

1993

Číslo zakázky:	Datum:	Stupeň:	Formát:
93 027 00	4/1993	TP	A4
Ředitel:	Zodp. projektant:		
ING. NEZVAL	ING. VODIČKA		
<i>v. f. vodička</i>	<i>Vodička</i>		
Tech. kontrola:	Vypracoval:		
ING. LUKES	ING. KIML		
<i>luk</i>	<i>Kiml</i>		
KOMOŘANY – dilatační celek K1 DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM			
Zadavatel: POWER INTERNATIONAL	Obec: KOMOŘANY	Okres: MOST	Souprava Průloha č. 2



Bezová 1658
147 14, Praha 4
tel. (02) 463451
fax. (02) 4761216

Obsah:

	str.
1. Technická zpráva	1
2. Zpráva o zkoušce jádrových vývrtů	9
3. Vyhodnocení zkoušek Schmidovým tvrdoměrem	13
4. Přílohy:	
- zakreslení zkušebních míst	75
- zakreslení nalezené výztuže	79
- fotodokumentace - samostatná PŘÍLOHA č. 5	

Komořany - diagnostický průzkum dilatačního celku K1

T E C H N I C K Á Z P R Á V A

Na objednávku POWER International provedl PONTEX s.r.o. v únoru a březnu 1993 diagnostický průzkum monolitických železobetonových sloupů dilatačního celku K1 teplárny v Komořanech.

Součástí diagnostického průzkumu bylo:

- zjištění kvality betonu monolitických železobetonových sloupů (tvrdoměrem s upřesněním vývrty ϕ 50 mm)
- zjištění stupně karbonatace betonu
- zjištění způsobu vyztužení sloupů

Podkladem pro provedení diagnostického průzkumu byla část projektové dokumentace z doby před výstavbou objektu (1944) a zaměření provedené pracovníky Pontexu v únoru 1993.

Diagnostický průzkum byl proveden jako podklad pro rekonstrukci, při které budou na střechu objektu uloženy nové látkové filtry.

Technický popis objektu

Nosná konstrukce je provedena jako dva samostatné železobetonové monolitické skelety označené jako rám AB a CD, spojené ocelovými střešními vazníky. Rám AB má osovou vzdálenost sloupů v příčném směru 9 m a v podélném směru se pravidelně střídá 12 a 6 m (krajní řada má rozpon 7 m). Rám CD má osovou vzdálenost v příčném směru 11,5 m a v podélném směru 9 m. Rám CD nemá krajní řadu sloupů označenou jako řada 1 (budova uskakuje) a začíná až řadou 2, která je tvořena sloupy menšího rozměru (schodiště). U rámu AB nemá řada 1 ještě plný rozměr a hlavní nosné sloupy jsou až v řadě 2. Budova je rozdělena na několik samostatných dilatačních celků, jednotlivé celky jsou vždy samostatně dilatovány po dvojicích kotlů.

Podlahy v jednotlivých úrovních tvoří železobetonové trémové stropy. Všechny nosné sloupy jsou v jednotlivých rámech spojeny v podélném i příčném směru průvlaky. Podrobně je konstrukce zakreslena v samostatné příloze. Sloupy, na kterých byl proveden diagnostický průzkum, jsou označeny v jednotlivých půdorysech.

Stavební stav konstrukce

Vzhledem k umístění konstrukce uvnitř haly je její celkový stav dobrý. Jsou však místa, zejména v řadě CD, kde vlivem působení páry a vody (z netěsných potrubí) je lokální narušení značné. Jedná se zejména o sloupy C3 až C6 na úrovni + 0,20, a o stropní konstrukci na úrovni + 7,70 v řadě CD - 3-6, její průzkum nebyl předmětem objednávky (doporučujeme dodatečně provést průzkum těchto stropů a následné zpracování projektu jejich sanace).

V případě sloupů C4 a C5 se jedná o velmi vážnou závadu a bude nutné zajistit jejich následné zesílení. U sloupu C6 nemohla být výztuž podrobně oměřena vzhledem k vysoké teplotě páry unikající z potrubí vedle sloupu.

Zkoušky betonu

Zkoušky pevnosti betonu byly provedeny na předem upravených místech (viz. ČSN 73 13 73 - Tvrdoměrné metody zkoušení betonu) s použitím Schmidtova tvrdoměru typu N (číslo 131 474).

Při zkoušce byla stanovena pevnost betonu v tlaku pomocí kalibračního vztahu uvedeného v ČSN 73 13 73 (tab. 2). Jedná se o zkoušku s nezaručenou přesností.

Koeficienty byly uvažovány: $\alpha_t = 0,9$ (beton starší 1 roku)

$\alpha_w = 0,85$ (suchý beton)

Podrobné výsledky měření Schmidtovým tvrdoměrem jsou uvedeny v příloze.

Rozmístění zkušebních míst je zakresleno v samostatných přílohách. Celkem bylo vyhodnoceno 168 zkušebních míst a 19 zkušebních těles z devíti jádrových vývrtů. Pro upřesnění byly použity vývrty ϕ 50 mm, namísto normového ϕ 100 mm, aby nedošlo k většímu oslabení konstrukce. Při vyhodnocení byly dva výsledky zjištěné na vzorcích z vývrtů vyloučeny vzhledem k jejich výrazně odlišným hodnotám (vliv velkých zrn v kamenivu).

Vyhodnocením tvrdoměrných měření upřesněných vývrtů podle ČSN 73 20 11 byly určeny následující pevnosti betonu:

Vyhodnocení pevnosti R_{bg} :

soubor měření (po podlažích)	počet zk. míst	R_{bg} (MPa)	značka betonu ČSN 732400
řada D - 3,80	20	41,9	B 40
B + 0,20	20	22,1	B 20
C + 0,20	11	22,8	B 20
A + 4,30	21	24,2	B 20
CD + 18,80	30	25,1	B 20
D + 23,50	21	24,4	B 20
AB + 29,75	45	21,9	B 20
celkem	168 zkušebních míst		

Z výsledků měření je patrné, že ve všech případech (kromě úrovně D - 3,80) se jedná o beton B 20, proto doporučujeme ve statickém výpočtu uvažovat také beton třídy B 20. Stejně výsledky

lze získat ze samostatného vyhodnocení zkušebních vzorků z vývrtů:

č.vývrtu	Rb (MPa)				Rb (MPa)	bet. tř.
Řada AB, úroveň + 0,20 m						
V1	46,3					
V2	33,3	22,0	23,5		31,3	B20
Řada CD, úroveň +0,20 m						
V3	23,6	26,9	31,9	31,6	28,5	B20
Řada CD, úroveň - 3,80 m						
V4	46,6					
V5	46,7	48,2	43,8		46,3	B40
Řada AB, úroveň + 4,30 m						
V6	29,2					
V7	38,8	23,4			30,5	B20
Řada CD, úroveň + 18,80 m						
V8	35,5	28,9				
V9	41,6				35,3	B28

Podrobné výsledky ze zkoušek vývrtů jsou v samostatné zprávě .

Modul pružnosti betonu

Určení modulu pružnosti betonu bylo provedeno podle ČSN 73 00 38 "Navrhování a posuzování konstrukcí při přestavbách".

a) Zaručená pevnost betonu (z výsledků měření na vývrtech)

$$R_{bg} = R - K_n \times S_r$$

Průměrné hodnoty pevností pro jednotlivé vývrty jsou:

V1.....46,3 MPa	V6.....29,2
V2.....26,3	V7.....31,1
V3.....28,5	V8.....32,2
V4.....46,6	V9.....41,6
V5.....46,2	

Průměr z 9 hodnot $R_b = 36,4 \text{ MPa}$ $S_r = 8,6 \text{ MPa}$ $K_n = 1,83$

$$R_{bg} = 36,4 - 1,83 \times 8,6 = 20,7 \text{ MPa} \quad (\text{odpovídá B20})$$

Modul pružnosti je

$$E_b = R_{bg} \times (1084 - 9,4 \times R_{bg}) + 8360 =$$

$$20,7 \times (1084 - 9,4 \times 20,7) + 8360 = 26\,770 \text{ MPa}$$

zaokrouhleno

$$E_b = 27\,000 \text{ MPa}$$

Stejnou hodnotu lze získat dle ČSN 73 20 19 (tab.6, str. 11), kde pro $R_{bg} = 20,7 \text{ MPa}$ je $E_b = 27\,000 \text{ MPa}$

Karbonatace

Zjištění karbonatace betonu bylo prováděno při tvrdoměrných měřeních betonu na ploše upravené zbroušením vrchní vrstvy betonu tl. 3-5 mm, na omítnutých částech byla předem odsekána omítka. Při měření byly zjištěny hodnoty $\text{pH} = 5 - 9$, což svědčí na většině místech o ztrátě ochranných vlastností povrchové vrstvy betonu. V místech, kde není vlhkost není zjištěná skutečnost na závadu. Tam kde zatéká nebo je zvýšená vlhkost a beton je nedostatečně hutný však dochází velmi snadno ke korozi výztuže. Při $\text{pH} < 9$ ztrácí beton ochrannou funkci a dochází ke korozi výztuže.

Další zjišťování karbonatace bylo prováděno na vývrtech průměru

50 mm odebraných ze sloupů. Podrobné výsledky jsou uvedeny v tabulce. Při tomto měření bylo zjištěno, že karbonatace zasahuje do hl. 5 - 10 mm (do hl. 5 - 10 mm je $\text{pH} < 9$).

Tabulka karbonatací na vývrtech

vývrt č.	hloubka 0 - 5	hloubka 5 - 10	hloubka 10 - 15	hloubka 15 - 20 [mm]
1	byl odebrán z větší hloubky od povrchu			
2	7	7	9	10
3	7	7	9	10
4	7	7	9	10
5	7	7	9	10
6	7	7	9	10
7	7	7	9	10
8	7	9		10
9	7	9	10	10

Při měření byla použita souprava RAINBOW INDICATOR (fa. GERMAN)

Výztuž sloupů

Výztuž sloupů byla zjišťována magnetickým indikátorem profometer 3D (fa Proceq, Švýcarsko), ověřována navrtáním a ručním oměřením a rovněž v místech poškození byla výztuž zjišťována vizuálně a oměřována ručně. Výsledky měření jsou zaznamenány v podrobné grafické příloze.

Celkem byla výztuž zjišťována v 30 průřezích. Z výsledků je patrné, že výztuž sloupů v řadě AB odpovídá původnímu výkresu výztuže z roku 1944. V řadě AB byla ve všech zjišťovaných průřezích zjištěna

hladká ocel kruhového průřezu. Výztuž u sloupů v řadě AB nad úrovní + 29,75 m nebyla zjišťována. Pro řadu CD se žádná výkresová dokumentace nedochovala. Zjištěná výztuž je od úrovně - 3,80 do + 0,20 m hladká kruhová, ve všech dalších úrovních byla zjištěna výztuž typu Roxor. Výpočtové pevnosti zjištěné výztuže doporučujeme uvažovat podle ČSN 73 00 38 , vzorky z konstrukce nebylo možné odebrat.

Závěr - návrh opatření

Na základě provedeného průzkumu doporučujeme:

- a) Beton sloupů uvažovat ve statickém výpočtu jako B 20 s modulem pružnosti $E_b = 27\,000\text{ MPa}$.
- b) Výztuž pro řadu AB převzít z původní výkresové dokumentace. Výztuž v řadě CD uvažovat podle skutečně naměřených hodnot. Výpočtové pevnosti výztuže uvažovat podle ČSN 730038.

Při zjišťování stupně karbonatace bylo zjištěno, že beton je silně zkarbonatovaný a krycí vrstva betonu není schopna plnit ochrannou funkci. Vzhledem k tomu, že beton většiny sloupů je hutný a konstrukce je v suchém prostředí dochází nyní ke korozi výztuže pouze v místech kde přímo zatéká na sloupy (těsně u podlahy při čištění vodou nebo v místech úniku páry). To platí především pro sloupy C4 až C6 na úrovni + 0,20 m, kde došlo k výraznému oslabení výztuže. U ostatních částí konstrukce se zkarbonatování povrchové vrstvy zatím nijak neprojevuje. Jakmile bude umožněn přístup vlhkosti ke konstrukci bude pravděpodobně rychle docházet ke korozi nechráněné výztuže a k porušování krycí betonové vrstvy.

Dále bylo při prohlídce konstrukce zjištěno na několika místech

velmi vážné poškození stropních konstrukcí v řadě CD na úrovni + 0,20 m a + 7,70 m (silná koroze výztuže a betonu v místech kde zatéká do podhledu nosné konstrukce. Místy je však podhled z velké části zakrytý a stav konstrukce není možné zjistit. Proto doporučujeme dodatečnou kontrolu průvlaků a stropů a následné zpracování projektu jejich rekonstrukce a zesílení.

Při provádění opravy konstrukce doporučujeme:

- zajistit důkladné očištění betonu nosné konstrukce tlakovou vodou, v místech kde je již narušený beton je nutné tento beton odstranit a odrezit výztuž,
- odrezenou výztuž opatřit ochranným nátěrem, popř. zesílit na základě statického posouzení,
- sanačním betonem opravit veškerá poškozená místa (doplnění profilu na původní tvar),
- celou konstrukci ošetřit ochranným nátěrem tak, aby nemohlo docházet k další korozi výztuže v případě zvýšené vlhkosti nebo úniku páry.

V Praze dne 19/3/93

Vypracoval: ing. Vladislav Vodička

ing. František Kiml

Stavby silnic a železnic a.s.

centrální laboratoře

laboratoř betonu

Partyzánská ul.

Praha 7

Zpráva č. 41/93

Zkoušky betonových vývrtů z tepláreny

Komořany

Praha
březen 1993

1. Ú v o d

Dne 8.3.1993 bylo do laboratoře betonu dodáno celkem 9 ks betonových vývrtů o průměru 45 mm odebraných ze sloupů železobetonové konstrukce teplárnny Komořany označených čísly V1 až V9. Vývrt V8 obsahoval výztuž. Bližší a podrobnější údaje o vývrtech jsou v tab.1.

Podle uzavřené smlouvy č. 02 - 0042 byly na vývrtech provedeny následující zkoušky betonu a jeho hodnocení:

- popis vývrtů podle ČSN 73 6172,
- objemová hmotnost betonu podle ČSN 73 1315,
- válcová a krychelná pevnost podle ČSN 73 1317.

2. M ě ř e n í

Hutnost betonu jednotlivých vývrtů byla posouzena z hlediska pórovitosti, dutinatosti, velikosti zrn a rozložení kameniva podle ČSN 73 6172.

Objemová hmotnost podle ČSN 73 1315 byla stanovena na neupravených vývrtech.

Po provedení popisu vývrtů byla diamantovou pilou zaříznuta čela zkušebních vzorků tak, aby se získalo co největší množství zkušebních těles pro zkoušku válcové pevnosti. Z vývrtů bylo získáno celkem 19 ks zkušebních těles pro zkoušku pevnosti. Rozměry zkušebních těles jsou v tab. 1. Štíhlost zkušebních těles se pohybuje v rozmezí $\lambda = 1,135 - 1,622$.

Tlačné plochy byly okončovány širnou maltou. Na upravených vzorcích byla stanovena pevnost betonu v tlaku a z ní pak byla vyhodnocena válcová pevnost pomocí opravných součinitelů v ČSN 73 1317 a s pomocí nomogramu ČVUT Praha. Krychelná pevnost byla z válcové pevnosti vypočtena pomocí vztahu mezi válcovou a krychelnou pevností v ČSN 73 1317. Krychelná i válcová pevnost platí pro základní rozměry krychlí a válců.

Průměr vývrtů 45 mm je vzhledem k výskytu velkých zrn nedostatečný a z toho důvodu mají výsledky jen informativní charakter.

Výsledky jednotlivých zkoušek a parametry vývrtů jsou přehledně uvedeny v tab. 1.

3. Z á v ě r

Beton vývrtů je hutný z netříděného šterkopísku s ojedinělými velkými zrny. Zjištěné krychelné pevnosti z jednotlivých vývrtů se pohybují v rozmezí 24,3 - 46,6 MPa, což podle ČSN 73 2400 odpovídá třídě betonu B25 - B45. Hodnoty je však nutné považovat za pouze informativní.

Tab.1 Vlastnosti betonů vývrtů z teplárny Komořany

Číslo vývrtu Číslo vzorku		V1 V1a	V2 V2a V2b V2c V2d				V3 V3a V3b V3c V3d				V4 V4a	V5 V5a V5b V5c		
Označení vývrtu		3B - 19	2B - 9				21 - 3C				5D - 32	6D - 42		
Kamenivo-rozložení		rovnosměrné ¹⁾ - netříděný šterkopísek s ojedinělými velkými zrny												
-max. zrno	mm	27x20	38x25 ²⁾				50x15 ³⁾				23x22	31x26		
Hutnost betonu		málo dutinatý	hutný s jednotlivými póry a dutinami											
-póry a dutiny		8	35				15				6	2		
-dutinatost ⁷⁾		5	2				1				0	1		
-kaverny		0	0				0				0	0		
Výztuž, poznámka														
Průměr vývrtu	mm	45,3	45,3				45,4				45,3	45,3		
Délka vývrtu	mm	70	275				260				115	170		
Objemová hmotnost	kg/m ³	2464	2308				2280				2328	2333		
Délka po seřiznutí	mm	47,3	60,8	60,8	58,0	67,3	61,3	55,3	58,7	55,9	78,9	50,6	50,8	47,1
po koncování	mm	51,6	67,6	65,2	61,2	70,5	65,5	60,0	61,9	60,5	83,0	56,5	54,9	51,4
Štíhlost		1,139	1,492	1,439	1,351	1,556	1,443	1,321	1,363	1,332	1,832	1,247	1,212	1,135
Změřená pevnost ⁹⁾	MPa	46,9 ¹⁰⁾	32,0	20,2	22,3	17,1*	21,9	25,0*	30,0	30,9	44,7	48,7	50,0*	47,2
Válcová pevnost ¹¹⁾	MPa	40,3	27,8	17,6	18,8	14,7	18,9	21,5	25,5	26,3	40,5	40,6	41,9	38,1
Krychelná pevnost ¹²⁾	MPa	46,3	33,3	22,0	23,5	18,4	23,6	26,9	31,9	31,6	46,6	46,7	48,2	43,8
Průměrná krychelná pevnost	MPa	46,3	24,3				28,5				46,6	46,2		

Tab.1 Vlastnosti betonů vývrtů z teplárny Komořany (pokračování)

Číslo vývrtu Číslo vzorku		V6 V6a	V7 V7a V7b	V8 V8a V8b	V9 V9a
Označení vývrtu		3A - 98	4A - 110	4B - 122	5D - 132
Kamenivo-rozložení		rovnoměrné ¹⁾ -netříděný štěrkopisek s ojedinělými velkými zrny			
-max. zrno	mm	57x35 ⁴⁾	54x29 ⁵⁾	46x31 ⁶⁾	26x22
Hutnost betonu		hutný s jednotlivými póry a dutinami			
-póry a dutiny		11	28	11	7
-dutinatost ⁷⁾		3	4	0	0
-kaverny		0	0	0	0
Výztuž, poznámka				1x $\phi 10$ mm (rovnor) 42mm od shora ⁸⁾	
Průměr vývrtu	mm	45,3	45,3	45,4	45,3
Délka vývrtu	mm	82	165	171	60
Objemová hmotnost	kg/m ³	2353	2364	2432	2345
Délka po seříznutí	mm	70,4	71,4 64,7	73,7 80,0	56,4
po koncevání	mm	73,5	74,1 69,2	77,3 83,1	61,0
Štíhlost		1,622	1,636 1,527	1,703 1,830	1,346
Změřená pevnost ⁹⁾	MPa	26,7	36,3* 21,4*	33,1 25,6*	40,3
Válcová pevnost ¹¹⁾	MPa	23,4	32,3 18,7	29,6 23,1	34,7
Krychelná pevnost ¹²⁾	MPa	29,2	38,8 23,4	35,5 28,9	41,6
Průměrná krychelná pevnost	MPa	29,2	31,1	32,2	41,6

Poznámka: 1) Rozložení rovnoměrné s ohledem na malý průměr a značné rozměry některých zrn.

2) Další zrna 38x15, 37x23, 29x27 mm.

3) Další zrna 37x21, 28x19 mm.

4) Další zrna 45x15, 40x21, 30x21 mm.

5) Další zrna 41x18, 35x20, 30x27 mm.

6) Další zrna 35x22, 27x20, 35x20 mm.

7) Dutiny větší než 7 mm.

8) Výztuž zůstala ve zkušebním vzorku V8a 39 mm od shora.

9) Křížkem označeny vzorky s velkými zrny.

10) 80 % objemu zkušebního tělesa tvořil kámen.

11) Pevnost pro rozměry válce - ϕ 150 mm, délka 300 mm.

12) Pevnost pro krychle o hraně 150 mm.

Vypracoval: ing. Stanislav Antoš



Stavební úřad a železnice, a.s.
Praha 1, Národní třída 10
Centrální laboratoře

VYHODNOCENÍ ZKOUŠEK

SCHMIDTOVÝM TVRDOMĚREM

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.	strana
Komorany		14
Datum: 3/3/1993 Zpracovatel: ing. Kiml		
Zkousena cast konstrukce: SLOUPY D -3,80		
Stari betonu: > 1 rok Vlhkost betonu: suchy		
Smery mereni: 1-NAHORU 2-DOLU 3-VODOROVNE 4-NAHORU 45' 5-DOLU 45'		

Zkusebni misto: 32	a	52	43	52	47	48	46	44	49
Smer mereni: 3	prumer	48	Mez 0.8 = 38				Mez 1.2 = 57		
Karbonatace: pH=7	platne	52	43	52	47	48	46	44	49
Vlhkost: suchy	prumer	a = 47.6				Rbe = 54.6 MPa			

Zkusebni misto: 33	a	47	45	42	46	45	44	46	44
Smer mereni: 3	prumer	45	Mez 0.8 = 36				Mez 1.2 = 54		
Karbonatace:	platne	47	45	42	46	45	44	46	44
Vlhkost: suchy	prumer	a = 44.9				Rbe = 49.4 MPa			

Zkusebni misto: 34	a	56	59	60	61	61	58	57	59
Smer mereni: 3	prumer	59	Mez 0.8 = 47				Mez 1.2 = 71		
Karbonatace:	platne	56	59	60	61	61	58	57	59
Vlhkost: suchy	prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto: 35	a	52	50	44	49	44	45	46	45
Smer mereni: 3	prumer	47	Mez 0.8 = 38				Mez 1.2 = 56		
Karbonatace: pH=7	platne	52	50	44	49	44	45	46	45
Vlhkost: suchy	prumer	a = 46.9				Rbe = 53.2 MPa			

Zkusebni misto: 36	a	57	41	52	45	53	60	58	54
Smer mereni: 3	prumer	53	Mez 0.8 = 42				Mez 1.2 = 63		
Karbonatace:	platne	57	0	52	45	53	60	58	54
Vlhkost: suchy	prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.	strana
Komorany		15

Zkusebni misto:	37	a	58	56	59	48	58	62	61	60
Smer mereni:	3	prumer	58	Mez 0.8 = 46			Mez 1.2 = 69			
Karbonatace:		platne	58	56	59	48	58	62	61	60
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	38	a	57	48	51	52	42	55	55	60
Smer mereni:	3	prumer	53	Mez 0.8 = 42			Mez 1.2 = 63			
Karbonatace:		platne	57	48	51	52	42	55	55	60
Vlhkost: suchy		prumer	a = 52.5				Rbe = 63.9 MPa			

Zkusebni misto:	39	a	53	47	45	42	49	46	53	54
Smer mereni:	3	prumer	49	Mez 0.8 = 39			Mez 1.2 = 58			
Karbonatace:		platne	53	47	45	42	49	46	53	54
Vlhkost: suchy		prumer	a = 48.6				Rbe = 56.5 MPa			

Zkusebni misto:	40	a	47	44	39	55	47	55	56	42
Smer mereni:	3	prumer	48	Mez 0.8 = 39			Mez 1.2 = 58			
Karbonatace:		platne	47	44	39	55	47	55	56	42
Vlhkost: suchy		prumer	a = 48.1				Rbe = 55.5 MPa			

Zkusebni misto:	41	a	46	47	51	50	52	56	57	56
Smer mereni:	3	prumer	52	Mez 0.8 = 42			Mez 1.2 = 62			
Karbonatace:		platne	46	47	51	50	52	56	57	56
Vlhkost: suchy		prumer	a = 51.9				Rbe = 62.7 MPa			

Zkusebni misto:	42	a	60	46	50	55	53	49	45	58
Smer mereni:	3	prumer	52	Mez 0.8 = 42			Mez 1.2 = 62			
Karbonatace:		platne	60	46	50	55	53	49	45	58
Vlhkost: suchy		prumer	a = 52				Rbe = 62.9 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474										
akce	P O N T E X s.r.o.								strana	
Komorany									16	

Zkusebni misto:	43	a	52	56	57	56	56	50	58	55
Smer mereni:	3	prumer	55		Mez 0.8 = 44			Mez 1.2 = 66		
Karbonatace:		platne	52	56	57	56	56	50	58	55
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	44	a	47	58	60	59	56	58	58	57
Smer mereni:	3	prumer	57		Mez 0.8 = 45			Mez 1.2 = 68		
Karbonatace:		platne	47	58	60	59	56	58	58	57
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	45	a	62	56	53	48	57	57	57	53
Smer mereni:	3	prumer	55		Mez 0.8 = 44			Mez 1.2 = 66		
Karbonatace:		platne	62	56	53	48	57	57	57	53
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	46	a	54	52	57	48	59	58	59	48
Smer mereni:	3	prumer	54		Mez 0.8 = 44			Mez 1.2 = 65		
Karbonatace:		platne	54	52	57	48	59	58	59	48
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	47	a	54	54	47	52	49	53	54	48
Smer mereni:	3	prumer	51		Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 62		
Karbonatace:		platne	54	54	47	52	49	53	54	48
Vlhkost: suchy		prumer	a = 51.4				Rbe = 61.7 MPa			

Zkusebni misto:	48	a	56	54	60	56	53	56	58	59
Smer mereni:	3	prumer	57		Mez 0.8 = 45			Mez 1.2 = 68		
Karbonatace:		platne	56	54	60	56	53	56	58	59
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

strana

akce

P O N T E X S.r.o.

17

Komorany

Zkusebni misto: 49	a	61	50	57	58	59	58	60	57
Smer mereni: 3	prumer	58		Mez 0.8 = 46			Mez 1.2 = 69		
Karbonatace: pH=11	platne	61	50	57	58	59	58	60	57
Vlhkost: suchy	prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto: 50	a	48	59	50	57	49	58	51	51
Smer mereni: 3	prumer	53		Mez 0.8 = 42			Mez 1.2 = 63		
Karbonatace:	platne	48	59	50	57	49	58	51	51
Vlhkost: suchy	prumer	a = 52.9				Rbe = 64.6 MPa			

Zkusebni misto: 51	a	51	54	57	52	52	54	50	57
Smer mereni: 3	prumer	53		Mez 0.8 = 43			Mez 1.2 = 64		
Karbonatace: pH=10	platne	51	54	57	52	52	54	50	57
Vlhkost: suchy	prumer	a = 53.4				Rbe = 65.5 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.					strana
						18
Zkusebni misto cislo	a	Rbe	α t	α w	Rbe * α w * α t	
32	47.6	54.6	.9	.85	41.7	MPa
33	44.9	49.4	.9	.85	37.8	MPa
34	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
35	46.9	53.2	.9	.85	40.7	MPa
36	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
37	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
38	52.5	63.9	.9	.85	48.9	MPa
39	48.6	56.5	.9	.85	43.2	MPa
40	48.1	55.5	.9	.85	42.5	MPa
41	51.9	62.7	.9	.85	47.9	MPa
42	52	62.9	.9	.85	48.1	MPa
43	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
44	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
45	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
46	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
47	51.4	61.7	.9	.85	47.2	MPa
48	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
49	54	66.8	.9	.85	51.1	MPa
50	52.9	64.6	.9	.85	49.4	MPa
51	53.4	65.5	.9	.85	50.1	MPa

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.						strana
							19
Vyvert cislo	Zkusebni misto cislo	Schmidt Rbe	1	Pevnost vyvrtu			- Rbe prumer
				2	3		
1	32	41.7	46.6	0	0		46.6
2	42	48.1	46.7	48.2	43.8		46.2

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.				strana
					20
Zkusebni misto cislo	a	Rbe	α	Rbe * α	
32	47.6	41.7	1.03	43.1	MPa
33	44.9	37.8	1.03	39	MPa
34	54	51.1	1.03	52.8	MPa
35	46.9	40.7	1.03	42	MPa
36	54	51.1	1.03	52.8	MPa
37	54	51.1	1.03	52.8	MPa
38	52.5	48.9	1.03	50.5	MPa
39	48.6	43.2	1.03	44.6	MPa
40	48.1	42.5	1.03	43.9	MPa
41	51.9	47.9	1.03	49.5	MPa
42	52	48.1	1.03	49.7	MPa
43	54	51.1	1.03	52.8	MPa
44	54	51.1	1.03	52.8	MPa
45	54	51.1	1.03	52.8	MPa
46	54	51.1	1.03	52.8	MPa
47	51.4	47.2	1.03	48.8	MPa
48	54	51.1	1.03	52.8	MPa
49	54	51.1	1.03	52.8	MPa
50	52.9	49.4	1.03	51	MPa
51	53.4	50.1	1.03	51.8	MPa

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474		
akce	P O N T E X s.r.o.	strana
Komorany		21
Zkousena cast konstrukce: SLOUPY D -3,80		

VYPOCET ZARUCENE PEVNOSTI

CSN 73 2011,clanek 4.2.7.1

ARITMETICKY PRUMER PEVNOSTI
SOUCINITEL β_n

$$R_{be} = 49.4 \text{ MPa}$$

$$\beta_n = 1.71$$

/ PRO 20 ZKUSEBNICH MIST /

SMERODATNA ODCHYLKA VYVRTU

$$S_{rez} = .3 \text{ MPa}$$

/ NEJSOU-LI, $S_{rez}=2.5$ /

SMERODATNA ODCHYLKA SCHMIDTU

$$S = 4.4 \text{ MPa}$$

$$S_r = \sqrt{S^2 + S_{rez}^2} = \sqrt{4.4^2 + .3^2} = 4.4 \text{ MPa}$$

VYBEROVA SMERODATNA ODCHYLKA

$$S_r = 4.4 \text{ MPa}$$

$$R_{bg} = R_{be} - \beta_n * S_r = 49.4 - 1.71 * 4.4 = 41.9 \text{ MPa}$$

ZARUCENA PEVNOST BETONU

$$R_{bg} = 41.9 \text{ MPa}$$

ODPOVIDAJICI KVALITA BETONU

B 400

CSN 73 2400,zm. b,tab. 9

B 40

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

strana

akce

P O N T E X s.r.o.

22

Komorany

Datum: 3/3/1993

Zpracovatel: ing. Kiml

Zkousena cast konstrukce: SLOUPY B +0,20

Stari betonu: > 1 rok

Vlhkost betonu: suchy

Smery mereni: 1-NAHORU 2-DOLU 3-VODOROVNE 4-NAHORU 45' 5-DOLU 45'

Zkusebni misto:	1	a	46	52	52	49	46	54	48	51
Smer mereni:	3	prumer	50			Mez 0.8 = 40			Mez 1.2 = 60	
Karbonatace:		platne	46	52	52	49	46	54	48	51
Vlhkost: suchy		prumer	a = 49.8				Rbe = 58.6 MPa			

Zkusebni misto:	2	a	56	44	48	46	46	45	50	54
Smer mereni:	3	prumer	49			Mez 0.8 = 39			Mez 1.2 = 58	
Karbonatace:		platne	56	44	48	46	46	45	50	54
Vlhkost: suchy		prumer	a = 48.6				Rbe = 56.5 MPa			

Zkusebni misto:	3	a	54	54	50	50	50	47	56	50
Smer mereni:	3	prumer	51			Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 62	
Karbonatace:		platne	54	54	50	50	50	47	56	50
Vlhkost: suchy		prumer	a = 51.4				Rbe = 61.7 MPa			

Zkusebni misto:	4	a	44	47	54	50	51	43	46	47
Smer mereni:	3	prumer	48			Mez 0.8 = 38			Mez 1.2 = 57	
Karbonatace:		platne	44	47	54	50	51	43	46	47
Vlhkost: suchy		prumer	a = 47.8				Rbe = 54.8 MPa			

Zkusebni misto:	5	a	42	52	38	40	54	43	45	51
Smer mereni:	3	prumer	46			Mez 0.8 = 37			Mez 1.2 = 55	
Karbonatace:		platne	42	52	38	40	54	43	45	51
Vlhkost: suchy		prumer	a = 45.6				Rbe = 50.8 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.	strana
Komorany		23

Zkusebni misto:	6	a	50	53	53	46	43	50	42	43
Smer mereni:	3	prumer	48	Mez 0.8 = 38			Mez 1.2 = 57			
Karbonatace:		platne	50	53	53	46	43	50	42	43
Vlhkost: suchy		prumer	a = 47.5				Rbe = 54.3 MPa			

Zkusebni misto:	7	a	50	33	33	42	32	40	42	46
Smer mereni:	3	prumer	40	Mez 0.8 = 32			Mez 1.2 = 48			
Karbonatace:	pH=6-7	platne	0	33	33	42	32	40	42	46
Vlhkost: suchy		prumer	a = 38.3				Rbe = 37.5 MPa			

Zkusebni misto:	8	a	46	50	49	38	40	50	50	57
Smer mereni:	3	prumer	48	Mez 0.8 = 38			Mez 1.2 = 57			
Karbonatace:		platne	46	50	49	38	40	50	50	57
Vlhkost: suchy		prumer	a = 47.5				Rbe = 54.3 MPa			

Zkusebni misto:	9	a	52	51	42	46	34	37	46	40
Smer mereni:	3	prumer	44	Mez 0.8 = 35			Mez 1.2 = 52			
Karbonatace:		platne	52	51	42	46	0	37	46	40
Vlhkost: suchy		prumer	a = 44.9				Rbe = 49.4 MPa			

Zkusebni misto:	10	a	42	37	49	52	40	39	39	46
Smer mereni:	3	prumer	43	Mez 0.8 = 34			Mez 1.2 = 52			
Karbonatace:		platne	42	37	49	0	40	39	39	46
Vlhkost: suchy		prumer	a = 41.7				Rbe = 43.6 MPa			

Zkusebni misto:	11	a	54	44	50	52	49	45	59	53
Smer mereni:	3	prumer	51	Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 61			
Karbonatace:		platne	54	44	50	52	49	45	59	53
Vlhkost: suchy		prumer	a = 50.8				Rbe = 60.5 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

strana

akce

P O N T E X s.r.o.

24

Komorany

Zkusebni misto:	12	a	54	46	56	48	54	51	55	49
Smer mereni:	3	prumer	52			Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 62	
Karbonatace:		platne	54	46	56	48	54	51	55	49
Vlhkost: suchy		prumer	a = 51.6				Rbe = 62.2 MPa			

Zkusebni misto:	13	a	47	52	55	49	49	43	48	50
Smer mereni:	3	prumer	49			Mez 0.8 = 39			Mez 1.2 = 59	
Karbonatace:	pH=6	platne	47	52	55	49	49	43	48	50
Vlhkost: suchy		prumer	a = 49.1				Rbe = 57.4 MPa			

Zkusebni misto:	14	a	49	45	49	48	45	51	50	47
Smer mereni:	3	prumer	48			Mez 0.8 = 38			Mez 1.2 = 58	
Karbonatace:	pH=6	platne	49	45	49	48	45	51	50	47
Vlhkost: suchy		prumer	a = 48				Rbe = 55.3 MPa			

Zkusebni misto:	15	a	51	45	50	52	55	46	51	48
Smer mereni:	3	prumer	50			Mez 0.8 = 40			Mez 1.2 = 60	
Karbonatace:		platne	51	45	50	52	55	46	51	48
Vlhkost: suchy		prumer	a = 49.8				Rbe = 58.6 MPa			

Zkusebni misto:	16	a	50	45	61	57	45	50	51	47
Smer mereni:	3	prumer	51			Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 61	
Karbonatace:		platne	50	45	0	57	45	50	51	47
Vlhkost: suchy		prumer	a = 49.3				Rbe = 57.7 MPa			

Zkusebni misto:	17	a	60	42	52	55	47	47	53	51
Smer mereni:	3	prumer	51			Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 61	
Karbonatace:		platne	60	42	52	55	47	47	53	51
Vlhkost: suchy		prumer	a = 50.9				Rbe = 60.7 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.	strana
Komorany		25

Zkusebni misto:	18	a	55	43	48	53	49	55	50	42
Smer mereni:	3	prumer	49	Mez 0.8 = 40			Mez 1.2 = 59			
Karbonatace:		platne	55	43	48	53	49	55	50	42
Vlhkost: suchy		prumer	a = 49.4				Rbe = 57.9 MPa			

Zkusebni misto:	19	a	50	43	48	55	40	35	44	43
Smer mereni:	3	prumer	45	Mez 0.8 = 36			Mez 1.2 = 54			
Karbonatace:		platne	50	43	48	0	40	0	44	43
Vlhkost: suchy		prumer	a = 44.7				Rbe = 49 MPa			

Zkusebni misto:	20	a	53	60	44	55	50	57	49	53
Smer mereni:	3	prumer	53	Mez 0.8 = 42			Mez 1.2 = 63			
Karbonatace:		platne	53	60	44	55	50	57	49	53
Vlhkost: suchy		prumer	a = 52.6				Rbe = 64.1 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.					strana
						26
Zkusebni misto cislo	a	Rbe	α t	α w	Rbe * α w * α t	
1	49.8	58.6	.9	.85	44.8	MPa
2	48.6	56.5	.9	.85	43.2	MPa
3	51.4	61.7	.9	.85	47.2	MPa
4	47.8	54.8	.9	.85	41.9	MPa
5	45.6	50.8	.9	.85	38.9	MPa
6	47.5	54.3	.9	.85	41.6	MPa
7	38.3	37.5	.9	.85	28.7	MPa
8	47.5	54.3	.9	.85	41.6	MPa
9	44.9	49.4	.9	.85	37.8	MPa
10	41.7	43.6	.9	.85	33.4	MPa
11	50.8	60.5	.9	.85	46.3	MPa
12	51.6	62.2	.9	.85	47.6	MPa
13	49.1	57.4	.9	.85	43.9	MPa
14	48	55.3	.9	.85	42.3	MPa
15	49.8	58.6	.9	.85	44.8	MPa
16	49.3	57.7	.9	.85	44.2	MPa
17	50.9	60.7	.9	.85	46.5	MPa
18	49.4	57.9	.9	.85	44.3	MPa
19	44.7	49	.9	.85	37.5	MPa
20	52.6	64.1	.9	.85	49	MPa

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce		P O N T E X s.r.o.				strana	
Komorany						27	
Vyvert cislo	Zkusebni misto cislo	Schmidty Rbe	1	Pevnost 2	vyvrtu 3	- Rbe prumer	
1	9	37.8	33.3	22	23.5	26.3	

Schmidtuv.tvrdomer N-34 131 474

akce

Komorany

P O N T E X s.r.o.

strana

28

Zkusebni misto
cislo

a

Rbe

 α Rbe * α

1	49.8	44.8	.7	31.2 MPa
2	48.6	43.2	.7	30 MPa
3	51.4	47.2	.7	32.8 MPa
4	47.8	41.9	.7	29.2 MPa
5	45.6	38.9	.7	27 MPa
6	47.5	41.6	.7	28.9 MPa
7	38.3	28.7	.7	19.9 MPa
8	47.5	41.6	.7	28.9 MPa
9	44.9	37.8	.7	26.3 MPa
10	41.7	33.4	.7	23.2 MPa
11	50.8	46.3	.7	32.2 MPa
12	51.6	47.6	.7	33.1 MPa
13	49.1	43.9	.7	30.5 MPa
14	48	42.3	.7	29.4 MPa
15	49.8	44.8	.7	31.2 MPa
16	49.3	44.2	.7	30.7 MPa
17	50.9	46.5	.7	32.3 MPa
18	49.4	44.3	.7	30.8 MPa
19	44.7	37.5	.7	26.1 MPa
20	52.6	49	.7	34.1 MPa

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474		
akce	P O N T E X s.r.o.	strana
Komorany		29
Zkousena cast konstrukce: SLOUPY B +0,20		

VYPOCET ZARUCENE PEVNOSTI

CSN 73 2011,clanek 4.2.7.1

ARITMETICKY PRUMER PEVNOSTI
SOUCINITEL β_n

$$R_{be} = 29.4 \text{ MPa}$$

$$\beta_n = 1.71$$

/ PRO 20 ZKUSEBNICH MIST /

SMERODATNA ODCHYLKA VYVRTU

$$S_{rez} = 2.5 \text{ MPa}$$

/ NEJSOU-LI, $S_{rez}=2.5$ /

SMERODATNA ODCHYLKA SCHMIDTU

$$S = 3.5 \text{ MPa}$$

$$S_r = \sqrt{S^2 + S_{rez}^2} = \sqrt{3.5^2 + 2.5^2} = 4.3 \text{ MPa}$$

VYBEROVA SMERODATNA ODCHYLKA

$$S_r = 4.3 \text{ MPa}$$

$$R_{bg} = R_{be} - \beta_n * S_r = 29.4 - 1.71 * 4.3 = 22.1 \text{ MPa}$$

ZARUCENA PEVNOST BETONU

$$R_{bg} = 22.1 \text{ MPa}$$

ODPOVIDAJICI KVALITA BETONU

B 250

CSN 73 2400,zm. b,tab. 9

B 20

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.	strana
Komorany		30

Datum: 3/3/1993

Zpracovatel: ing. Kiml

Zkousena cast konstrukce: SLOUPY C +0,20

Stari betonu: > 1 rok

Vlhkost betonu: suchy

Smery mereni: 1-NAHORU 2-DOLU 3-VODOROVNE 4-NAHORU 45' 5-DOLU 45'

Zkusebni misto:	21	a	59	54	46	47	53	58	51	56
Smer mereni:	3	prumer	53		Mez 0.8 = 42			Mez 1.2 = 64		
Karbonatace:		platne	59	54	46	47	53	58	51	56
Vlhkost: suchy		prumer	a = 53				Rbe = 64.8 MPa			

Zkusebni misto:	22	a	58	59	41	64	59	60	45	48
Smer mereni:	3	prumer	54		Mez 0.8 = 43			Mez 1.2 = 65		
Karbonatace:		platne	58	59	0	64	59	60	45	48
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	23	a	50	49	50	48	44	39	45	50
Smer mereni:	3	prumer	47		Mez 0.8 = 38			Mez 1.2 = 56		
Karbonatace:		platne	50	49	50	48	44	39	45	50
Vlhkost: suchy		prumer	a = 46.9				Rbe = 53.2 MPa			

Zkusebni misto:	24	a	62	47	60	57	69	53	56	56
Smer mereni:	3	prumer	58		Mez 0.8 = 46			Mez 1.2 = 69		
Karbonatace:		platne	62	47	60	57	69	53	56	56
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	25	a	50	46	58	57	43	58	46	53
Smer mereni:	3	prumer	51		Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 62		
Karbonatace:		platne	50	46	58	57	43	58	46	53
Vlhkost: suchy		prumer	a = 51.4				Rbe = 61.7 MPa			

Schmidtuv tvrdomer N-34 131 474

akce	P O N T E X s.r.o.								strana
Komorany									31

Zkusebni misto:	26	a	42	43	55	57	50	58	54	53
Smer mereni:	3	prumer	52		Mez 0.8 = 41			Mez 1.2 = 62		
Karbonatace:		platne	42	43	55	57	50	58	54	53
Vlhkost: suchy		prumer	a = 51.5				Rbe = 61.9 MPa			

Zkusebni misto:	27	a	54	54	57	56	54	58	58	59
Smer mereni:	3	prumer	56		Mez 0.8 = 45			Mez 1.2 = 68		
Karbonatace:		platne	54	54	57	56	54	58	58	59
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	28	a	59	58	56	46	56	55	59	50
Smer mereni:	3	prumer	55		Mez 0.8 = 44			Mez 1.2 = 66		
Karbonatace:		platne	59	58	56	46	56	55	59	50
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	29	a	59	56	56	52	52	56	56	55
Smer mereni:	3	prumer	55		Mez 0.8 = 44			Mez 1.2 = 66		
Karbonatace:		platne	59	56	56	52	52	56	56	55
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	30	a	58	57	52	56	51	56	52	54
Smer mereni:	3	prumer	55		Mez 0.8 = 44			Mez 1.2 = 65		
Karbonatace: pH=8		platne	58	57	52	56	51	56	52	54
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			

Zkusebni misto:	31	a	52	54	56	50	58	56	61	53
Smer mereni:	3	prumer	55		Mez 0.8 = 44			Mez 1.2 = 66		
Karbonatace:		platne	52	54	56	50	58	56	61	53
Vlhkost: suchy		prumer	a = 54				Rbe = 66.8 MPa			