

SANÁCIA DRIEKU 150m KOMÍNA ENO

Jozef Kocanda (1)
Milan Chandoga (2)
Ladislav Čerňanský (3)

1. Úvod

Problematika sanácie 150 m komína ENO (Elektrárne Nováky, a.s.) bola aktuálna už od roku 1991. Prvý posudok stavebného stavu s poukázaním na závažné statické porušenie drieku komína vypracoval Kloknerov Ústav ČVUT PRAHA. V rokoch 1994-95 v súvislosti s výstavbou odsírovacieho zariadenia prebiehala druhá analýza technického stavu, ktorú vypracovala firma BETONEX. Projekt statického zosilnenia drieku komína vonkajším predpäťm vypracovala na požiadanie ENO v roku 1995 firma PROJSTAR-PK, s.r.o.

Vzhľadom na nedostatok finančných prostriedkov bola realizácia sanácie drieku komína odložená. Ďalšie analýzy trhlín a betónových vzoriek v rokoch 1998, 1999 a 2000 vykonané firmou BETONEX a SvF STU potvrdili stále zhoršujúci sa technický stav drieku komína. Preto si v roku 2001 Slovenské elektrárne, a.s. objednali u SvF STU „Posúdenie stavu a podklady pre opravu vonkajšieho drieku 150 m komína ENO [1]. Posudok slúžil objednávateľovi k vypísaniu tendra na dodávku kompletnej sanácie komína. Tender na opravu komína v roku 2002 vyhrala akciová spoločnosť ENERGOTERM, a.s. Hlavný subdodávateľ statického zosilnenia bol PROJSTAR-PK,s.r.o. Na realizácii prác sa ďalej zúčastňovali spoločnosti Hydrodynamic, s.r.o. Zlaté Moravce s dodávkou čistiacich prác s vodným lúčom, IS Mosty, s.r.o. s hĺbkovou injektážou trhlín, Termstav, a.s. a Termstav, a.s. Bratislava s vlastnými výškovými prácami, firma SIKA, s.r.o. s dodávkou sanačného systému vonkajšieho drieku komína.

2. Vonkajšia sanácia komína

2.1 Popis rozdelenia sanačných zón komína a použité materiály

Pred realizáciou sanácie jednotlivých zón sa odstránil pôvodný náterový systém Chesterton vodným lúčom pomocou zariadenia HYDRODYNAMIC o výkone tlaku 1200 bar, potom bol preklepaný celý povrch komína. Zistené porušené betónové hniezda boli vyspravené (obr.1). Na obnaženú výstuž na jej ochranu a zároveň spojovací mostík – bola použitá hmota SIKA MONOTOP 610 a reprofilačná malta SIKA MONOTOP 615.

(1) Ing., PhD., ENERGOTERM, a.s., Bratislava

(2) Doc., Ing., PhD., STU Bratislava, Stavebná fakulta, KBKaM, Bratislava

(3) Ing., PROJSTAR – PK s.r.o., Bratislava



Obr. 1. *Betónové hniezda*

Sekundárna ochrana vonkajšieho drieku a ochôdzov sa vykonala náterovým systémom SIKA v závislosti od spôsobu vonkajšieho namáhania nasledovne:

Zóna A (od päty komína po výškovú kótu 120m)

V tejto zóne sa použil elastický náterový systém pozostávajúci zo:

- SIKAGARD 552W (na základe disperzného plastu) -2 x vrstva
- SIKAGARD 500W (na báze akrylovej disperzie) -1 x vrstva
- Príslušný denný letecký náter -1 x vrstva

Systém odoláva priemyselnej atmosfére a je schopný prenášať trhliny do + 0,5 mm. V tejto zóne sa nachádzajú 2 ks ochôdzov vo výške +57,5m a +102,5m, ktoré boli ošetrené nasledovne:

Náter železobetónovej dosky ochôdzov:

- ICOSIT 277 - 2 x vrstva
- Príslušný denný letecký náter -1 x vrstva

Náter zábradlia:

- ICOSIT 6630 HIGH SOLID v odtieni RAL 3020 - 2 x vrstva

Ochôdz vo výškovej úrovni +15,0m bol odbúraný.

Zóna B (úsek od +120m do +145m, t.j.25m)

V tejto zóne sa použil náterový systém, ktorý odoláva kyslým vodám a bol aplikovaný nasledovne:

- ICOSIT 2406 PRIEMER (na báze epoxidových živíc s rozpúšťadlami) -1 x vrstva
- ICOSIT POXICOLOR (2 komponentný náter oteruvzdorný na báz epoxid. Živíc a umelých hmôt s malým obsahom rozpúšťadla) -1 x vrstva
- príslušný denný letecký náter -1 x vrstva

Zóna C (úsek od +145m do +150m, t.j.5m)

V tejto zóne sa použil náterový systém, ktorý odoláva kyslým vodám a bol aplikovaný nasledovne:

- ICOSIT 277 (na báze disperzného plastu) -2 x vrstva
- príslušný odtieň denného leteckého značenia -1 x vrstva

2.2 Sanácia trhlín

Sanácia trhlín sa realizovala po predchádzajúcom očistení drieku komína vysokotlakovým vodným lúčom. Na komíne sa vyskytli rôzne šírky otvorených trhlín i trhliny zaplnené tmelom v minulých obdobiach, ktoré preukazovali nefunkčnosť.

Cieľom sanačných prác bolo u všetkých trhlín zabezpečiť:

- uzatvorenie trhlín,
- utesnenie trhlín,

a tým zabrániť prenikaniu agresívnych látok a vody do vnútra betónu. Podľa šírky trhlín boli prevedené 3 spôsoby ich utesnenia:

- a) Trhliny do 0,5mm boli prekryté a utesnené pružným náterovým systémom SIKA, vykonávaným v rámci sekundárnej ochrany vonkajšieho drieku komína konkrétnymi nátermi podľa jednotlivých zón,
- b) Trhliny 0,5 - 1,0mm ktoré neprechádzali skrz celou stenou sa sanovali hĺbkovou injektážou pružnou PUR živicom týmto postupom:
Trhlina po výške v roztečiach cca. 300mm sa osadila injektážnymi trubkami, resp obturátormi. Po osadení injektážnych trubiek sa trhlina natrela epoxy plastmaltou proti zamedzeniu výronu injektážnej PUR živice na povrch komína. Potom sa tlakom cez injektážne otvory vykonala injektáž trhliny. Nakoniec sa odstránili injektážne trubky, resp. obturátory.
- c) Trhliny nad 1,0mm. Vzhľadom k tomu, že z dôvodov nedostatočnej doby odstávky komína sa musel zvoliť tzv. teplý stav opravy komína, tento typ trhlín sa premenil na dilatčné špáry s komplexným utesnením.

Pritom sa použil tento postup:

Rozšírili sa okraje trhlín na šírku cca. 10 mm do hĺbky cca. 20mm. Pomer šírky k hĺbke špáry sa vykonal v pomere 1:2. Rozšírenie sa vykonal carboflexkou sozdruženými diamantovými 2 kotúčmi. Narezaná špára sa vyčistila. Spodná časť takto vzniknutej špáry sa vyplnila polyetylénovým povrazcom o Ø10mm. Steny špáry sa naprenetrovali penetračným náterom PRIMER SIKA 3. Nakoniec sa špára pretmelila trvale pružným tmelom SIKAFLEX PRO 3WF, ktorý po prilepení len na steny špáry bol namáhaný len osove (Obr.2).



Obr.2. Sanácia veľkých trhlín

Všetky operácie spojené so sanáciou vonkajšieho drieku komína boli vykonávané z dvoch plošín. Nanášanie jednotlivých typov sanačných hmôt sa aplikovalo ručne. Počas prác boli vykonávané odtrhové skúšky na kontrolu kvality jednotlivých technologických krokov sanácie betónového drieku.

Oceľová výstroj komína bola vodným lúčom očistená od pôvodného náteru a nečistôt. Náter sa aplikoval ručne v dvoch vrstvách a hrúbke 80-160µm náterovým systémom ICOSIT 6630 HIGH SOLID.

3. Vonkajšie spevnenie komína

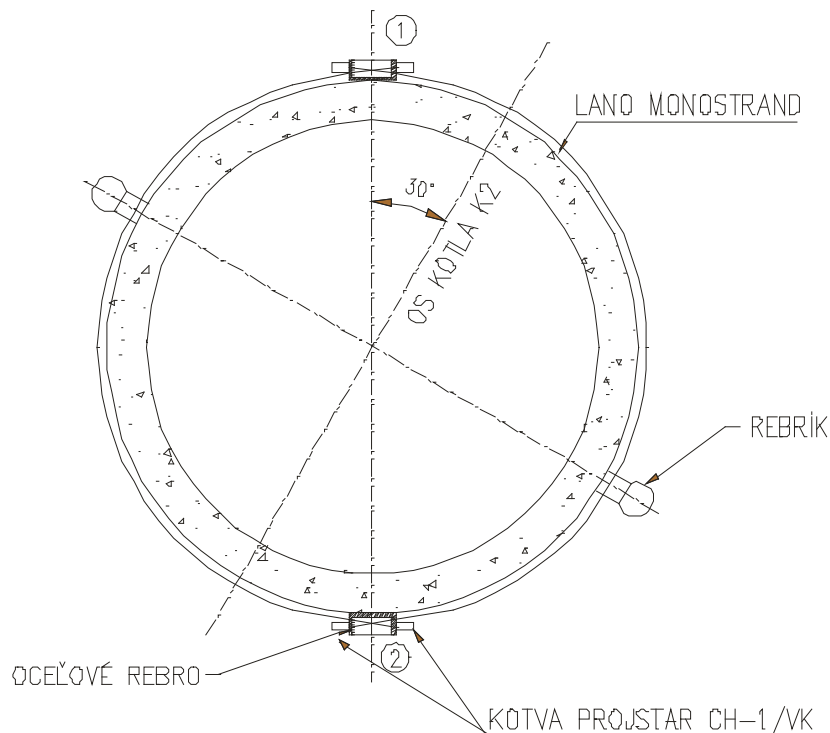
Celková zostava vonkajšieho spevnenia predpínacími lanami MONOSTRAND a sťahovacími obručami nahradila poddimenzovanú pôvodnú radiálnu výstuž komína. Predpísané množstvo predpätia lán stanovuje expertízny posudok Katedry betónových konštrukcií a mostov STU Bratislava [1]. Predpätím sa zabezpečil stav, pri ktorom šírky nových trhlín od teplotného zaťaženia neprekročia hodnotu $w_{lim}=0,3\text{mm}$.

3.1 Konštrukcia vonkajšieho predpätia komína

Na zosilnenie drieku komína ENO bola použitá osvedčená technológia vonkajšieho predpätia valcových konštrukcií firmy PROJSTAR-PK, s.r.o., ktorá sa úspešne realizovala pri zosilňovaní železobetónových nádrží ČOV v Petržalke [2] a sedimentačnej nádrže ČOV v Trenčíne.

Aktívne predpätie drieku komína bolo použité od výšky +17,5m až po výšku +132,5m čo predstavuje 310 prstencov predpínacej výstuže. Hustota predpätia po výške komína je nasledovná: 50 x 300mm + 44 x 340mm + 175 x 400mm. Horná časť komína v dĺžke 14,0m je vystužená oceľovými obručami so vzdialenosťou 1,0m. V rámci subdodávky zosilnenia komína firma PROJSTAR-PK, s.r.o. vypracovala kompletnú výrobnú dokumentáciu a technologický predpis [3] podľa ktorého sa realizovali a kontrolovali práce na vonkajšom predpätí.

Na obr.3 je vykreslený systém vonkajšieho predpätia komína. Prstence sú striedavo vykotvené v oceľových rebrách č.1, 2 pomocou jednolanových kotiev PROJSTAR CH-1/VK. Nesúdržné lano MONOSTRAND výrobcu TRIOSTRAND, s.r.o. bolo vyrobené tak aby znieslo zvýšené zaťaženie od lokálnych nerovností povrchu komína a slnečného žiarenia. Minimálna hrúbka HDPE polyetylénu je 2mm. Výrobca vyšiel v ústrety dodávateľovi a použil zafarbenie polyetylénu, ktoré korešponduje s farebným odtieňom podkladu. Základný odtieň je šedostrieborný. V miestach výstražných pruhov je polyetylén červenej farby.



Obr. 3. Schéma vonkajšieho predpätia komína

Uzavreté prstence predpínacej výstuže sú zakotvené v jednom z dvojíc protiľahlých oceľových rebier. Kotevné rebrá sú vyrobené z valcovaného U profilu výšky 140mm. V oblasti kotvenia lana je U-profil vystužený oceľovými výstuhami hrúbky 8 mm. Otvory v rebre priemeru $\varnothing 27\text{mm}$ umožňujú prechod MONOSTRANDU s HDPE chráničkou, ktorá zvyšuje ochranu lana proti poškodeniu vrubovým namáhaním. Rebrá sú kotvené do drieku komína oceľovými kotvami hrúbky $\varnothing 12\text{ mm}$. Kotevné rebrá boli vyrobené vo vopred stanovených dĺžkach a povrchovo upravené žiarovým zinkovaním. Predpínacie laná MONOSTRAND sú v rebrách vykotvené pomocou dvojice jednolanových kotiev PROJSTAR CH-1/VK (obr.4). Kotva je opatrená zinkovou povrchovou úpravou a je upravená tak aby nedochádzalo k zatekaniu puzdra kotvenia. Na utesnenie konektora a ochranného krytu kotvenia bol použitý trvale plastický bitumenový tmel a vnútorný priestor kotvenia bol vyplnený mazivom INJEKT HKL.

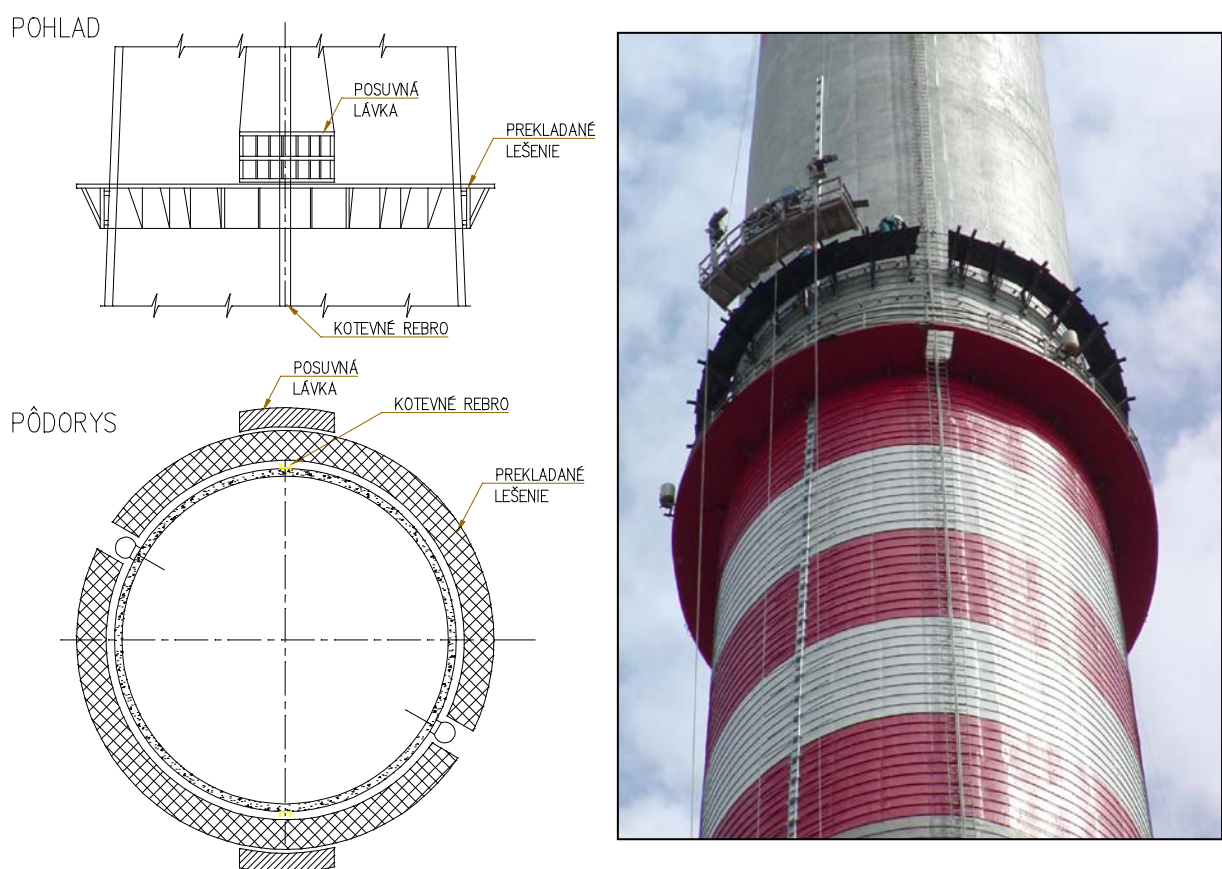


Obr. 4. Kotvenie predpínacieho lana v oceľovom rebre

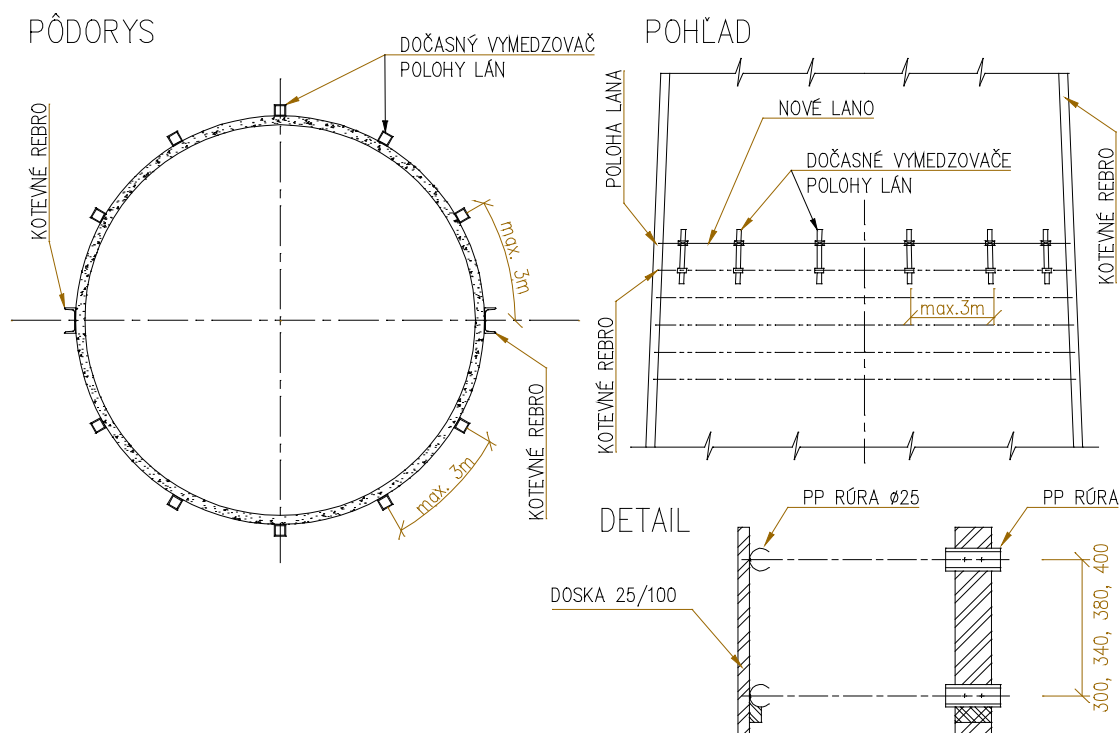
3.2 Montáž predpätia

Nakoľko komín bol už s definitívnou povrchovou úpravou, bolo potrebné minimalizovať zásahy do povrchu ochranného náteru komína. Z uvedených dôvodov bolo upustené od ďalšieho stabilizovania dráhy prstenca zvislými oceľovými pásnicami. Po vytýčení zvislíc boli kotevné rebrá montované odspodu a priebežne sa kontrolovala ich výška. Montáž sa realizovala z dvoch lávok, ktoré sa pohybovali vo zvislých líniiach kotvenia. Na montáž predpätia boli lávky doplnené prekladaným lešením (obr.5) z ktorého bolo možné postupne osadiť lano a stabilizovať jeho dráhu pomocou jednoduchých vymedzovačov polohy lán (obr.

6). Po nasunutí kotiev bolo lano napnuté na počiatočnú silu 65,5 kN. Rýchlosť montáže lán bola limitovaná hlavne prestavbou prekladaného lešenia. Pri 3 denných prekladoch lešenia bolo možné namontovať 20 lán. Finálne predpínanie lán na silu 180kN bolo vykonané po ukončení montáže všetkých lán. Postup napínania bol stanovený tak, aby nedochádzalo k jednostrannému krúteniu rebier. Na predpínanie boli použité dve súpravy PAUL TENSA SM200 kN so špeciálnym nadstavcom lisu, ktorý odklonil lis od steny komína. Po ukončení napínania lán bola vykonaná finálna úprava kotvenia, odrezanie lán, protikorózna ochrana puzdra kotvenia, osadenie ochranného krytu a utesnenie prvkov kotvenia.



Obr.5. Montáž predpätia komína



Obr.6. Vymedzovače polohy lán

Záver

Vykonaná sanácia 150 m komína v SE, a.s. ENO, závod Zemianske Kostol'any je svojim charakterom špecifická v tom, že statické spevnenie radikálne umiestnenými lanami Monostrand, ktoré dopĺňajú radiálnu výstuž, nie je prekrytá betónovou vrstvou, ako je to bežné pri väčšine realizácii tohto systému na valcových betónových konštrukciách.

Tento spôsob statického spevnenia bol vyvolaný náročnými zakladacími pomermi, ktoré nedovolili prípadné ďalšie priťaženie komína a základovej dosky betónovou vrstvou.

Pri výbere vhodného sanačného systému sa vychádzalo z uplatnenia hmôt a postupov firmy SIKA na betónových konštrukciách driekov komínov. Priame konzultácie a obhliadka viacerých sanovaných komínov nemeckých elektrární v Porúri v SRN potvrdili vhodnosť, dlhodobú funkčnosť a estetickosť sanačných systémov SIKA a preto tento systém investor a dodávateľ vybral i pre sanáciu 150 m komína SE, a.s. ENO, závod Zemianske Kostol'any.

Po úspešnosti Energoterm, a.s. v tendri, boli vlastné práce zahájené v septembri 2002 a boli ukončené v máji 2003. Zimné obdobie si vynútilo prerušenie prác v období od 15.11.2002 – 30.03.2003. Práce prebiehali v jednotlivých fázach rekonštrukcie plynule a nepretržite pri 2-smennej prevádzke. Počas realizácie sa kládol zvýšený dôraz na kvalitu, ktorá bola kontrolovaná nielen realizátormi, ale najmä pracovníkmi investora, pracovníkmi STU a dodávateľa sanačného systému firmou SIKA. Práce boli zrealizované kvalitne k spokojnosti investora. Súčasťou stavby je i trvalý monitoring hotového diela.



Obr.7. Dokončené dielo

Literatúra

- [1] Posúdenie stavu a podklady pre opravu vonkajšieho drieku 150 m komína ENO, Stavebná fakulta STU, Katedra betónových konštrukcií a mostov, Bratislava, December 2001,
- [2] Chandoga M. a kol.: Sanácia železobetónových nádrží ČOV Petržalka, Inžinierske stavby, roč.47, 1999, č.8-9, str.285-289,
- [3] Vonkajšie predpätie drieku komína ENO lanami MONOSTRAND. TP – 0399, PROJSTAR-PK, s.r.o., ENERGOTERM, a.s., Jún 2003.