

## Možnosti a prostriedky úpravy drveného kameniva

Michal Ščurok<sup>1</sup>

### *Possibilities and plant equipments for preparation of crusher – run material*

*On crusher-run material are laying some specific qualitative terms, from those are only some affected in neatness process. Specific remark is devoted to their analysis for constructional works. Own process of crusher-run material modifications is limited in financial weights, which determines his price and also in physical and chemical rightfulness, that are not possible move about. The essence of crusher-run material production is technological entrance with suitable machines selection and technological procedure observation.*

**Key words:** crusher-run material, crusher, granularity, cubic formed grains

### Úvod

Úprava drveného kameniva sa stáva dôležitou technologickou operáciou, vzhľadom na zvyšujúce sa kvalitatívne požiadavky vyrábaných frakcií. Prítom len niektoré z týchto požiadaviek sú ovplyvniteľné úpravárenským procesom. Vlastný proces úpravy kameniva je obmedzený finančnými nákladmi, ktoré stanovujú jeho cenu, a fyzikálnymi i chemickými zákonitosťami, ktoré nie je možné obchádzať. Podstatou výroby kameniva je technologický postup pomocou rôznych úpravárenských zariadení a strojov s odpovedajúcimi vlastnosťami. Tento článok sa v stručnosti zaoberá zásadami a ukazovateľmi úpravárenského procesu, ktoré sú pre samotnú výrobu drveného kameniva nezanedbateľné.

### Zásady pre voľbu úpravárenských zariadení

Výber vhodného druhu drveného kameniva je závislý od účelu jeho použitia. To, aké vlastnosti má kamenivo vykazovať, stanovujú normy. Zahrňujú jednak skupinu vlastností, ktoré sú dané horninou a ich zmeny sa vymykajú reálnym možnostiam výrobcov kameniva. Takými sú najmä mrazuvzdornosť, trvanlivosť, nasiakavosť, ohladiteľnosť a čiastočne aj otlkavosť, u ktorej sa hodnoty dajú do istej miery ovplyvniť tvarovou hodnotou. Na druhej strane normy zahrňujú skupinu vlastností ovplyvniteľných úpravárenským procesom pri výrobe kameniva, ktorými sú čistota, tvar zŕn a roztriedenie podľa veľkosti.

Aby sme mohli úpravňu drveného kameniva vybudovať alebo už existujúcu postupne pretvárať na racionálnu a plne efektívnu výrobnú jednotku, musíme k tomu mať aj patričné výrobné prostriedky. Ináč povedané stroje, ktoré budú schopné bezchybne plniť tú funkciu, ktorá im na jednotlivých miestach technológie úpravy náleží. (Leško, 1989)

Výber úpravníckych zariadení závisí od mnohých faktorov a v zásade vychádza z nasledujúcich predpokladov:

- na základe teoreticky odôvodnených vzorcov, ktoré však majú nedostatky obyčajne v tom, že zohľadňujú len tie najdôležitejšie vplyvy. Z toho dôvodu sa vypočítané výsledky často líšia od výsledkov získaných v praxi,
- na základe prevádzkových údajov pre obdobné zloženie vsádzky, pričom takto získané výsledky sú spracované do empirických vzorcov,
- podľa mernej spotreby energie, ktorá je dôležitým ekonomickým faktorom úpravárenských procesov,
- podľa výkonov udávaných v katalógoch a príručkách.

Základnou podmienkou akostného kameniva je plynulosť výroby v úpravni, ktorej vstup je tvorený primárnym drvičom a výstup sadou expedičných zásobníkov. Primárny drvič, obvykle čeľusťový, má byť navrhovaný najprv podľa vstupného otvoru, ktorý bude vyhovovať predpokladanej veľkosti rúbaniny. Výkonnosť je rozhodujúca vtedy, ak jej takto zvolený typ drviča nevyhovuje. V bežných kapacitách prevádzky býva výhodnejší jednovzperný čeľusťový drvič s menšou náchylnosťou k upchávaniu oproti dvojvzpernému drviču, najmä vďaka väčšiemu pohybu čeľustí na vstupe a zároveň vykazuje lepšie efekty drvenia.

V produkte primárneho drviča sú vplyvom procesu drvenia, lepšie oddelené hlinito – ílovité zložky od polotovaru drveného kameniva, než pred ním a preto je ideálne v tomto mieste nasadiť odhliňovací triedič. Ten je opatrený prostriedkami proti zalepovaniu sít. Nadsitný materiál je polotovarom pre výrobu kameniva

<sup>1</sup> Ing Michal Ščurok, Polianska 2, 040 09 Košice, [michal\\_scurok@teko.sk](mailto:michal_scurok@teko.sk)  
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 3.7.2004)

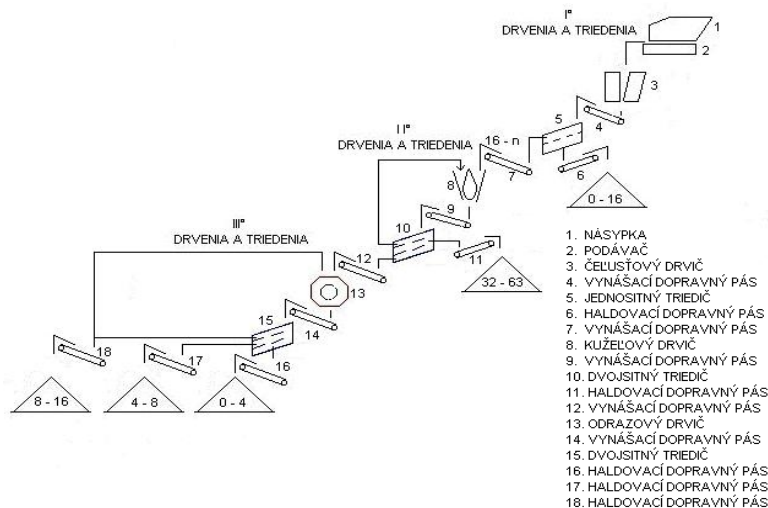
a mal by byť z dôvodov plynulosti výroby hromadený na dostatočne veľkej vyrovnávacej skládke. Podsitný materiál obvykle smeruje na odvalovú haldu, odkiaľ môže byť expedovaný.

Primárne drvené kamenivo je z vyrovnávacej skládky plynule dávkované do sekundárneho drviča, ktorý pracuje v uzavretom okruhu s vysokým stupňom drvenia, tak aby sa zrnitosť jeho produktu blížila čo najviac žiadanému sortimentu. Obvykle sa u nás pre túto funkciu uplatňujú kuželové a z časti aj dynamické drviče.

Konečnou fázou drvenia je terciárne drvenie, ktorým by mal prejsť všetok produkt sekundárneho drviča s výnimkou frakcie 32 – 63, ktorého producentom je sekundárny drvič. Typ terciálneho drviča je volený podľa najviac požadovanej frakcie.

Aby terciálne drviče plnili svoju korekčnú funkciu, musia byť navázané rovnomerne tak, aby pracovali trvale s plnou drviacou komorou a s takou zrnitosťou, aby vykazovali čo najnižší stupeň drvenia. Pokiaľ môžeme vzhľadom k charakteru horniny, z ktorej kamenivo vyrábame, použiť dynamický drvič, volíme taký typ, u ktorého je možné operatívne meniť otáčky rotora, pretože sú hlavným regulátorom funkcie drviča. Samozrejme je pri tom nutné prihliadať i na životnosť a obťažnosť výmeny pracovných elementov ako aj na energetickú náročnosť, ktorá je v dnešnej dobe mimoriadne dôležitá.

Na obr. 1 je znázornená technologická schéma úpravárenskej linky drveného kameniva, kde celý proces úpravy prebieha v troch stupňoch drvenia a triedenia. Takto zvolená skladba jednotlivých strojných zariadení je optimálna čo do efektívnosti samotnej úpravy kameniva tak aj ponukou širokej škály vyrábaných frakcií. Dôležité je spomenúť, že dobrý prístup k inštalovanému zariadeniu a pružná technologická schéma sa dosiahne dobrým priestorovým rozmiestnením zariadení, hlavne triedičov. Pri takomto usporiadaní je potrebné zabudovať medzizásobník tak pred drvičom, ako aj pred triedičom. Na jednej strane to vedie k zvýšeným investičným nákladom, na strane druhej má stálosť dávkovania vsádzky do drvičov a na triedenie veľký vplyv, predovšetkým na ich optimálny chod.



Obr. 1. Technologická schéma úpravárenskej linky drveného kameniva  
Fig. 1. Technological diagram for assembly line of crusher – run material

### Ukazovatele úpravárenského procesu

Z úpravárenských ukazovateľov u drveného kameniva je najdôležitejšou tvarová hodnota zrn  $b$  (1), ktorá vyjadruje pomer najväčšieho  $l$  k najmenšiemu  $h$  rozmeru jednotlivých zrn.

$$b = \frac{l_j}{h_j} \quad [-] \quad (1)$$

To znamená, že každé zrno je možné charakterizovať osovým krížom, ktorý tvorí tri väčšinou dĺžkovo odlišné osi: dlhá, stredná a krátka. Stredná os určuje veľkosť zrna a pomer dlhej osi ku krátkej už spomínanú tvarovú hodnotu zrna. Obvykle je požadovaný pomer týchto osí tri alebo päť. Zrná s tvarovou hodnotou väčšou ako 3 sú z technologického hľadiska nevhodné. Tvarovosť zrn má ďalej veľký význam pri použití pre betonárske práce a živичné povrchy vozoviek. V betónoch a živичných hmotách je základným komponentom kamenivo, ktoré dáva hotovému dielu pevnosť. Horniny, z ktorých je kamenivo vyrábané, majú v našich geologických podmienkach pevnosť v tlaku v priemere medzi 150 až 230 MPa, zatiaľ čo pevnosti v tlaku stvrdnutého cementu alebo živice sú nezrovnateľne nižšie. Cement i živica tvoria v týchto prípadoch akési lepidlo, ktoré má jednotlivé

zná kameniva vzájomne spojiť a vytvoriť z ich zmesi kompaktné telesá predom určených tvarov. Najlepšie vlastnosti bude mať teleso z takej zmesi kameniva, ktorá bude vykazovať čo najmenšiu medzerovitost' medzi zrnami. Okrem toho je nutné, aby zrnitosť použitého kameniva mala tak plynulú krivku zrnitosti, aby jednotlivé zrná vyplnili čo najlepšie celý priestor budúceho telesa. Ďalej je nutné aby kamenivo, pokiaľ je možné neobsahovalo menšie prachové častice ako má cement, ktorý ich má obalovať. Ako skutočne podľa zmienených hľadísk kamenivo vyzerá nám ukáže jeho sypná hmotnosť. Čím je viac medzier medzi zrnami, tým je sypná hmotnosť nižšia a naopak. Naším záujmom teda je, aby použitá zmes kameniva mala čo najvyššiu sypnú hmotnosť a tým sa dostávame aj k tvarovosti zrn. Zmes kameniva zložená z tvarovo nevhodných zrn, u ktorých pomer najkratšej osi k najdlhšej je väčší než tri, má pomerne výrazne menšiu sypnú hmotnosť, než kubické zrná s pomerom osí menším než tri. Znamená to, že zmes kameniva s tvarovo nevhodnými zrnami vyžaduje väčšie množstvo pojiva než zmes kameniva tvorená kubickými zrnami a tým má hotové teleso prirodzene i menšiu pevnosť. Okrem toho je pojivo omnoho drahšie, takže používanie kameniva z nekubických zrn nie je práve ekonomicky výhodné.

Ak sa pozrieme na diela zo sypaného kameniva, ktorými sú napr. železničné lôžka, rôzne tlakovo namáhané podsypy a podobne, hraje i tu tvar zrn významnú úlohu. Tvarovo nevhodnými zrnami sú aj ploché a ihlicovité zrná, ktoré v sypanej zmesi často dostávajú pozíciu veľmi krehkých nosníkov, ktoré pri namáhaní ľahko praskajú. Následne dochádza k posunu nadložných vrstiev kameniva do takto uvoľnených priestorov, čo má na rovinu tlakom namáhaného sypaného povrchu dosť negatívne následky. Pri použití kubického kameniva k tomuto javu nedochádza. (Zborník, 2002)

Veľmi dôležitým u kameniva je roztriedenie jeho zrn podľa veľkosti. Kubické kamenivo je omnoho lepšie triediteľné ako kamenivo nekubické, teda tvarovo nevhodné. Tvar zrn vyrobeného kameniva má teda veľký význam nielen pre odberateľov, ale aj pre jeho výrobcov, aby mohli úspešne plniť ďalšie ukazovatele akosti, ktorým je ostrosť triedenia, to znamená vylúčenie kameniva mimo požadovanú zrnitosť.

Ako je vyššie uvedené je kubický tvar zrn veľmi dôležitý, problém je v tom ako ho v procese úpravy drveného kameniva vytvoriť. Kubické zrná sa tvoria výlučne pri prirodzenom dynamickom drvení, t.j. takom kedy je zrno nárazom v priestore rozbité na menšie častice. Na jednej strane tu pôsobí rotujúce kladivo alebo nejaká prekážka v jeho dráhe umelo vyvolaného prudkého pohybu a na druhej strane jeho vlastná zotrvačnosť v kľude alebo v pohybe, ktorá závisí na jeho hmotnosti. Tieto okolnosti vedú k prirodzenému rozpadu zrn, ktoré majú obvykle kubický tvar. Pre tvorbu kubických zrn majú dynamické drviče pri správnom nastavení a správnom použití svoj nesporný význam. Nedá sa však prehliadnuť skutočnosť, že dynamické drviče stále ešte vykazujú veľký oter pracovných elementov.

Z ekonomických dôvodov je uprednostňované drvenie tlakové, pretože nevykazuje tak vysoký oter pracovných elementov a je z prevádzkových nákladov prijateľnejšie. Okrem toho je regulovateľnejšie z hľadiska požadovanej zrnitosti. K tlakovému drveniu sa používajú prevažne drviče čelust'ové a kuželové. Dochádza tu k násilnému drveniu tlakom pohybujúcej sa plochy na zrno opreté o pevnú plochu. Tento spôsob drvenia, pokiaľ sa prevádza klasickým spôsobom, vedie vo veľkej časti prípadov k tvorbe nekubických zrn s typickými šupinovými a ihlicovými tvarmi.

Podľa súčasných poznatkov, musia byť pre výrobu kubického drveného kameniva na týchto drvičoch rešpektované určité okolnosti, napríklad voľba vhodného koeficienta zdrobnenia. V prípade nevhodnej prirodzenej štiepatelnosti vstupnej suroviny sa tlakové drvenie v II. stupni neodporúča.

### Záver

Na základe uvedených skutočností je potrebné sa sústrediť predovšetkým na správnu voľbu úpravárenských zariadení, pričom je nutné vychádzať z plánovanej kapacity ťažby, hlavne pri novo vznikajúcich prevádzkach. Pri správnej voľbe úpravárenských zariadení a ich kapacitného i časového využitia, odpadajú následné vratné procesy dopracovania, ktoré v konečnom dôsledku predražujú samotnú výrobu drveného kameniva. Z hľadiska výroby technologicky vhodného kameniva je nutné úpravárenskú linku navrhnuť v troch stupňoch drvenia a triedenia. Z ekonomického hľadiska nevýhodou takéhoto riešenia sú vysoké investičné náklady, ktoré majú za následok dlhšiu dobu návratnosti.

Na záver sa dá konštatovať, že bez podrobného prepočtu technológie úpravy kameniva a následne dôsledného dodržiavania technologického postupu, nie je možné vyrábať kamenivo vopred určených parametrov.

### Literatúra-References

- Leško, M.: Projektovanie a výskum úpravni, *ES VŠT Košice, 1985.*  
Zborník : Současnost a perspektiva těžby a úpravy nerudných surovin, *Ostrava 2002.*  
Ščurok, M.: Diplomová práca, *TU F BERG v Košiciach, 2003.*