

Seminář hrázných 2024

VD Pastviny – chemické čištění drénů



Ing. David Richtr VODNÍ DÍLA – TBD a.s.

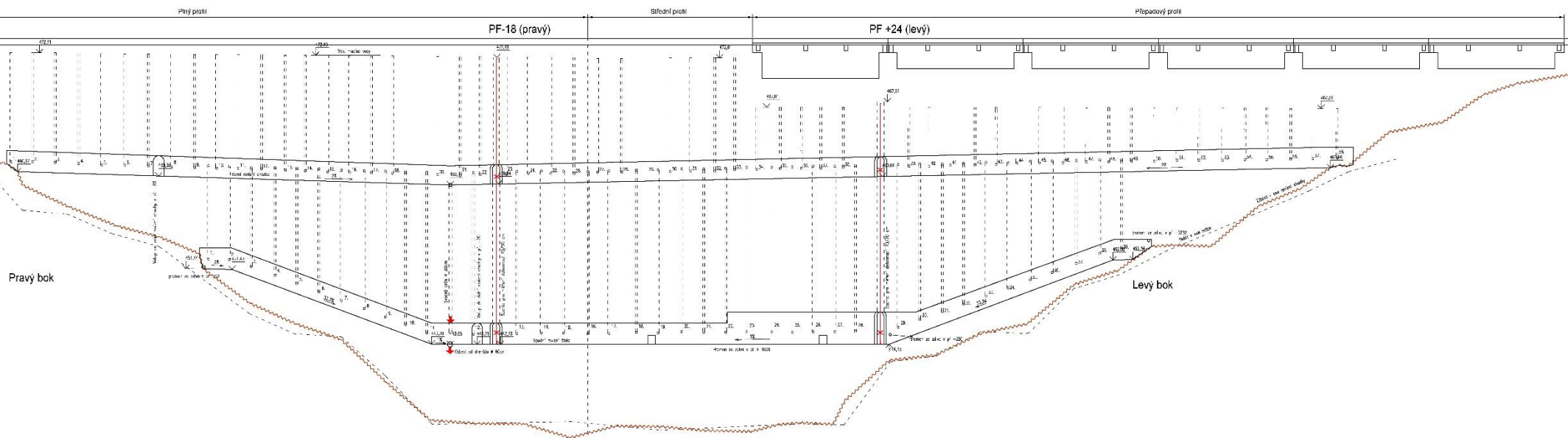
VD PASTVINY

- Přehrada na Divoké Orlici v ř. km 90,685
- Výstavba v letech 1933 – 1938
- Gravitační, zděná oblouková hráz v půdorysném zakřivení v pol. 300m.
- délka hráze v koruně - 192,70 m
- šířka hráze v koruně - 6,50 m
- výška hráze nad základem - 38,55 m
- Vlastní hráz byla zděna z lomového kamene (diorit) na cementovou maltu s poměrem mísení cementu a písku 1:3,5, ve vnitřní části s nižším poměrem cementu.
- Při návodním líci je 4 m silná vrstva kopákového zdiva na cemento – gelitovou maltu 1:3. Návodní líc byl po vyzdění tělesa dotěsněn poměrně rozsáhlou cementovou injektáží, a to ze šesti řad tzv. „komínků“ provedených ve zdivu, a následně z jedné řady svislých vrtů.



Drenážní systém

- Kriteria obecně přijímaná pro stabilitu zděných hrází stanovovala, že prosakující voda musí být zachycena a odvedena tak, aby neprosakovala celým hrázovým tělesem a bylo minimalizováno její škodlivé působení na stavební konstrukci.
- Pro odvedení prosáklé vody slouží svislá návodní drenáž průměru 20 cm tvořená z 97 ks drénů zaústěných do 2 podélných revizních chodeb (horní a dolní).



Drenážní systém

- Vodní dílo Pastviny je již více jak 85 let v provozu
- Mohou se postupně projevit příznaky stárnutí.
- Těsnění návodního líce vykazuje poměrně dobrou funkci. To dosvědčují poměrně nízké a dlouhodobě stabilizované průsaky.
- Výrazněji je procesům stárnutí vystaven drenážní systém.
- Drenážní systém za rovinou návodního líce se postupně zanáší vápennými výluhy.
- Situace je obdobná jako na jiných zděných přehradách.
- Velice příznivá je zde však skutečnost, že drény jsou průměru 200 mm (na ostatních zděných přehradách v ČR převážně 100 mm) a existence horní a dolní revizní chodby umožňuje jejich čištění (což u většiny našich zděných hrází je téměř nemožné).

Mechanické čištění soupravou RAK

- Již v období před více jak třiceti lety
- Prokazatelné zlepšení stavu
- I když tato akce nepřinesla stoprocentní efekt, (i vlivem zakřivení drénů při jejich vyústění do revizní chodby), byla považována za částečně úspěšnou.

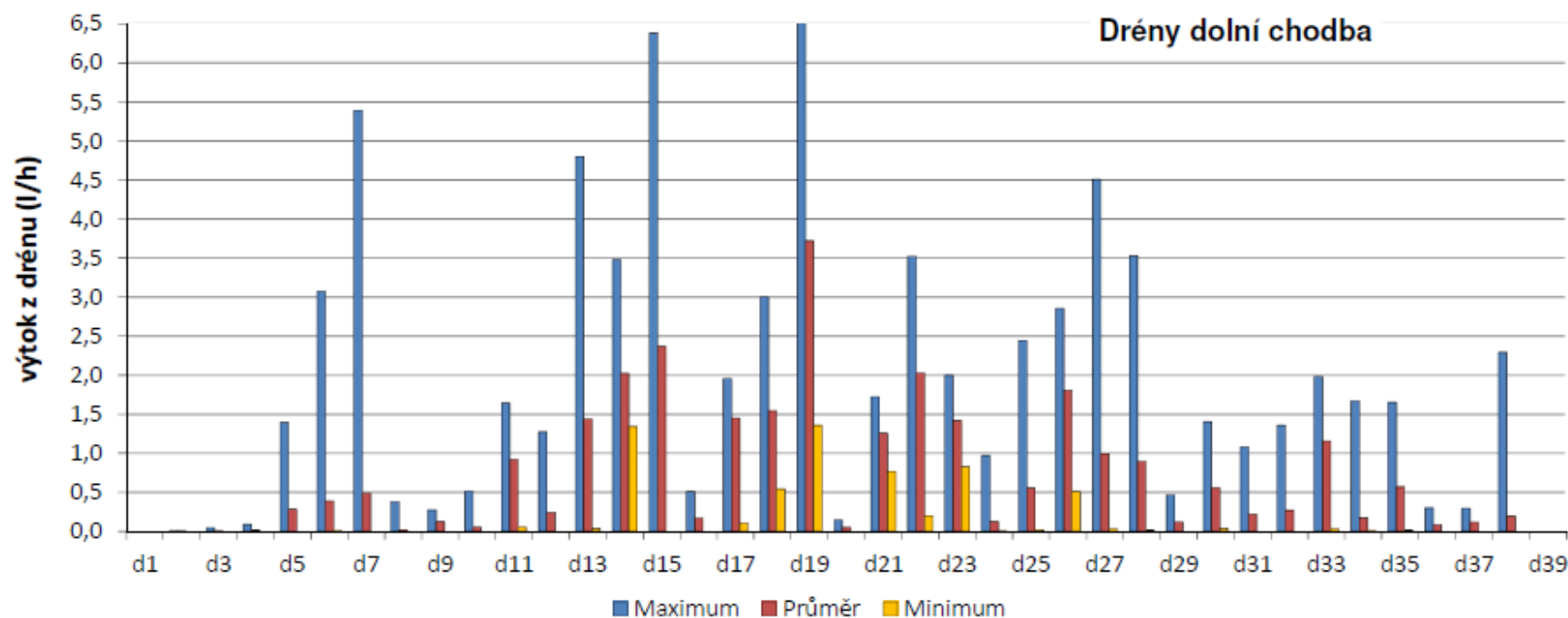
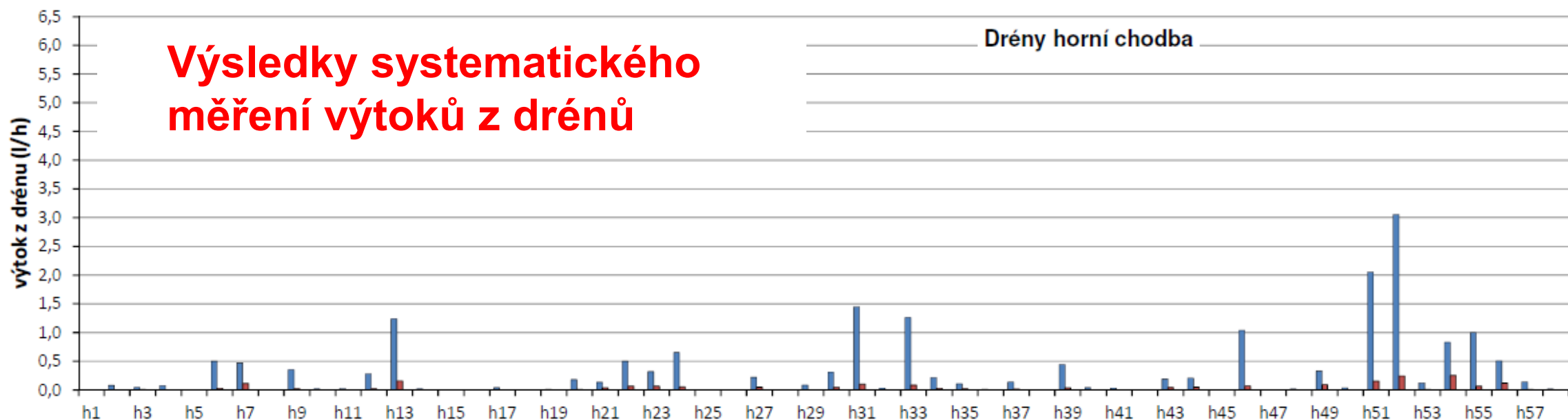


V rámci TBD se omezení zanášení drenážního systému dlouhodobě věnuje pozornost

- V roce 2011 bylo dokončeno osazení vyústění všech drénů v revizních chodbách zátkami a sifony omezující přístup CO_2 do drénů a následné zarůstání drénů.
- Tato úprava drénů umožňuje zároveň i měření výtokového množství a kontrolovatelné napouštění a vypouštění drénů.
- Doporučovali jsme vyzkoušet chemické čištění drénů.
- Úspěšně využíváno v Německu.



Výsledky systematického měření výtoků z drénů



ZÁKLADNÍ PRINCIPY CHEMICKÉHO ČISTĚNÍ DRÉNŮ

- Principem chemického čištění je neutralizační reakce kdy **sintr**, který je převážně složen z **uhličitanu vápenatého** a z části z uhličitanu hořečnatého, reaguje s kyselinou za vzniku ve vodě rozpustné **solí a kyseliny uhličitě**, která se ihned rozkládá na vodu a oxid uhličitý.
- Uhličitan vápenatý (sintr, vodní kámen, „jeskynní krápník“) je vápenatá sůl kyseliny uhličitě, která je ve vodě nerozpustná. V přehradní hrázi vzniká **průsakem tlakové vody s obsahem oxidu uhličitého** přes zdivo obsahující uhličitan vápenatý. Z nerozpustného uhličitanu vápenatého reakcí s kyselinou uhličitou (voda + oxid uhličitý) vznikne hydrogenuhličitan vápenatý, který je ve vodě rozpustný a prochází hrází ve formě průsaků.
- V drénech a odvodňovacích žlabech při kontaktu s oxidem uhličitým vzniká z hydrogenuhličitanu vápenatého a oxidu uhličitého nerozpustný uhličitan vápenatý a voda.

ZÁKLADNÍ PRINCIPY CHEMICKÉHO ČISTĚNÍ DRÉNŮ

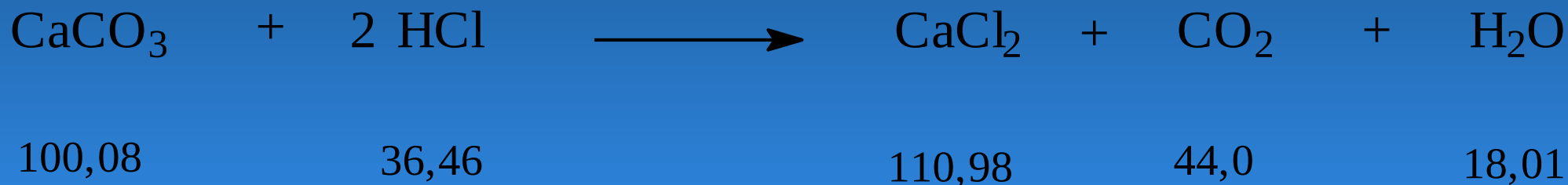
- Při chemickém čišťení (odstraňování pevných nárůstů sintru) je nutné použít pro neutralizační reakci kyseliny, které jsou silnější (kyselejší) než je síla kyseliny uhličitě. Silnější **kyselina** (kyselina HCl, nebo kyselina citronová), než kyselina uhličitá, **reaguje s uhličitánem vápenatým** za vzniku ve vodě rozpustné vápenaté soli (**chloridu vápenatého**, nebo citrátu vápenatého) a **kyseliny uhličitě, která se ihned rozkládá na vodu a oxid uhličitý**.

Laboratorní a praktické vyzkoušení

- Odebrání vzorku sintru
- Laboratorní zkoušky – měrná hmotnost
- Rozpuštění v kyselině solné (HCl), zkoušky více koncentrací
- Rozpuštění v kyselině citronové
- Stanovení množství kyseliny k vyčistění objemu sintru v drénu
- Praktické vyzkoušení na VD Pastviny – nalití roztoku kyselin na sintr v žlábků průsaků
- Doporučení pro kyselinu solnou – efektivnější než kyselina citrónová

Čistění pomocí kyseliny solné HCl

- Sitr reaguje s kyselinou chlorovodíkovou za vzniku chloridu vápenatého, vody a oxidu uhličitého podle rovnice:



- Kyselina chlorovodíková = kyselina solná je vodný roztok chlorovodíku (31 – 37%), je to silná žravina.
- Obchodně dostupná je jako 31 % vodný roztok, z kterého samovolně uniká plynný chlorovodík.

Přípravné práce

- Kamerové prohlídky 12 vybraných drénů (inspekční tlačná kamera)
- Nálevové zkoušky, průchodnost drénů, objem drénu, komunikace se sousedními drény
- Stanovení míry zanesení a objemu sintru



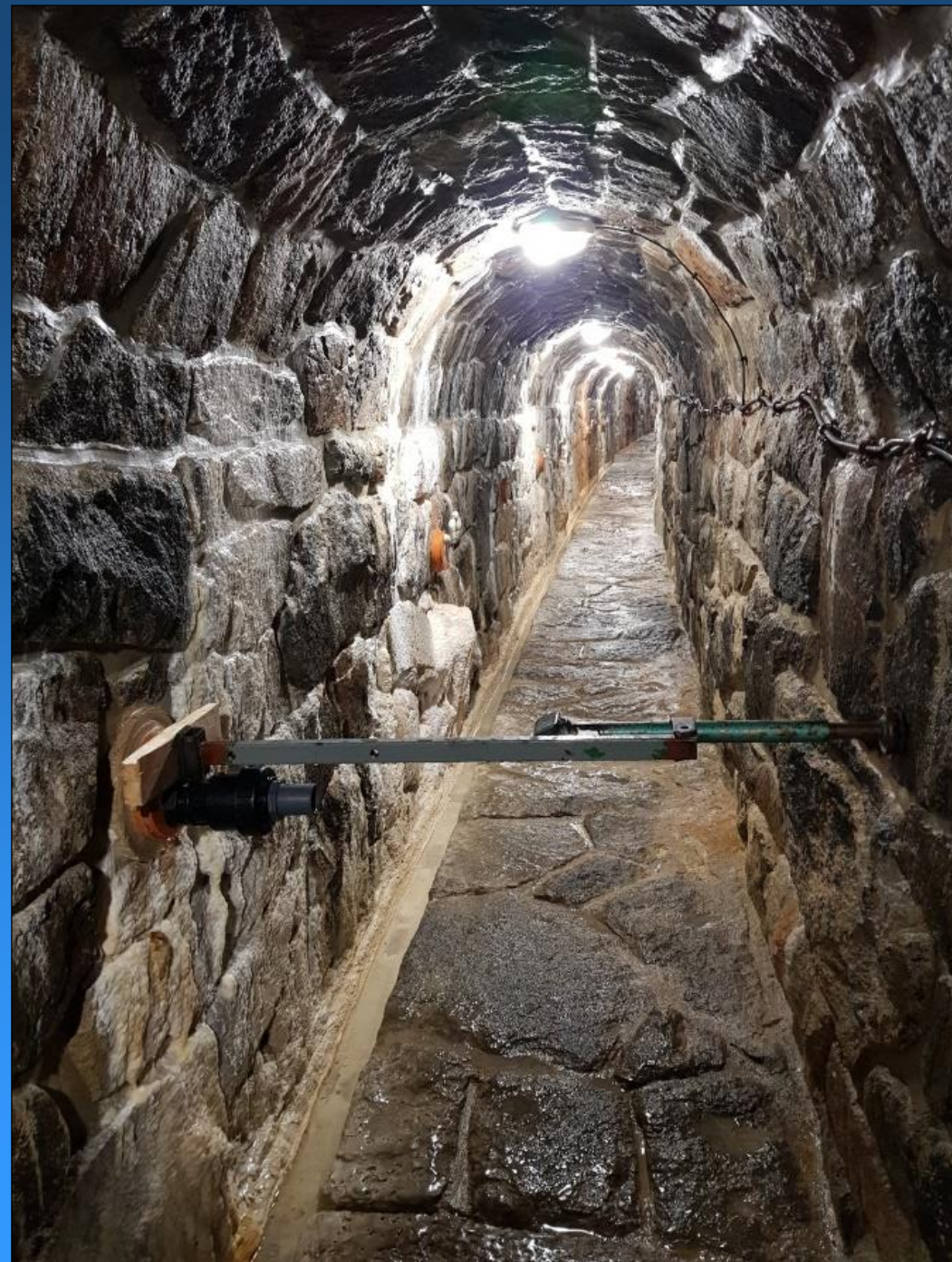
Délková metráž	Popis stavu
<u>0 - 1</u>	<u>5%</u> sintru, po celém obvodě
<u>1 - 2</u>	<u>10%</u> sintru, po celém obvodě do 1,5m, pak 15% sintru
<u>2 - 3</u>	<u>15%</u> sintru, po celém obvodě
<u>3 - 4</u>	<u>20%</u> sintru, po celém obvodě
<u>4 - 5</u>	<u>20%</u> sintru, po celém obvodě
<u>5 - 6</u>	<u>25%</u> sintru, po celém obvodě, od 5,6m 30% sintru, prstencový nárůst
<u>6 - 7</u>	<u>30%</u> sintru, po celém obvodě, v 6,5m voda
<u>7 - 8</u>	<u>30%</u> sintru, po celém obvodě, v 7,6m dno

Zkušební čištění drénu

- Technické podmínky pro chemické čištění zkušebního drénu (VODNÍ DÍLA – TBD a.s., 12/2014)
- Pro zkoušku čištění jsou vhodné dolní drény, měly by být průchozí
- Vytipovány drény 13DD a 14DD pro čištění
- **Zkušební čištění drénů (VODNÍ DÍLA – TBD a.s., 7-8/2020)**
- Přípravné práce
- Kamerová prohlídka drénu před čištěním
- Instalace potřebného zařízení pro čištění
- Vyzkoušení naplnění drénu vodou

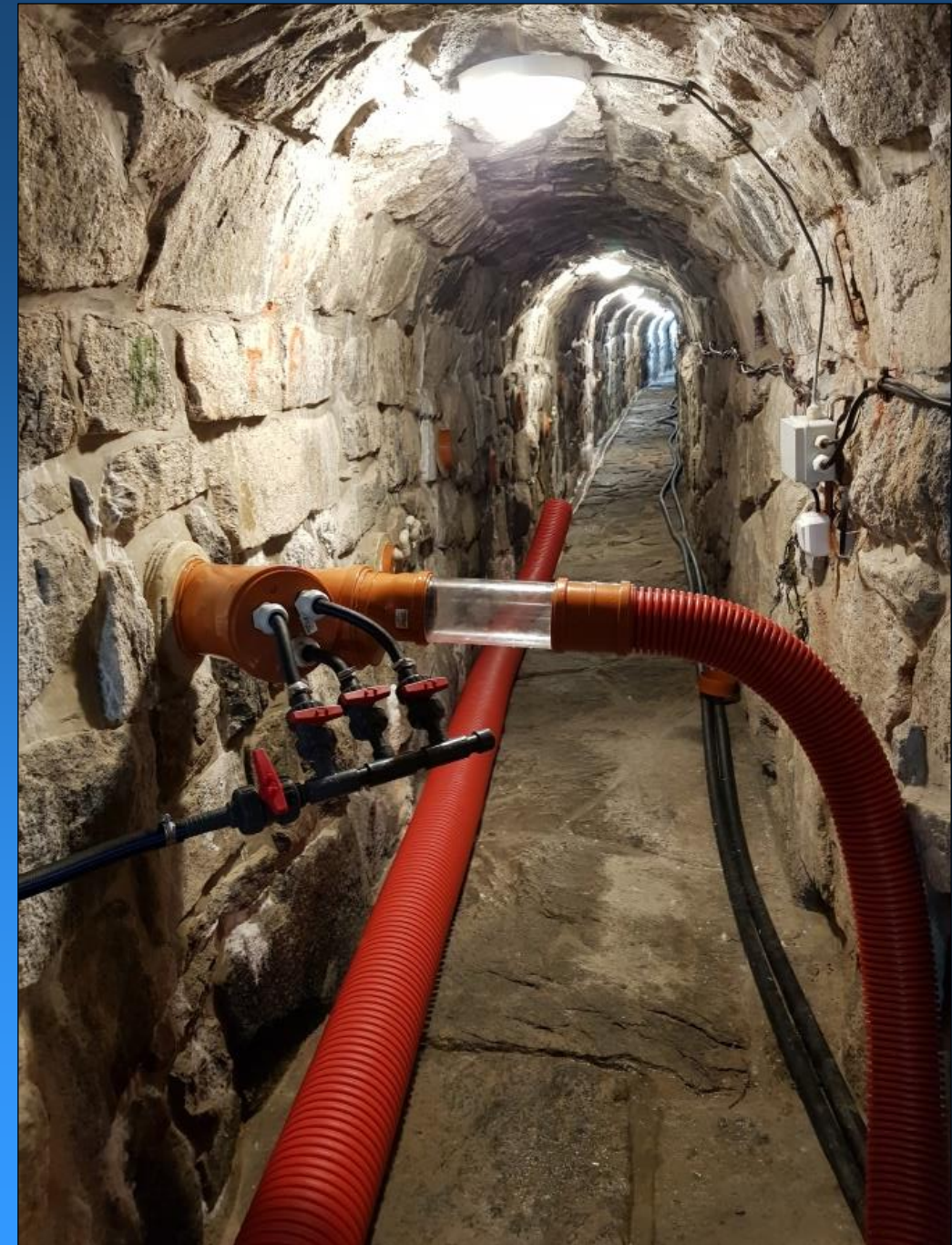
Zkušební čišťení drénu

- Výpustné zařízení v dolní chodbě



Zkušební čišťení drénu

- Nápuštné zařízení v horní chodbě
- Regulace napouštění
- Odvod CO₂
- Nucená ventilace



Zkušební čišťení

- Záchytné vany
- Pro případ havárie i běžného vypouštění zbytkového roztoku



Zkušební čištění drénu - postup

- Příprava kyseliny
- Postupné napuštění kyseliny do drénu
- Reakce - neutralizace
- Postupné odpouštění v dolní chodbě a měření pH
- Po skončení reakce vypuštění zbytkového roztoku
- NaOH pro neutralizaci roztoku na pH 6,5 – 7,5



Zkušební čišťení drénu - postup

- Propláchnutí drénu vodou
- Kamerová prohlídka v průběhu čišťení



Zkušební čišťení drénu

- Další cykly čišťení až do úplného vyčistění drénu
- Propláchnutí drénu
- Kamerová prohlídka vyčistěného drénu
- Instalace původních zakončení drénů



Kontrola účinnosti čištění

- Dren 13 DD před čištěním



po vyčištění



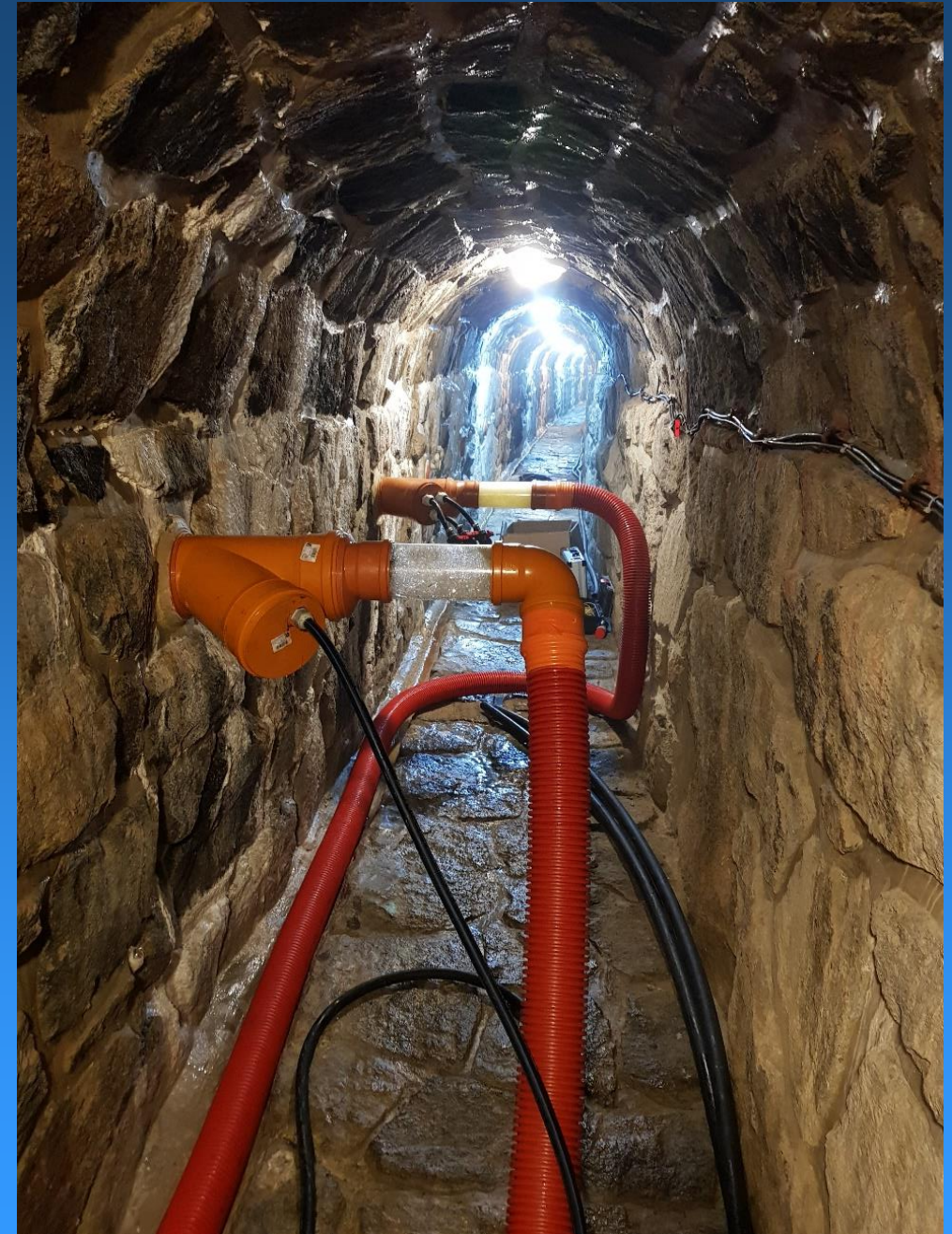
Bezpečnost práce

- Plán BOZP
- Práce s žíravinami
- Proškolení pracovníků
- Ochranné pomůcky
- !!! Únik CO₂ – nutno ho odvádět
- Detektor plynů
- Osobní detektory O₂
- Výsledné produkty čištění nejsou nebezpečné pro životní prostředí



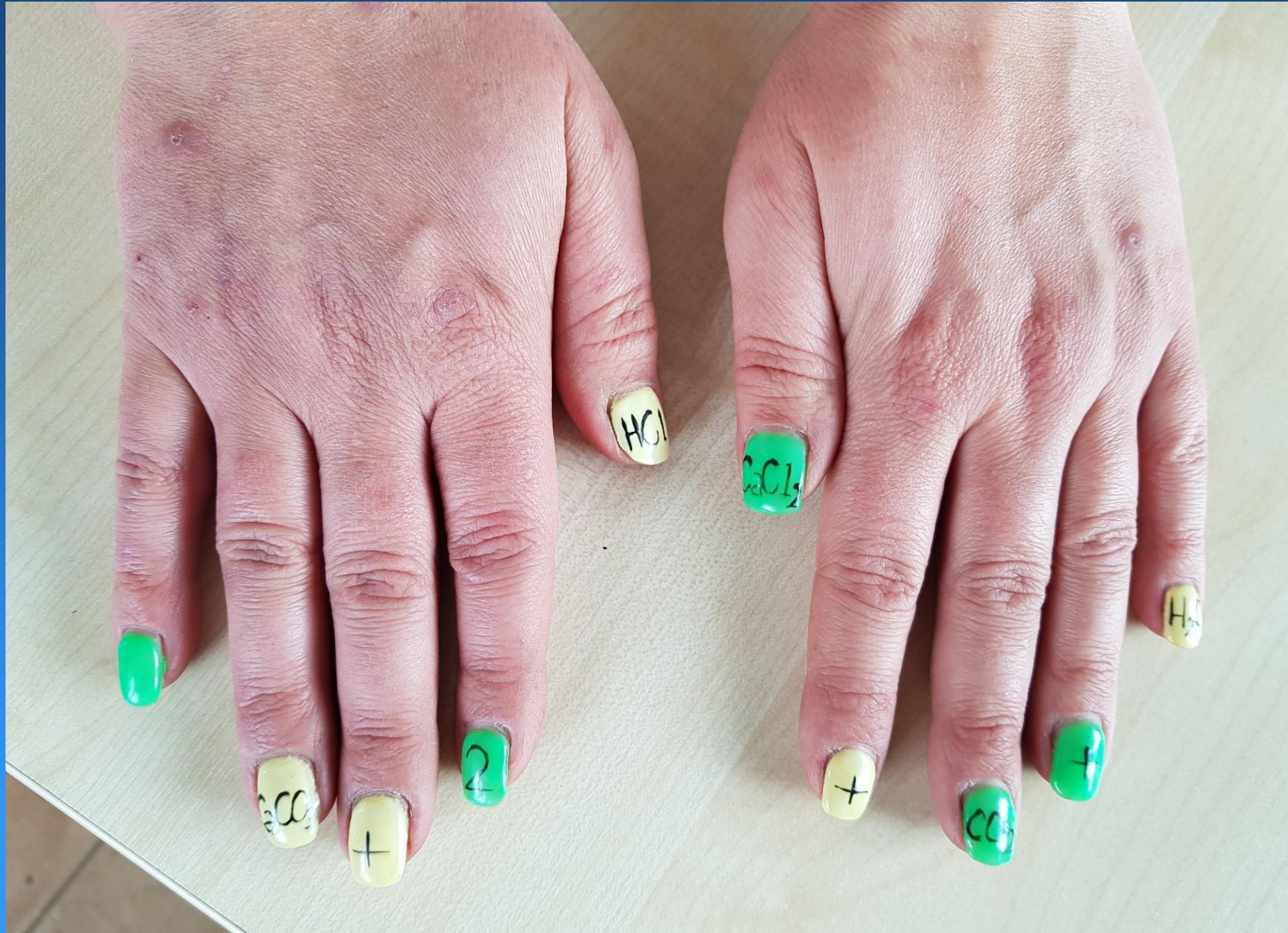
Zkušební čištění drénu – II. etapa

- Zkušební čištění drénů II. etapa (VODNÍ DÍLA – TBD a.s., 2023)
- Zkušební čištění neprůchodných drénů
- Vyčištění více drénů pro lepší kvantifikaci potřebného materiálu a časové náročnosti



Závěr:

- Chemické čistění drénů se osvědčilo a je účinné
- V rámci TBD bylo doporučeno postupně vyčistit všechny dolní drény svislé návodní drenáže





děkuji za pozornost

VODNÍ DÍLA – TBD a.s.

Ing. David Richtr