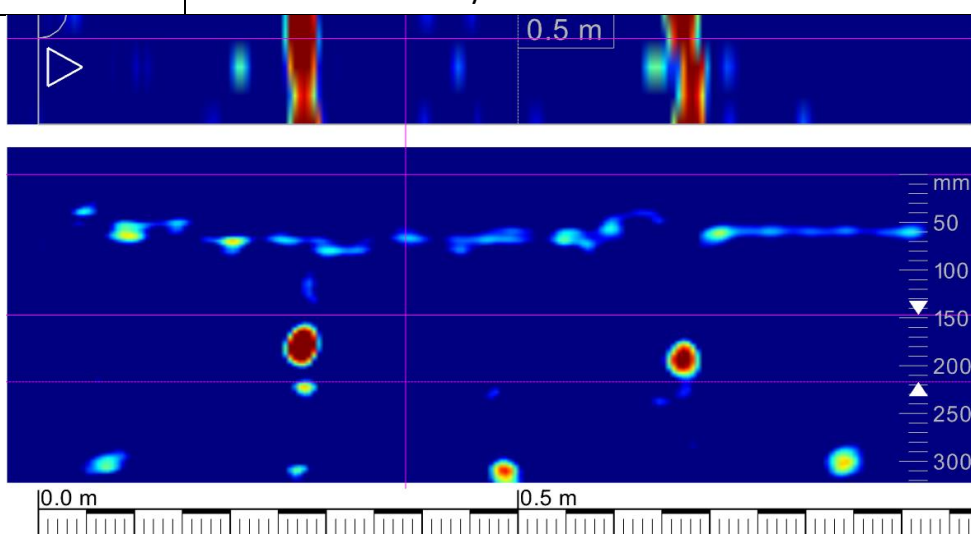
RADAR PS 1000:

Výztuž: 1x linie hlavní výztuže horní



Liniový radarový sken v místě sondy D3-8 shora desky, zachycující horní hlavní výztuž v desce. Rozteče výztuží jsou v průměru 165 mm. Krytí od povrchu podlahy je cca 190 – 210 mm, výztuž je opět velmi hluboko pod horním povrchem stropní desky.

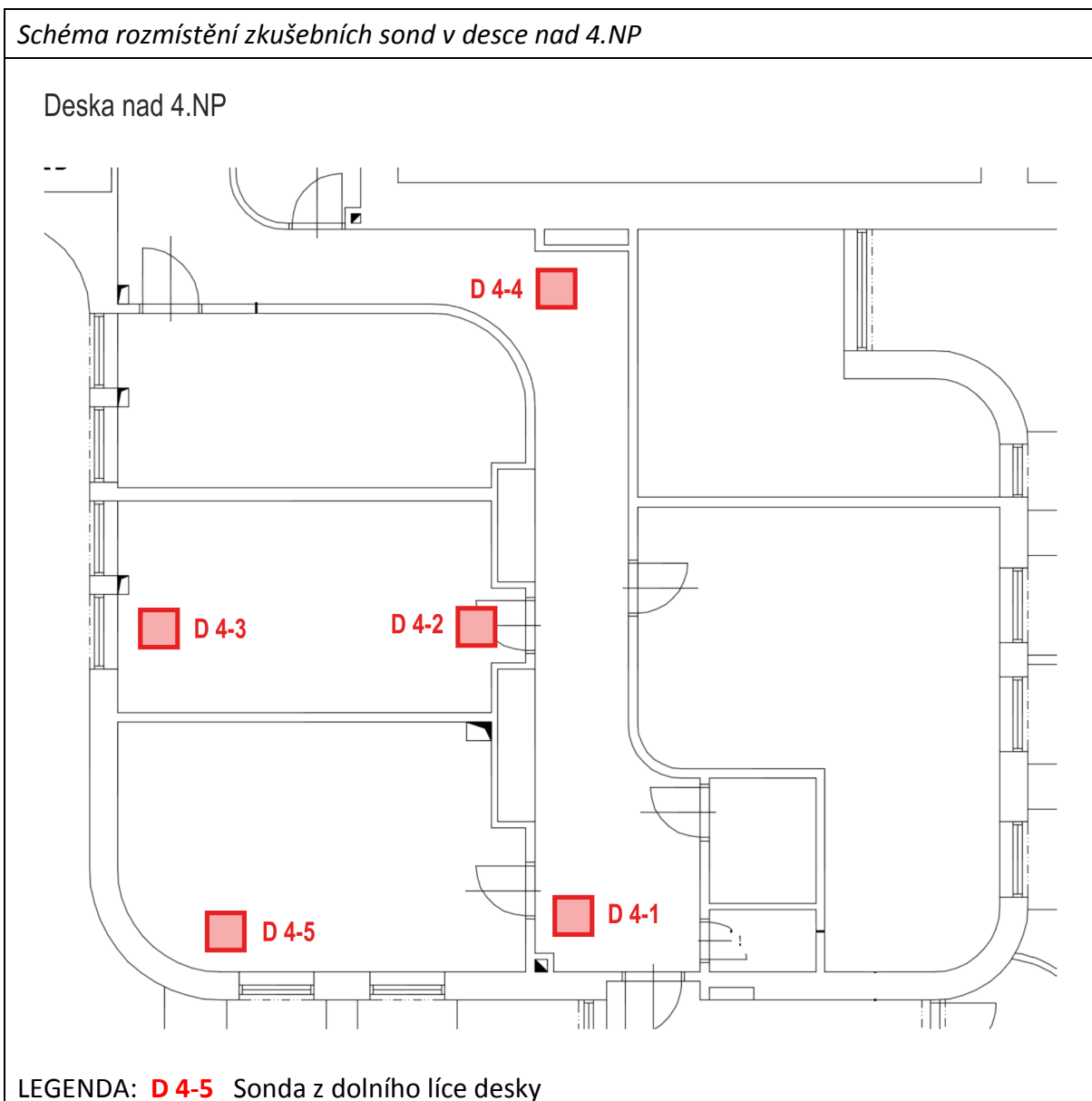
Výztuž: 1x linie rozdělovací výztuže horní



Liniový radarový sken v místě sondy D3-8 shora desky, zachycující horní rozdělovací výztuž v desce. Rozteč výztuží je cca 400 mm. Krytí od povrchu podlahy je cca 170 – 180 mm.

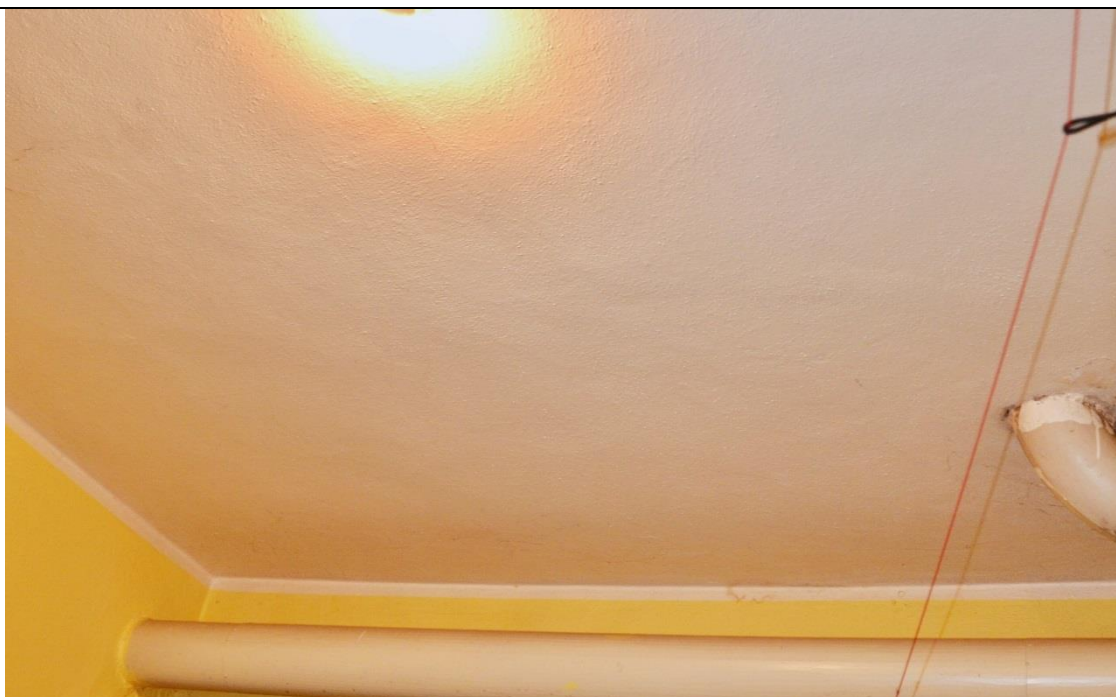
3.3 Deska nad 4.NP

V desce nad 4.NP byly vybráno 5 zkušebních míst pro liniové skenování výztuže z dolního povrchu desky. Zkušební místa jsou znázorněna na schématu rozmístění na následujícím obr 3.3:



Zkušební místo	D4 - 1	Deska nad 4.NP	z dolní strany desky
-----------------------	---------------	----------------	----------------------

Zadání: strop: sken dolní výztuže



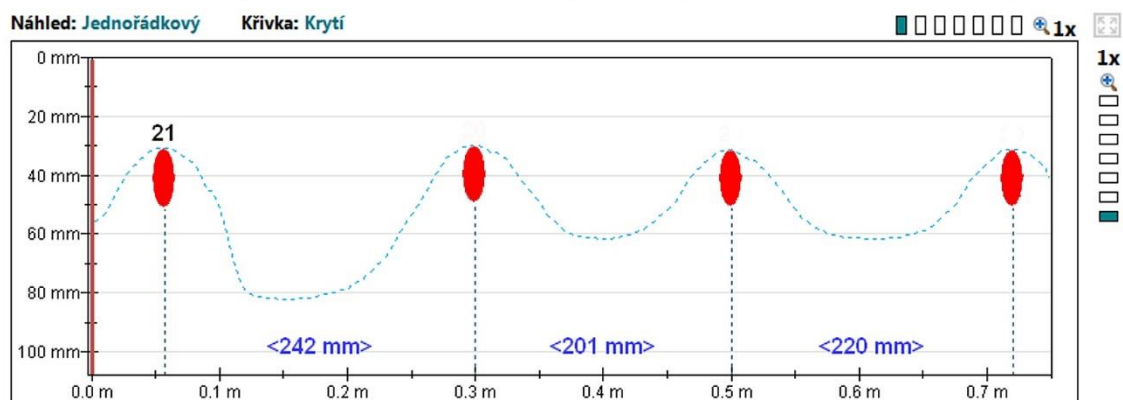
Dle výkresu:

Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ E 8 á 165 mm	Horní	φ J 20 á 400 mm

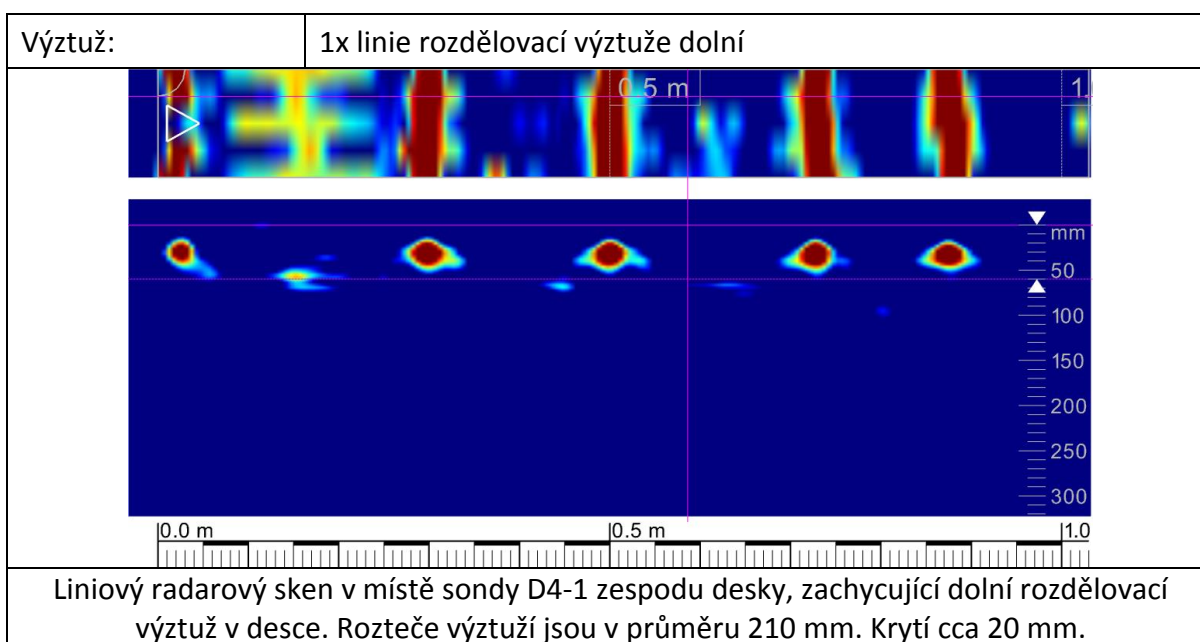
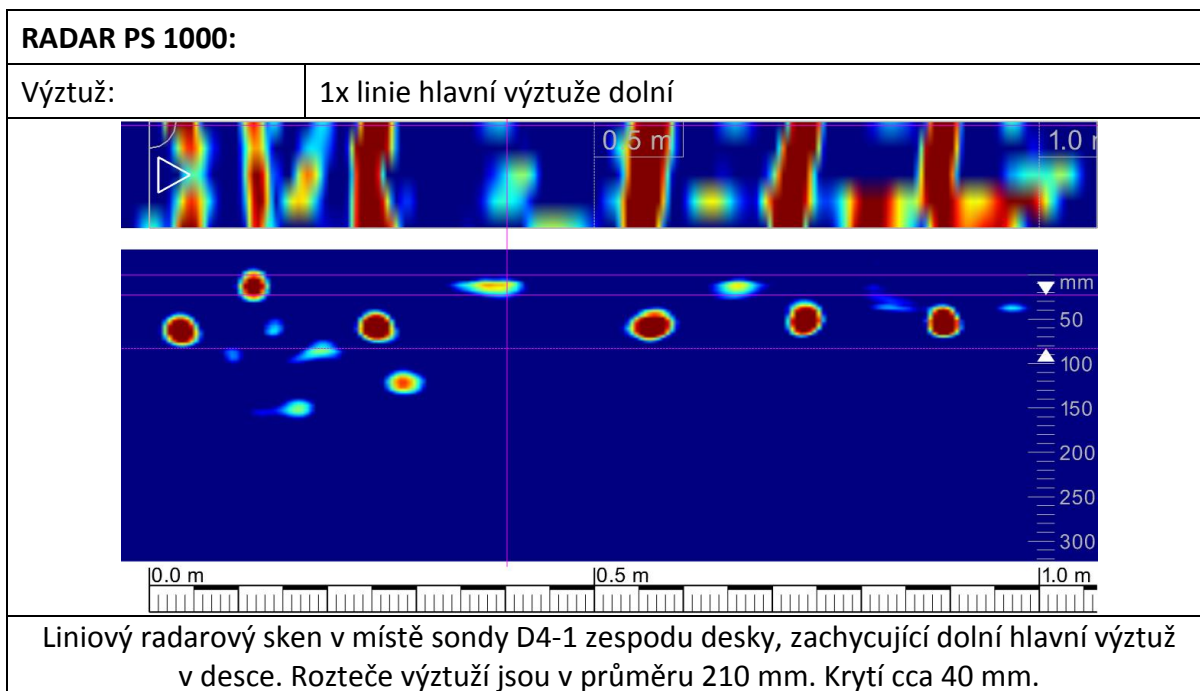
PROFOMETER PM-630:

Výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž (je blíže povrchu!)

D4.1.Rozděl 03/27/2018 1:4... Jednořádkový 4 1 0.747 m 4 Metrický



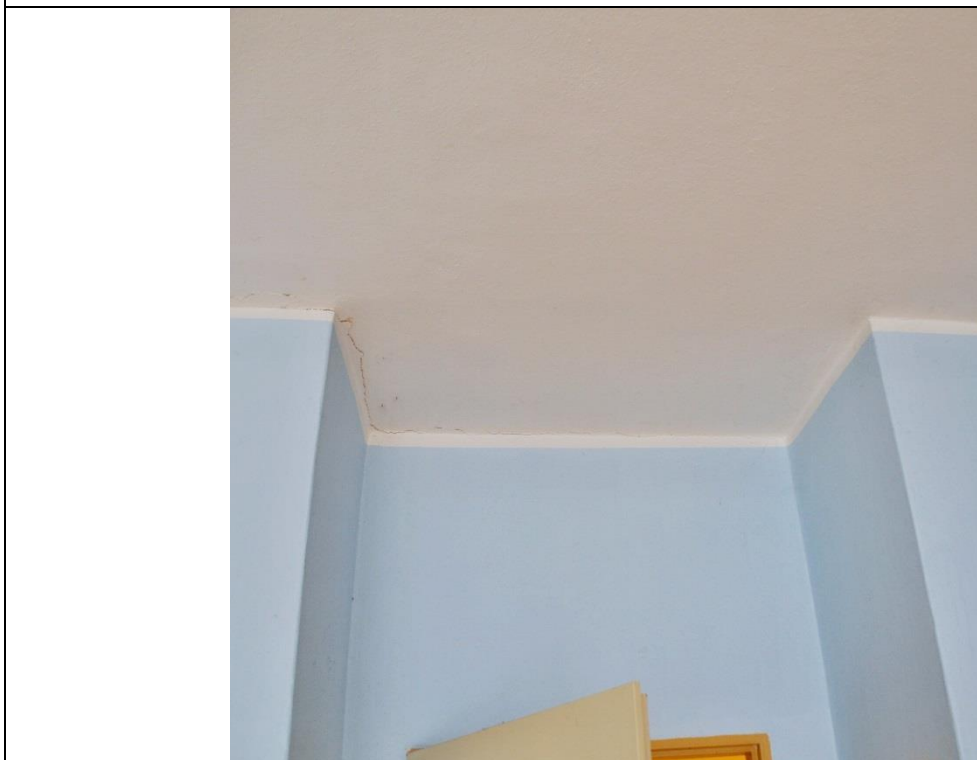
Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D4_1 zdola, která je zde však blíže povrchu. Rozteče pravidelné á 220 mm, krytí 30–32 mm. Průměr změřen 21 mm, podle sond D4-4 a D4-5 jde zřejmě o **Ø V22**.



V případě sondy D4-1 (a sond následujících) se zřejmě jedná o křížem armovanou desku, kde je výztuž v obou směrech shodná co do průměru, druhu i roztečí. Pouze je zde proti předchozím podlažím přehozen směr výztuží, výztuž v hlavním směru (kolmo na střední zeď) je hlouběji pod povrchem. Průměr výztuže je zde větší než v nižších podlažích, jedná se o pruty \varnothing V 22 mm.

Zkušební místo	D4 - 2	Deska nad 4.NP	z dolní strany desky
-----------------------	---------------	----------------	----------------------

Zadání: strop: sken dolní výztuže

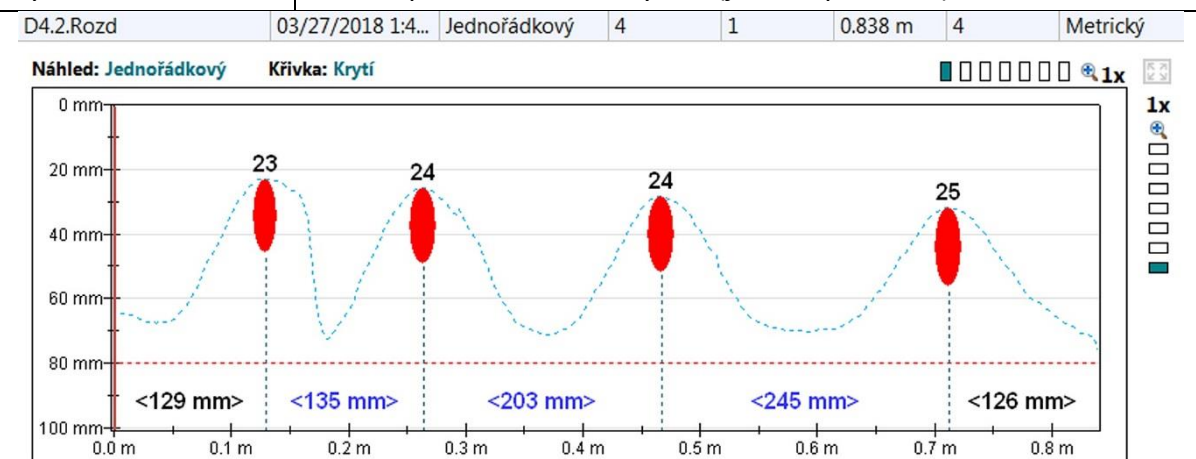


Dle výkresu:

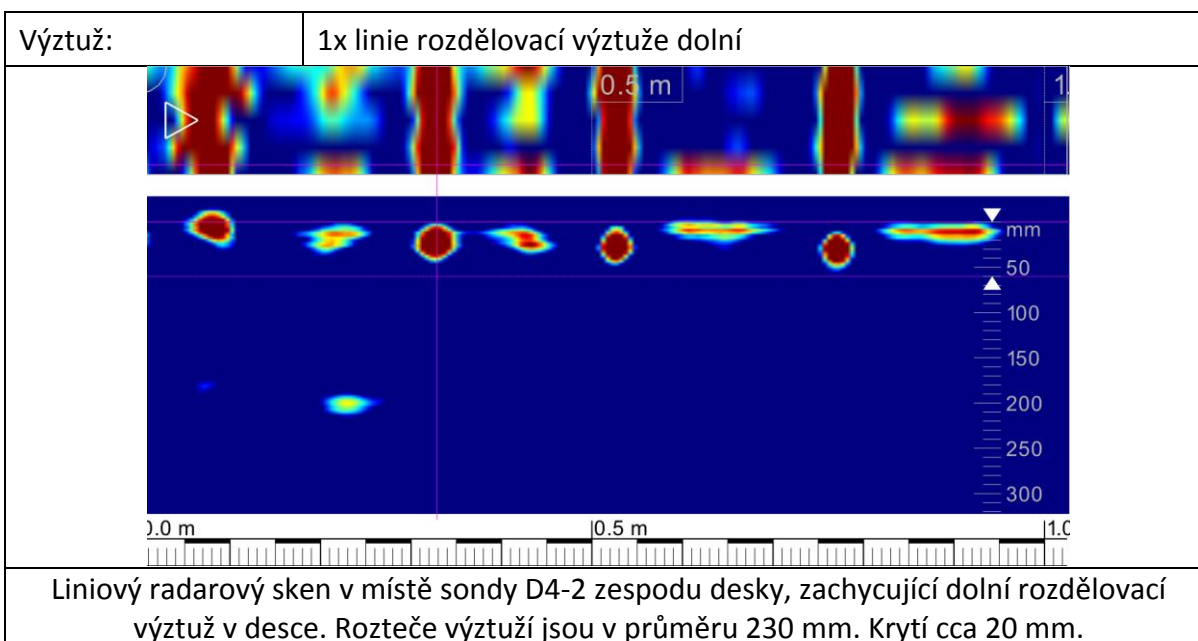
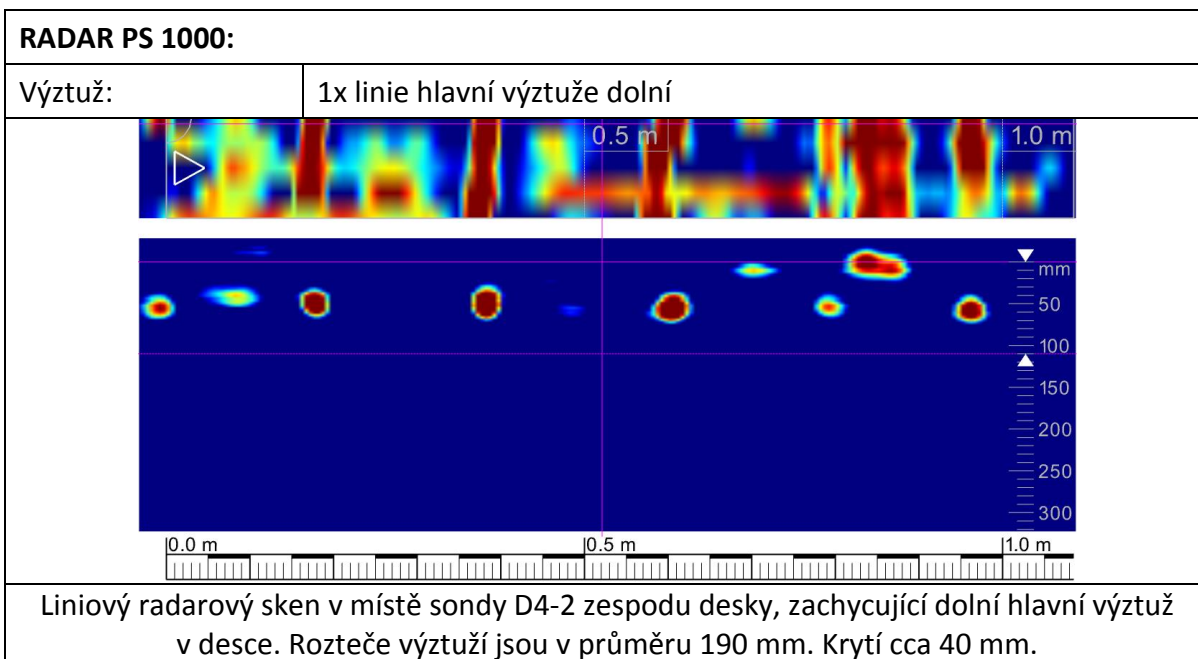
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ E 8 á 165 mm	Horní	φ E 8 á 200 mm

PROFOMETER PM-630:

Výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž (je blíže povrchu!)

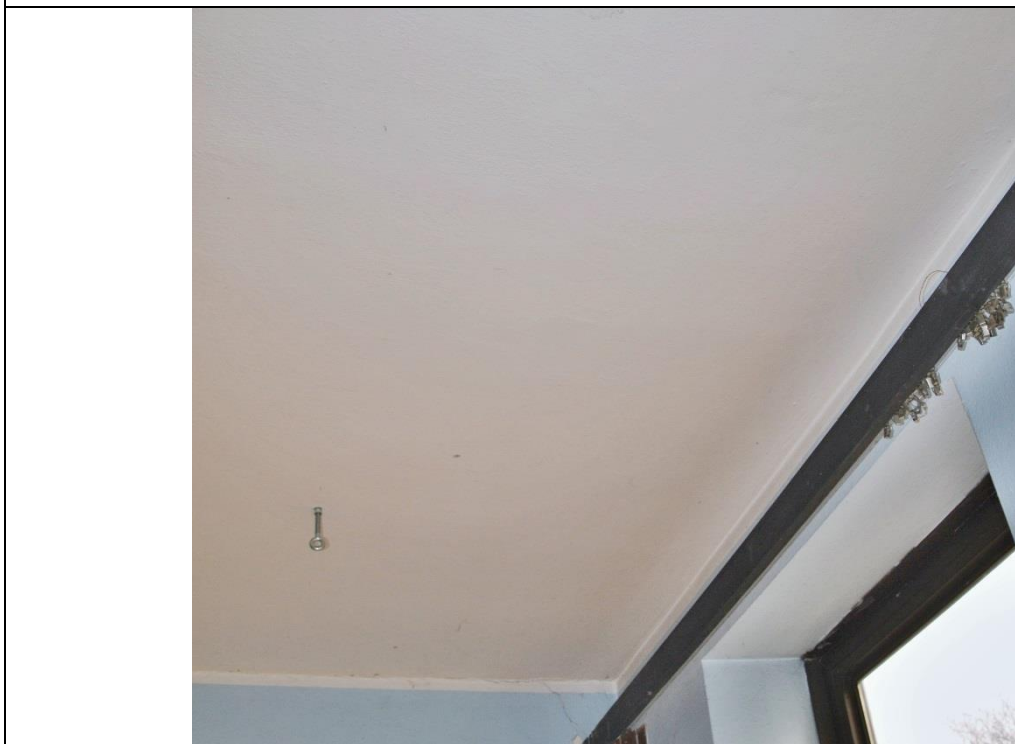


Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D4-2 zdola, která je zde však blíže povrchu. Rozteče nepravidelné v průměru á 200 mm, krytí 25–30 mm. Průměr změřen 23-25 mm, podle sond D4-4 a D4-5 jde s velkou pravděpodobností o **Ø V22**.



Zkušební místo	D4 - 3	Deska nad 4.NP	z dolní strany desky
-----------------------	---------------	----------------	----------------------

Zadání: strop: sken dolní výztuže

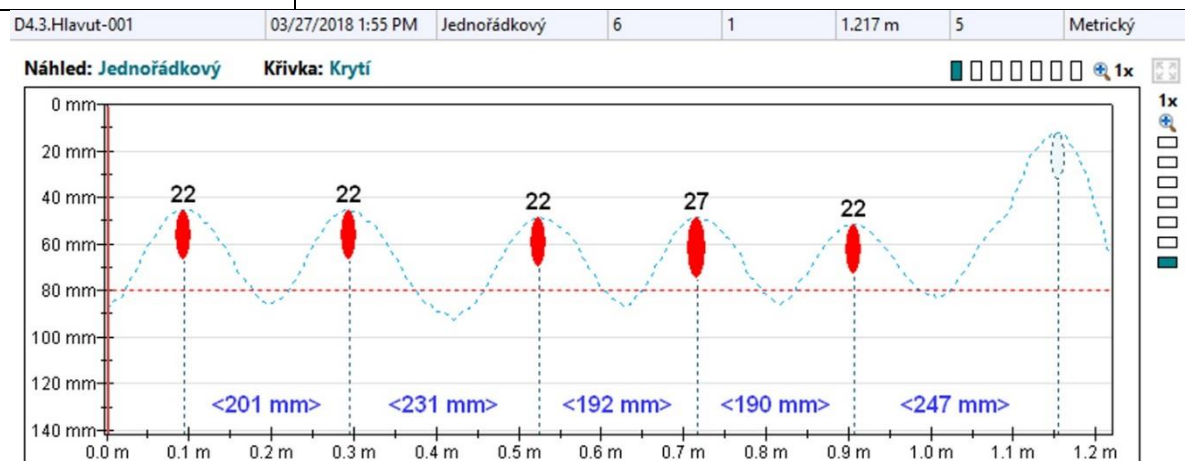


Dle výkresu:

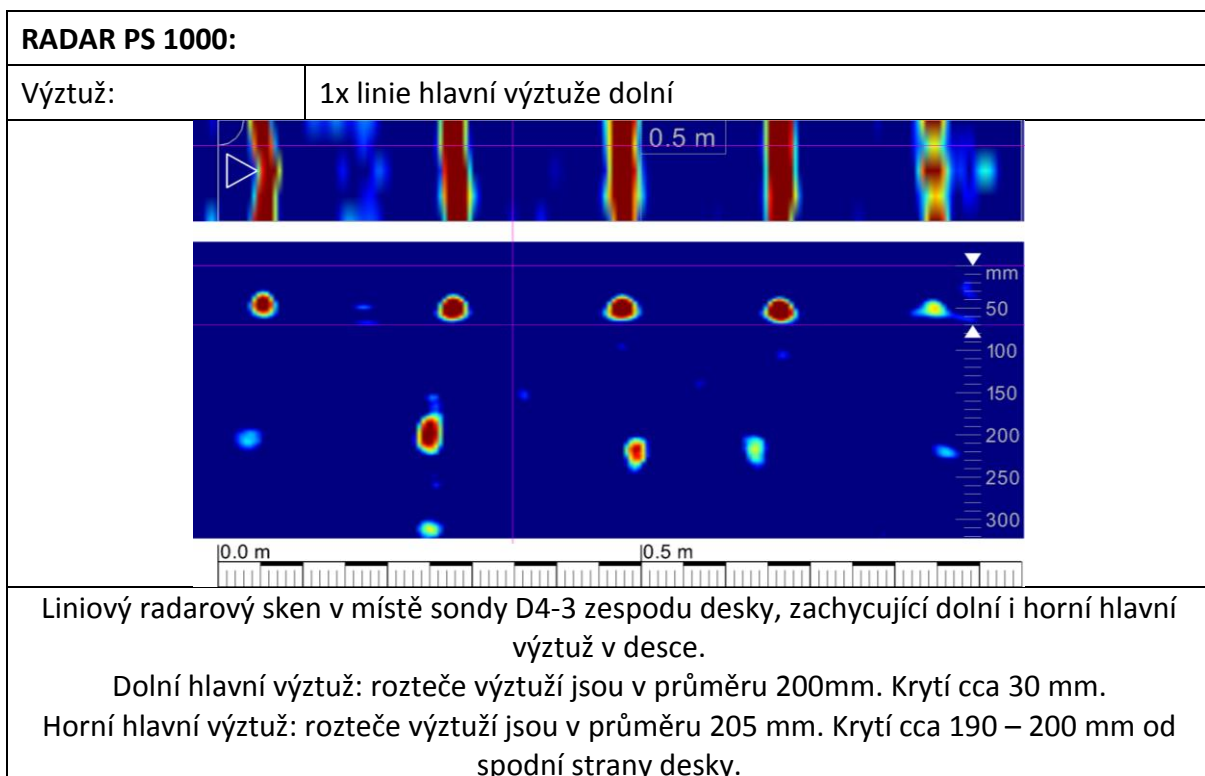
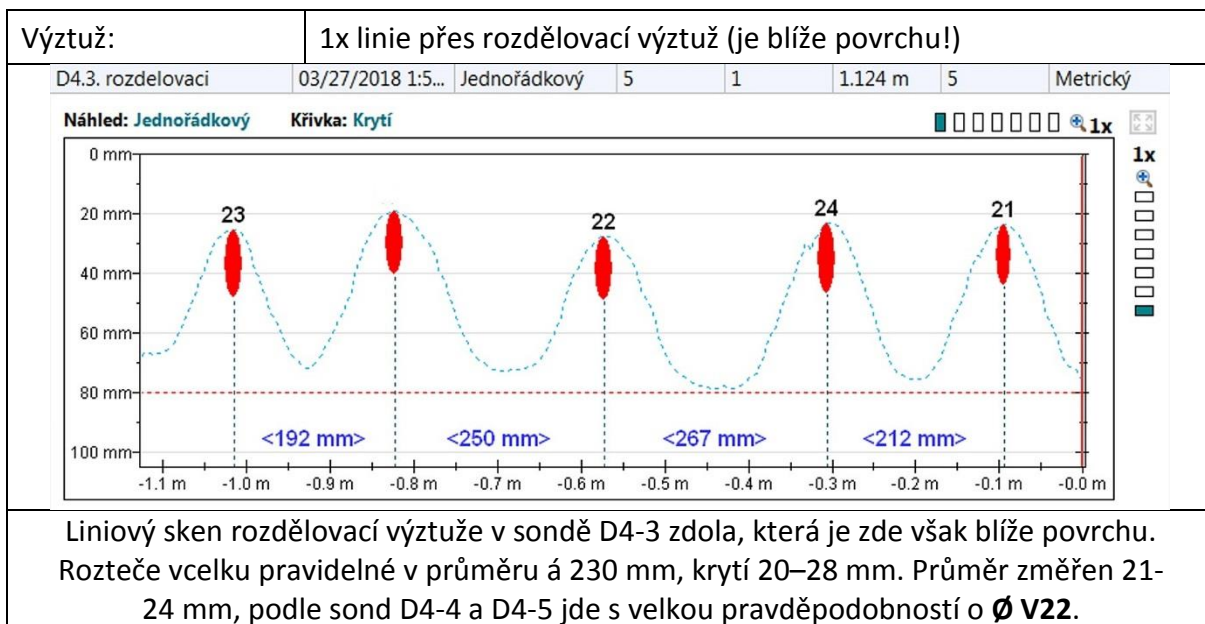
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ J 20 á 165 mm	Horní	φ E 8 á 200 mm

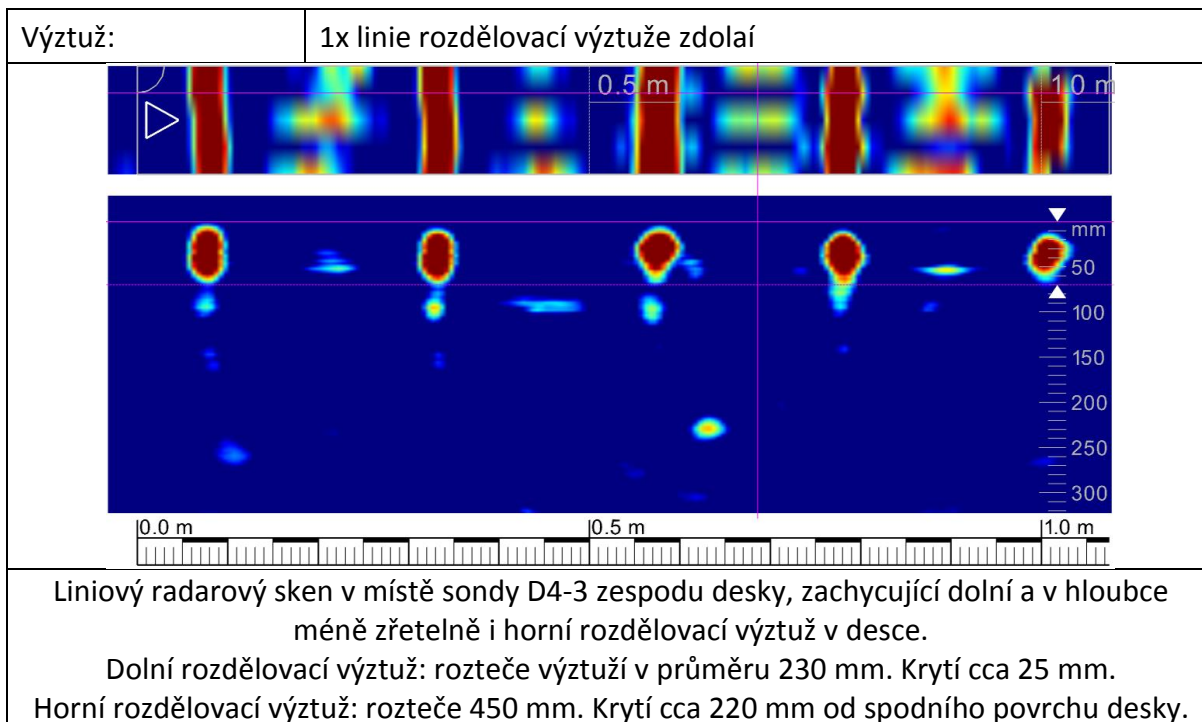
PROFOMETER PM-630:

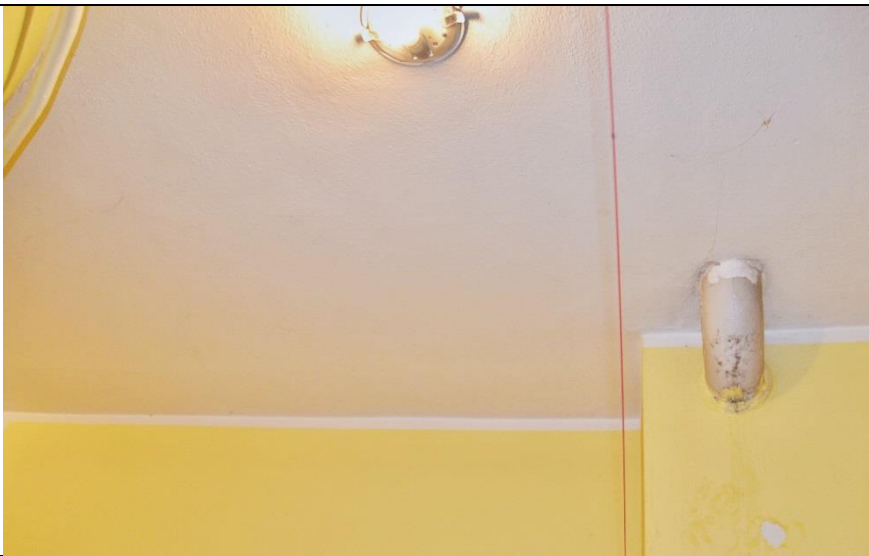

Výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž (je dále od povrchu!)



Liniový sken hlavní výztuže v sondě D4-3 zdola, která je zde však dále od povrchu. Rozteče pravidelné v průměru á 200 mm, krytí 45–50 mm. Průměr změřen 22 mm (až na jednu anomálii), podle sond D4-4 a D4-5 jde skutečně o průměr 22 mm, tedy o **Ø V 22**.

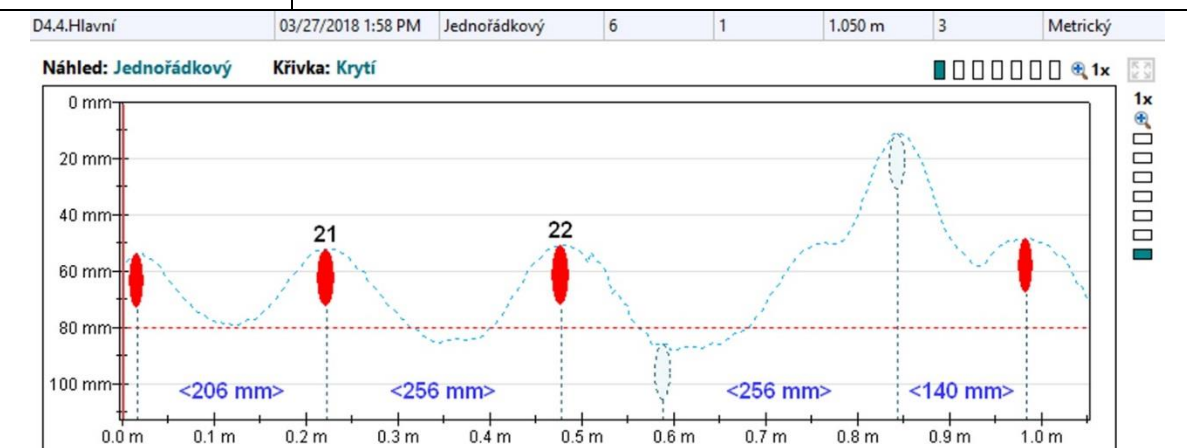




Zkušební místo	D4 - 4	Deska nad 4.NP	z dolní strany desky
<i>Zadání: strop: sken dolní výztuže + sekaná sonda</i>			
			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	φ J 20 á 165 mm	Dolní	φ J 20 á 200 mm
Horní	φ E 8 á 165 mm	Horní	φ J 20 á 400 mm + φ E 8 á 200 mm
Sekaná sonda:			
			
Hlavní výztuž:			
Dolní	φ V 22, krytí 20 mm omítka	Dolní	φ V 22, krytí 42 mm omítka

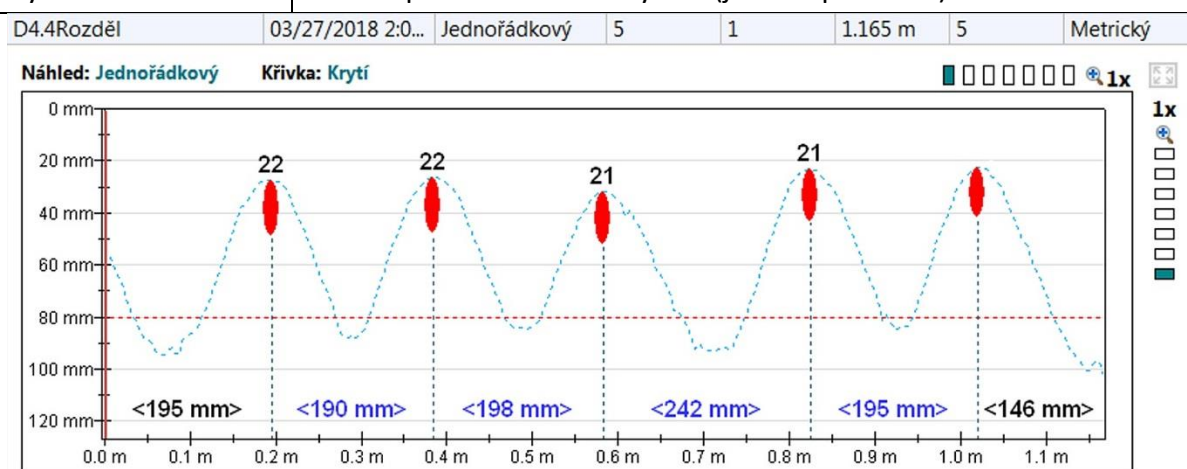
PROFOMETER PM-630:

Výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž (je dále od povrchu!)

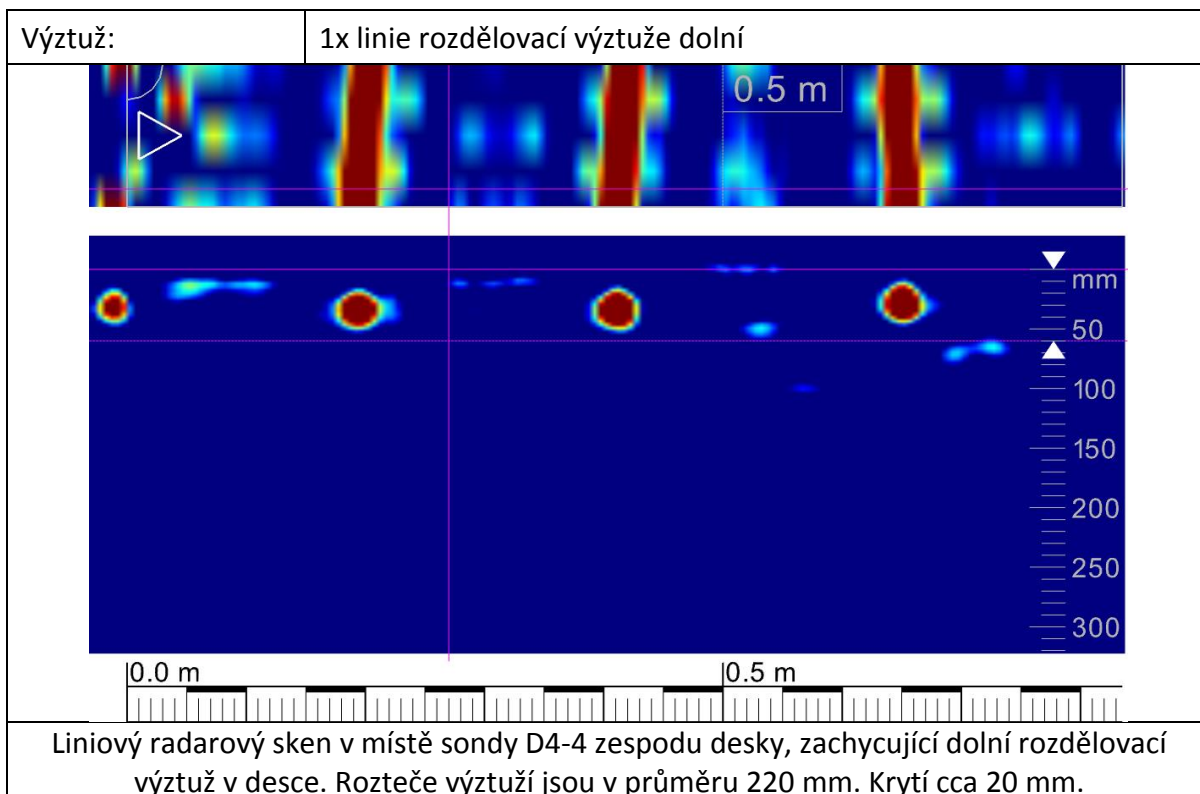
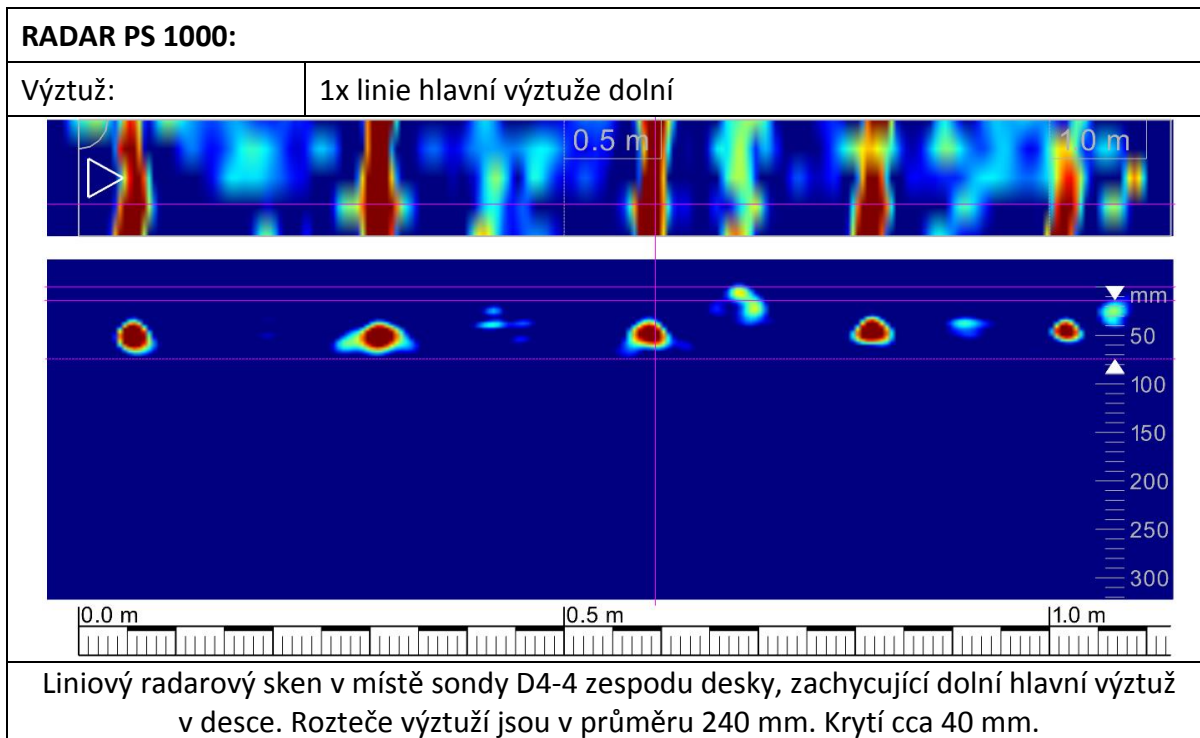




Liniový sken hlavní výztuže v sondě D4-4 zdola, která je zde však dále od povrchu. Rozteče pravidelné v průměru á 240 mm, krytí cca 50 mm. Průměr změřen 21-22 mm, podle sekané sondy jde skutečně o \varnothing V 22.

Výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž (je blíže povrchu!)



Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D4-4 zdola, která je zde však blíže povrchu. Rozteče vcelku pravidelné v průměru á 210 mm, krytí 22–30 mm. Průměr změřen 21-22 mm, podle sekané sondy D4-4 se jedná o \varnothing V 22.

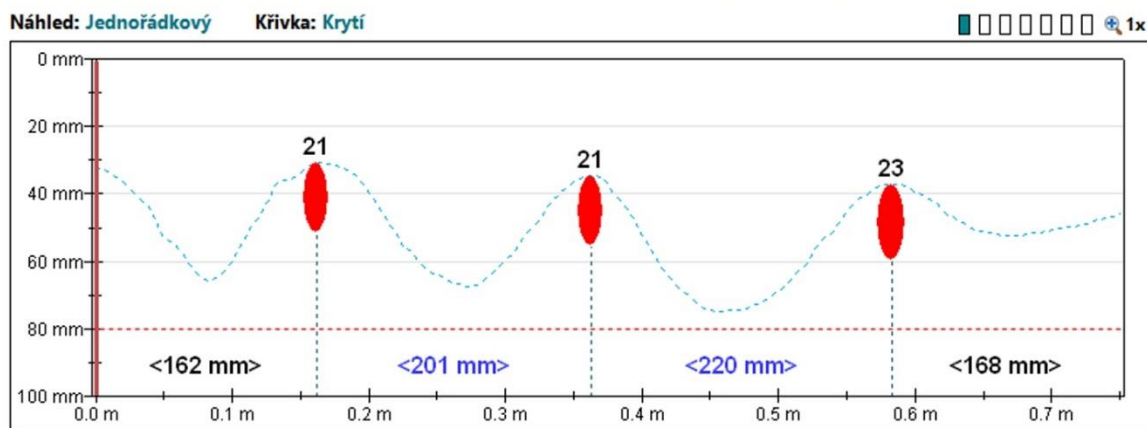


Zkušební místo	D4 - 5	Deska nad 4.NP	z dolní strany desky
<i>Zadání: strop: sken dolní výztuže (horní výztuže) + sekaná sonda</i>			
			
Dle výkresu:			
Hlavní výztuž:		Rozdělovací výztuž:	
Dolní	ϕ J 20 á 165 mm	Dolní	ϕ J 20 á 200 mm
Horní	ϕ J 20 á 165 mm	Horní	ϕ J 20 á 400 mm
Sekaná sonda:			
			
Hlavní výztuž:			
Dolní	ϕ V 22, krytí 32 mm omítka	Dolní	ϕ V 22, krytí 10 mm omítka

PROFOMETER PM-630:

Výztuž: 1x linie přes hlavní výztuž (je dále od povrchu!)

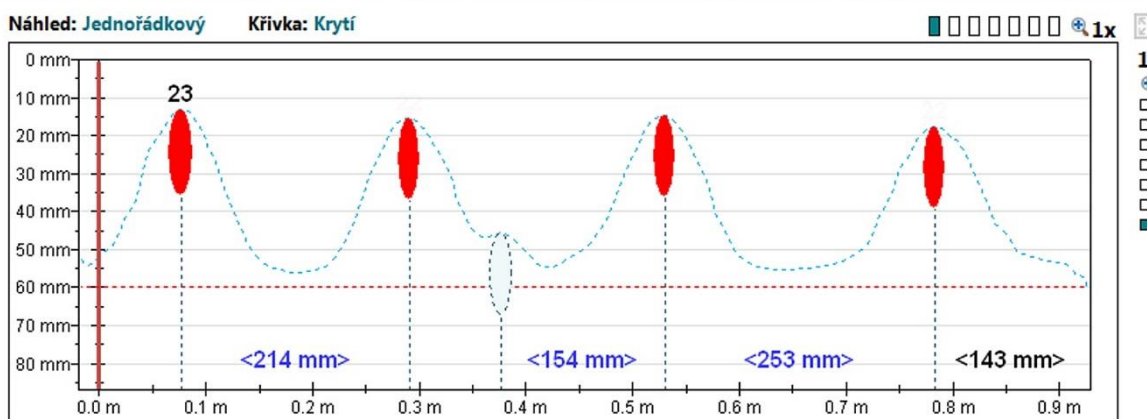
D4.5.Hlavní 03/27/2018 2:20 PM Jednořádkový 3 1 0.750 m 3 Metrický



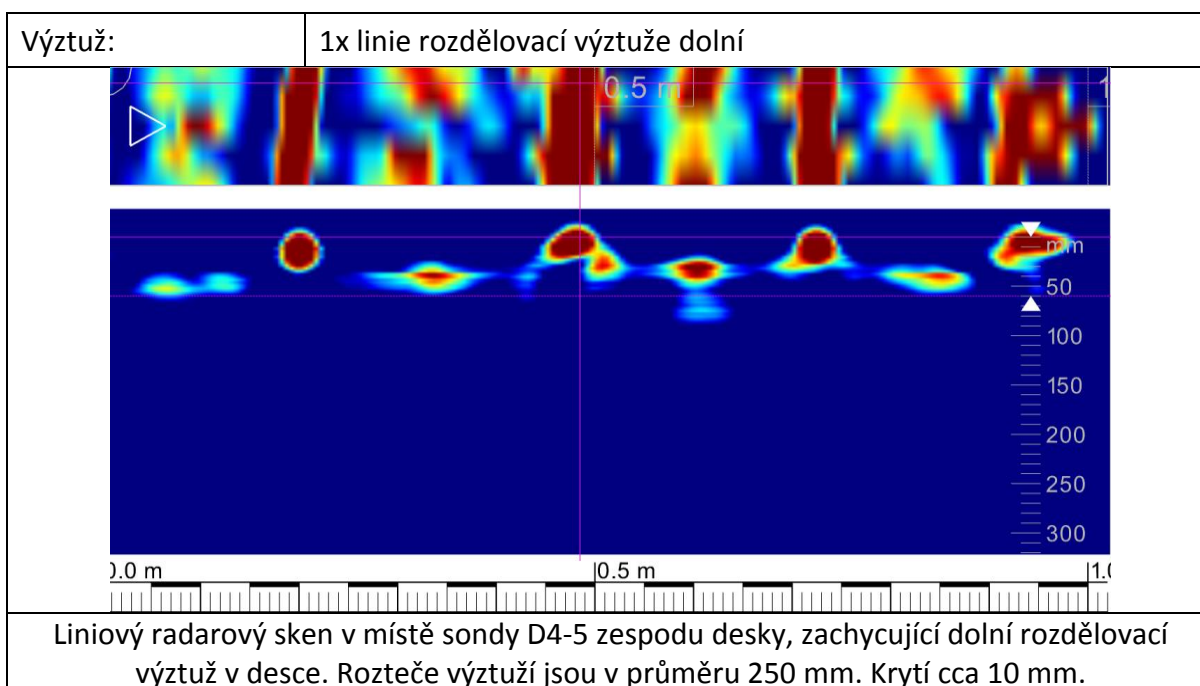
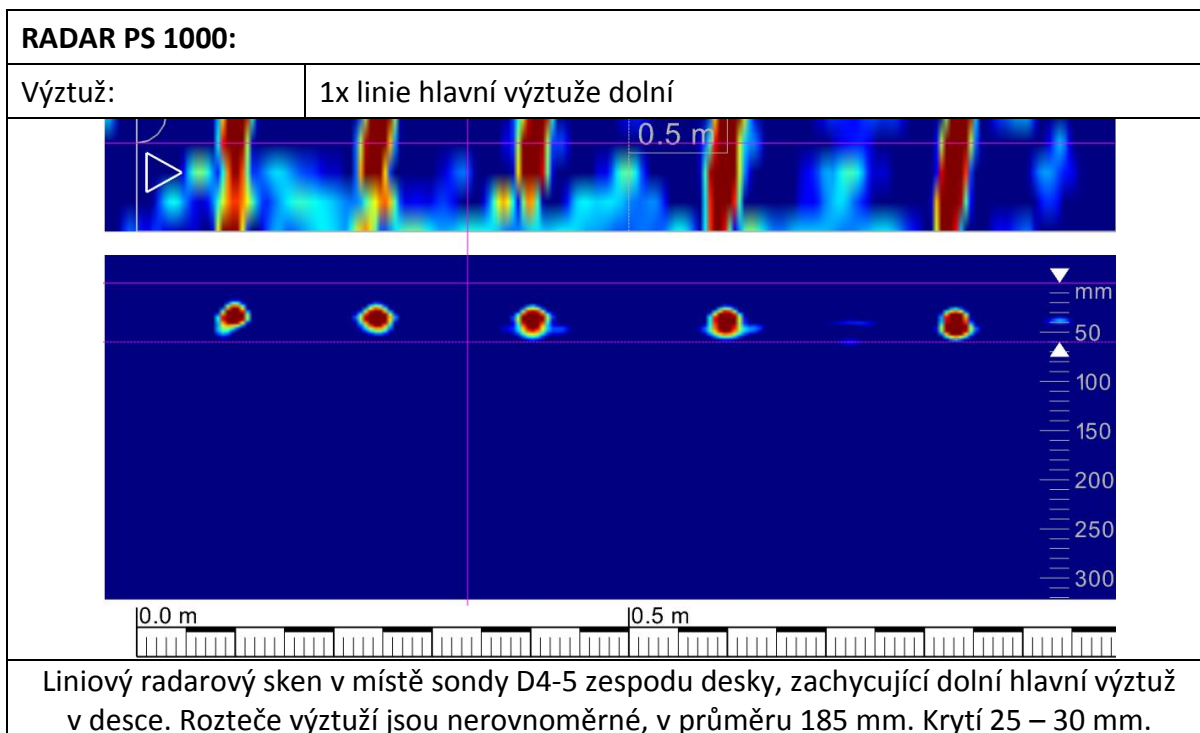
Liniový sken hlavní výztuže v sondě D4-5 zdola, která je zde však dále od povrchu. Rozteče pravidelné v průměru á 210 mm, krytí cca 30-38 mm. Průměr změřen 21-22 mm, podle sekané sondy jde skutečně o \varnothing V 22.

Výztuž: 1x linie přes rozdělovací výztuž (je blíže povrchu!)

D4.5.Rozdělovací 03/27/2018 2:0... Jednořádkový 5 1 0.942 m 3 Metrický



Liniový sken rozdělovací výztuže v sondě D4-5 zdola, která je zde však blíže povrchu. Rozteče vcelku pravidelné v průměru á 235 mm, krytí 10–17 mm. Průměr změřen 23 mm, podle sekané sondy D4-5 se jedná o \varnothing V 22.



Poznámka: Horní výztuž v desce v sondě D4-5 radar nezachytil.

3.4 Lokalizace výztuže pro odběr jádrových vývrtů

Součástí řešení bylo i nalezení a zakreslení výztuže za účelem odběrů jádrových vývrtů z betonu. Jedná se o důležitou činnost, která v první řadě chrání konstrukci proti poškození (přerušení jednotlivých prutů výztuže sice nemusí znamenat přímo ohrožení bezpečnosti, ovšem je vhodné tomu předcházet), ovšem výztuž přítomná v odebraném vzorku betonu znamená komplikace při zjištění pevnosti v tlaku – výsledky mohou být zkresleny. Proto byla odběru vzorků a vyhledání výztuže v místech odběrů věnována patřičná pozornost. Lokalizace výztuže byla stanovena radarem Hilti PS 1000 liniovým skenováním v obou směrech, průběh výztuží byl zakreslen přímo na povrch podlahy (ilustrační foto na obr. 3.4).



Obr. 3.4: Liniový radarový sken v místě jádrového vývrtu pro vytyčení oblastí, kde lze bezpečně vrtat.

4. ZÁVĚR

Předmětem diagnostického průzkumu vyztužení železobetonových stropů v Beskydském divadle v Novém Jičíně bylo na minimálně 17 zkušebních místech ve 2. NP, 3. NP a 4. NP ověřit rastr výztuže v obou směrech, určení spodní a v příznivých případech i horní výztuž. Provedení měření mělo být v maximální míře nedestruktivní, za pomoci radaru Hilti PS 1000 a Profometru PM-630. Ačkoliv se jedná o nejmodernější přístroje na trhu, mají přesto určitá omezení jak z hlediska dosahu, tak i z hlediska rozlišovací schopnosti. Proto bylo přikročeno v nezbytně nutné míře i k sekaným sondám.

Výsledky měření jsou znázorněny ve formě grafických výstupů z obou přístrojů s komentáři v kapitole 3 této zprávy. Jelikož byla k dispozici výkresová dokumentace, je zde provedeno i porovnání skutečně zjištěného stavu s touto původní dokumentací. Ukázalo se, že jsou zde značné disproporce.

V případě dolní výztuže se většinou jedná o jiný druh a profil hlavní i rozdělovací výztuže, menší odchylky byly zaznamenány v roztečích výztuže. Použití odlišného druhu a průměru výztuže zde však nepostrádá určitou logiku, např. ve 3. NP je místo \emptyset J 20 použita výztuž \emptyset V 18, takže menší průměr je kompenzován vyšší mezí kluzu. Podobně v případě rozdělovací výztuže ve 2. NP je místo \emptyset E 8 použita výztuž \emptyset T 6. V ostatních podlažích je zjištěná výztuž buď stejného, anebo většího průměru, rovněž při použití kvalitnější oceli typu 10425 (V).

Zřejmě závažnější vady konstrukce byly zaznamenány při lokalizaci horní výztuže. Ne vždy se podařilo horní výztuž nalézt, což však nemusí znamenat její nepřítomnost – měření bylo ovlivněno např. přítomností delaminací v silných vrstvách podlahy. V každém případě však lze konstatovat, že horní výztuž se ve většině případů nacházela ve značné hloubce pod horním povrchem desky. To má samozřejmě vliv na zmenšení ramene vnitřních sil a snížení spojitého efektu desky. Proti výkresové dokumentaci nebyla v žádné sondě zaznamenána svařovaná síť.

Zpracovatelé jsou připraveni spolupracovat s odpovědným zástupcem objednavatele při upřesnění dat získaných stavebně technickým průzkumem formou konzultační činnosti v souvislosti s uvedenými skutečnostmi stávajících závěrů diagnostického průzkumu.