

VYPRACOVÁNÍ METODIKY NÁKLADOVÉHO HODNOCENÍ VÝROBNÍ FÁZE APRETACE ODLITKŮ

PROJEKT XII



Závěrečná zpráva

Koordinátor: Doc. Ing. Václav Kafka, CSc.

Řešitelé:

p. Miroslav Herzán

Ing. Pavel Jelínek

Ing. Ivo Lána, Ph.D.

p. Reinhold Lasák

Ing. Marcel Novobilský

Ing. Veronika Pazderková, Ph.D.

Ing. Olga Poloková

Ing. Gabriela Staníčková

Ing. Blanka Vyletová

Dále spolupracoval: Ing. Dušan Doupovec

BRELAMOS s.r.o. Ostrava

DSB EURO s.r.o., Blansko

KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o., Brno

SLÉVÁRNA A MODELÁRNA NOVÉ RANSKO, s.r.o.,

Nové Ransko

SLÉVÁRNY TŘINEC, a.s., Třinec

TECHCONSULT s.r.o., Praha

Práce byla vykonána za finanční podpory Odborné komise ekonomické ČSS Brno a zúčastněných společností.

leden 2012

OBSAH

1. ÚVOD.....	3
2. CÍLE PROJEKTU XII.....	3
3. ZÁKLADNÍ INFORMACE O SLÉVÁRNÁCH V PXII.....	3
3.1 BRELAMOS s.r.o.....	3
3.2 DSB EURO, s.r.o.....	4
3.3 KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o.	4
3.4 Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.....	5
3.5 Slévárny Třinec, a.s.	7
4. VYVINUTÍ METODIKY STANOVENÍ NÁKLADŮ NA APRETACI ODLITKŮ	9
4.1 Stanovení výrobních fází a dílčích výrobních fází apretace odlitků.....	9
4.2 Metoda stanovení neúplných vlastních nákladů.....	12
4.3 Zjednodušení sledování a záměrné neposuzování některých úkonů apretace odlitků v PXII.....	12
4.4 Výběr specifických metod stanovení nákladů na vybrané pracovní úkony.....	14
4.5 Vlastní nákladové ohodnocení výrobních a dílčích výrobních fází apretace odlitků	18
4.5.1 Popis pracovních úkonů (operací) každého odlitku	18
4.5.2 Stanovení nákladů na apretaci	21
5. KLASIFIKACE SLEDOVANÝCH ODLITKŮ	27
5.1 Vlastní klasifikace sledovaných odlitků	27
6. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY	31
6.1 Přehled dosažených výsledků na apretaci u ocelových odlitků	32
6.2 Přehled dosažených výsledků na apretaci u litinových odlitků.....	33
7. NÁVRH INTERPRETACE DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ	37
8. NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY NÁKLADOVOSTI APRETACE ODLITKŮ.....	42
9. SHRUTÍ A ZÁVĚR.....	43
10. LITERATURA	45
11. SEZNAM ZKRATEK	47
12. SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A PŘÍLOH	48

1. ÚVOD

PROJEKT XII pokračuje v cílevědomém postupu odborné komise ekonomické (OK) České slévárenské společnosti (ČSS) nákladově posoudit veškeré pracovní fáze apretace odlitků. Navazuje na PROJEKTY, které byly OK dříve řešeny [1- 11].

Řešitelský tým postupuje v řešení PROJEKTU XII (PXII) podle ověřené metodiky předcházejících PROJEKTŮ.

Na řešení PXII se podílí pět českých sléváren - DSB EURO, s.r.o. Blansko, KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o. Brno, Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o., Slévárny Třinec, a.s., BRELAMOS s.r.o., Ostrava, společnost TECHCONSULT,s.r.o a studenti a doktorandi z VŠB-TU Ostrava, fakulty FMFI.

2. CÍLE PROJEKTU XII

Hlavním cílem PXII je vyvinutí metodiky nákladového hodnocení apretace odlitků, ověření tohoto postupu a stanovení neúplných vlastních nákladů (NVN). A samozřejmě naznačit jak se bude provádět interpretace získaných výsledků.

Předpokládáme, že až v následujících pracích bude provedeno hodnocení NVN na apretaci odlitků mezi jednotlivými odlitky, hledání nákladových úspor i vzájemné porovnání mezi slévárnami. Také bychom měli poté hledat závislosti nákladů mezi vybranými výrobními činiteli.

3. ZÁKLADNÍ INFORMACE O SLÉVÁRNÁCH V PXII

3.1 BRELAMOS s.r.o.

Firma se zabývá, mimo jiné, cíděním a opravami odlitků z oceli, litiny s lupínkovým grafitem (LLG) a litiny s kuličkovým grafitem (LKG) v hmotnostech od 20 kg do 10 000 kg, výjimečně až 20 000 kg. Pro tuto činnost jsou k dispozici čtyři svářečská pracoviště vybavená svářečkami MIG-MAG o výkonu max. 400 a 500 A. K opravám speciálních materiálů, nebo tam kde to zákazník vyžaduje, se k odstraňování vad používají ruční obloukové svářečky o výkonu max. 600 A. Pro proces odstraňování vad jsou nutné uhlíkové elektrody a stlačený vzduch.

Broušení odlitků je prováděno ručními elektrickými bruskami značky DEWALT a BOSCH.

Tepelné zpracování a tryskání odlitků se provádí v kooperaci. Maximální rozměry výrobků jsou 3x3,5x2,5 m. Tepelné zpracování je prováděno v elektrické peci, jejíž kapacita je max. 20 tun. Tryskání je prováděno v komorových nebo bubnových tryskačích, dle rozměru výrobku.

Nedestruktivní i destruktivní zkoušky jsou prováděny dvěma externími organizacemi.

Pro opravy svařováním jsou schválené postupy, certifikované společnostmi TÜV, BureauVeritas a Lloyd's Register.

3.2 DSB EURO, s.r.o.

Slévárna vyrábí odlitky z LLG o hmotnostech 100 – 30 000 kg, LKG 10 – 8 000 kg a oceli 10 – 10 000 kg. Vyráběný sortiment je určený především pro petrochemický průmysl, vodní stroje, obráběcí stroje a automobilový průmysl.

V tavírně jsou dvě elektrické obloukové pece (EOP) se zásaditou vyzdívkou o maximální hmotnosti vsázky 7,5 tuny. Tonáž pecí tedy umožňuje odlévat odlitky do maximální surové hmotnosti 15 tun. K intenzifikaci oxidační periody tavby je možné použít dmýchání kyslíku. Pro zvýšení čistoty a homogenity oceli se používá dmýchání argonu do tekutého kovu v pánvi. Dále je v tavírně umístěna středofrekvenční kelímková indukční (IP) o nominální hmotnosti vsázky 0,5 tuny. LLG se vyrábí ve dvou studenovětrných kuplovnách o průměrech 1200 mm s kapacitou výroby 12 tun/hod. Odlitky jsou vyráběny s využitím klasických dřevěných nebo spalitelných polystyrenových modelových zařízení. Transport vzorků z tavírny do laboratoří je zajišťován pneumatickou dopravou.

Na provoze „Šedé litiny“ se ručně formují velké a těžké odlitky do rámu a kesonů. Provoz je vybaven čtyřmi průběžnými mísiči a válečkovou tratí se stráscím roštem.

Na provozu „Ocelárna“ se ručně formují těžké a kusové odlitky. Provoz je dále vybaven impulsní formovací linkou Georg Fischer Schafthausen (Švýcarsko) pro rozměry rámu 1000 x 800 x 300/300 mm. K dispozici jsou kolové mísiče o výkonu 6 t/hod a průběžný ramenový mísič o výkonu 15 t/hod. K výrobě jader jsou k dispozici čtyři vstřelovací stroje: Universal OVZ 25 – CT + hot box, KHBE – CT + CB amin, REPR 20 a REPR 80-CT. Používané formovací směsi: s vodním sklem nebo směsí ST, fenolové směsi a bentonitová formovací směs.

K čištění odlitků na cídrně jsou k dispozici tři bubnové a dva komorové brokové tryskače. K cidění větších odlitků slouží vodní komorový tryskač. Ten na sebe váže provoz vodního kalového hospodářství. Broušení odlitků se provádí ručně elektrickými nebo pneumatickými bruskami. Těžší odlitky se brousí pomocí manipulátoru ANDROMAT. Tepelné zpracování odlitků probíhá ve třech plynových vozových pecích. Maximální dosažitelná teplota je 1 100°C, maximální rozměr vozu 7 600 x 4 000 mm a výška klenby 2 400 mm. Pálení náلتků je prováděno ručně kyslíko-acetylenovými hořáky. U vysokolegovaných ocelí se používá „pálící prášek“. Opravy odlitků se provádějí na sedmi pracovištích zavařováním pomocí obalovaných elektrod. Dvě pracoviště používají svařování metodou MIG-MAG.

Hrubovna je vybavena čtyřmi karuselovými soustruhy – SK 32, 2x SK 25, SK 16, programově řízeným karuselem SKIQ 8 a horizontální vyvrtávačkou WD 130. Na těchto strojích je prováděno hrubování odlitků.

Základování odlitků je umístěno v odsávané celoročně vytápěné hale. Nanášení barev je prováděno máčením, ručním natíráním nebo ručním stříkáním. Standardně je k dispozici vodou ředitelná základní barva. Jiné druhy barev lze nanášet na základě specifikace zákazníkem.

3.3 KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o.

Slévárna se zabývá kusovou a malosériovou výrobou ocelových odlitků odlévaných do pískových forem. Standardní odlitky pro strojní zařízení jsou vyráběny z konstrukčních ocelí a nízkolegovaných materiálů se zvýšenými mechanickými hodnotami. Velkou skupinou jsou odlitky z legovaných ocelí pro speciální použití, které tvoří až 40% produkce. Výroba probíhá na základě manuálu kvality dle normy ISO 9001-2008 včetně vystavení atestů a protokolů. Kromě této základní certifikace je slévárna držitelem skupiny materiálových

certifikátů od klasifikačních společností: ABS, BV, DNV, GL a TÜV NORD. Hmotnost odlitků se pohybuje v rozsahu 5 kg – 4500 kg.

Základní technologické úseky slévárny jsou: pracoviště odstředivě litých trubek (OLT), tavnice, formovna s jadernou a přípravnou formovací směsí, tepelné zpracování odlitků (TZ) a čistírna odlitků.

Pracoviště OLT - odstředivě lité trubky jsou dodávány v 36 odstupňovaných velikostech v rozmezí vnějšího průměru 71 – 406 mm, o maximální délce 4000 mm. Minimální tloušťka stěny trubky je 8 mm.

Tavnice - výrobu tekutého kovu zajišťuje tavnice jednou EOP o nominální hmotnosti 5t vsázky, dvěma IP 1 x 0,5t a 1 x 1t. Dále novou 3t IP INDUKTOTHERM, která je hlavním tavicím agregátem.

Formovna a jaderna - ve slévárně je zavedena ruční výroba forem a jader. Pro výrobu forem se samotvrdnoucí formovací směs Alpha-set připravuje v průběžném mísiči o výkonu 20t/hod. Pro výrobu jader se tato směs vyrábí na průběžném mísiči o výkonu 3t/hod. Další jádrová směs se připravuje z ostřiva a vodního skla (vytvrzované CO₂) v kolovém mísiči. Formovna a jaderna je dále vybavena S-mísiči na přípravu směsí s nekřemenným ostřivem.

Písková laboratoř zajišťuje kontrolu kvality vstupních surovin do formovny (ostřiva) a kontrolu regenerované směsi. Dále provádí průběžnou provozní kontrolu připravovaných samotvrdnoucích směsí a jejich uvolnění do výroby na základě zkoušek pevnosti v ohybu. U jádrových směsí s vodním sklem provádí zkoušky pevnosti v tlaku, prodyšnosti a zkoušky vlhkosti směsi.

Tepelné zpracování odlitků – pracoviště je vybaveno třemi vozovými žíhacími pecemi a jednou vozovou kalící pecí. Dvě z těchto pecí jsou po modernizaci řízeny automatickým řídicím systémem. Všechny pece jsou vytápěny zemním plynem. V kalící peci je maximální dosažitelná teplota 1100 °C. Kalení se provádí na vzduchu nebo ve vodní lázni. Kalení do oleje zajišťuje slévárna v kooperaci.

Čistírna – tryskání odlitků se provádí v komorovém závěsném tryskači Gutmann se 4 metacími koly (abrazivo – ocelové broky S390). Dále se využívá komorový tryskač se zavážecím vozem (abrazivo – litinová drť) a dva pásové tryskače s metacími koly typu PTB5 a WS5 (abrazivo – ocelové broky S780). Nálitky a vtoky se upalují kyslíko-acetylenovým plamenem. U odlitků z vysokolegovaných materiálů se používá upalování exotermickým práškem a začistění stop po nálitcích se provádí na drážkovacím stroji HOBART. Broušení odlitků se zajišťuje závěsnými kyvadlovými bruskami typu KB40 a ručním pneumatickým nářadím. Čistírna je také vybavena apretační kabinou TELLUS TG700. Opravy odlitků se provádějí ručním zavařováním obalenou elektrodou (MMA) nebo svařovací metodou MIG/MAG. Pro sušení elektrod se používá centrální sušící pec. Všechna čtyři pracoviště svářečů jsou ještě vybavena vlastní malou sušící pískou.

Slévárna také zajišťuje hrubování odlitků ve vlastní hrubovně, která je vybavena karusely typu SK 12, 12EK85, 1L525 a hrotovým soustruhem SU63A. Dále případně zadává odlitky na opracování do kooperace.

3.4 Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.

Slévárna vyrábí odlitky pro velmi širokou skupinu tuzemských i zahraničních zákazníků.

Specializuje se na technologicky náročné odlitky. Využívá technologií strojního i ručního formování do bentonitových i samotvrdnoucí směsí, slitiny hliníku i do kovových

forem. Vedle slévárenské produkce společnost zajišťuje výrobu dřevěných, plastových a kovových modelových zařízení a kovových forem, jak pro vlastní slévárnu, tak pro tuzemské i zahraniční odběratele. Část produkce odlitků obrábí ve vlastní CNC obrobň. Mimoto zajišťuje tepelné zpracování odlitků a provádí povrchové úpravy odlitků ekologickými nátěrovými hmotami.

Odlitky jsou vyráběny z LKG a LLG, ze slitin hliníku s křemíkem a ze slitin mědi. Výrobní sortiment je velmi pestrý, od drobných odlitků až po odlitky středních hmotností. Hmotnostní omezení, dané technologickým zařízením, je u slitin neželezných kovů 500 kg, u litin 3 000 kg.

Slévárna litin používá k výrobě LLG dvě IP středofrekvenční ABP se dvěma kelímkami o obsahu max. 4 t taveniny. K výrobě menších objemů litinových tavenin je využívána IP s jmenovitou hmotností vsázky 600 kg. Maximální současný tavící výkon obou IP je 30 000 kg.

Slévárna neželezných kovů používá k tavení kelímkové pece vyhřívané zemním plynem. Tavnice je vybavena dvěma pecemi o obsahu 750 kg. Dále dvěma o obsahu max. 600 kg taveniny a třemi pecemi o obsahu 100 kg (nebo 300 kg slitin mědi). Maximální současný tavící výkon je 8 000 kg. Kokilárna je vybavena devíti odporovými pecemi o jmenovitém obsahu 60 až 500 kg.

Slévárna litin vyrábí formy na třech strojních a jednom ručním pracovišti z bentonitových formovacích směsí. Formy pro větší kusové až malosériové zakázky vyrábí na formovně samotvrdnoucích směsí (dvouramenný míšič WÖHR). Nátěry na formy i jádra jsou lihové. Slévárna neželezných kovů vyrábí formy na strojním a ručním pracovišti (pět až šest formířů). Nátěry neprovádí, dle potřeby se provádí postřik na zpevnění hran forem.

Slévárna litin zahrnuje bezrámovou formovnu, UNIVERSAL KFA 20 (s výkonem cca 200 forem/směnu a 580 x 500 v dělicí rovině), šest FOROMATŮ 20 (max. 900 forem/směnu, rámy 350 x 450 x 100) a dva RETOMATY 30 (max. 120 forem/směnu, rámy 500 x 600 x 150 nebo 200). Slévárna slitin neželezných kovů má strojní formovnu (čtyři FOROMATY 20 o max. výkonu 200 forem/směnu s rámy 350 x 450 x 100 nebo 150 a 200). Na jejím ručním pracovišti vybaveném pneumatickými přehovačkami je sortiment nesourody (kusová až malosériová výroba).

K výrobě forem je použita jednotná, modelová a výplňová bentonitová, furanová a geopolymerní formovací směs. Ve slévárně neželezných kovů je na formy využíváno cca 30 % směsi a cca 70 % na velká jádra.

Podíl ručního a strojního formování je různý. U slévárny litin je dle tržeb cca 50 % ruční a 50 % strojní práce. Slévárna slitin neželezných kovů opět dle tržeb má cca 25 % ruční a 25 % strojní práce. Asi z 50 % jsou odlitky lité do kovových forem.

Slévárna litin je vybavena malou jadernou (CB amin, akrylát) s automatickým vstřelovacím strojem LAEMPE, dvěma foukacími stroji a dvěma ručními pracovišti. Foukaná a ručně formovaná jádra jsou vyráběna z jádrové směsi s akrylátovým pojivem. Jádra jsou vytvrzována oxidem uhličitým. Velká jádra jsou vyráběna ručně s využitím jednoramenného průběžného míšiče WÖHR z furanové formovací směsi. Jádra jsou máčena v lihovém nátěru. Slévárna slitin neželezných kovů je vybavena malou jadernou (akrylát) se třemi foukacími stroji a dvěma ručními pracovišti. Foukaná a ručně formovaná jádra jsou vyráběna z geopolymerní směsi. Velká jádra jsou rovněž z geopolymerní směsi. Ve velké jaderně je instalován jednoramenný míšič WÖHR.

Pravidelně (třikrát až čtyřikrát za pracovní směnu) je kontrolována prodyšnost a pevnost v tlaku u formovacích bentonitových směsí. Příprava formovacích směsí pro bezrámové formovny je navíc vybavena přístrojem na zjištění spěchovatelnosti. Dle potřeby (vstupní kontrola a požadavky formoven) se provádějí síťové rozbor, vyplavitelné a spalitelné látky. U samotvrdnoucích a jádrových směsí je prováděna cca dvakrát za směnu zkouška pevnosti v ohybu. Opracování odlitků probíhá ve vlastní CNC obrobě, vybavené dvěma soustružnickými a třemi frézovacími centry.

V současnosti probíhá výstavba nové slévárny neželezných kovů. Tři pracoviště budou významně inovována (tavárna, ruční formovna a strojní formovna). Veškerá výrobní činnost bude elektronicky řízena. Sběr dat bude zajištěn elektronickým snímáním v časové ose. Veškeré procesy budou v plném rozsahu identifikovatelné jak z hledisek ekonomických a výrobně technických charakteristik, tak z pojetí ekologického.

3.5 Slévárny Třinec, a.s.

Společnost Slévárny Třinec, a.s. se nachází v areálu mateřské organizace TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., od které odebírá podstatnou část surovin nutných pro výrobu odlitků. Energie odebírá od sesterské organizace. Současná výroba odlitků je soustředěna do slévárny oceli a slévárny litin. Jedná se o kusovou až sériovou výrobu odlitků z oceli (uhlíkatých, nízko, středně a vysoce legovaných Mn, Cr, Cr – Ni a Cr - Mo), hematitových litin, LLG, LKG a slitin Al a Cu. Podporu slévárenským provozům zajišťuje dřevomodelárna a údržba se středisky kovomodelárna a opracování odlitků. V dřevomodelárně a kovomodelárně se vyrábí, opravují, upravují a skladují modelová zařízení kovová, ze dřeva, pryskyřic a polystyrenu.

Ve slévárně oceli se vyrábějí odlitky strojně formované o hmotnosti od 1 do cca 300 kg, ručně formované od 10 do cca 6 000 kg. Slévárna litin je rozdělena do dvou provozů. Jedná se v podstatě o „velkou“ a „malou“ slévárnu. Ve „velké“ slévárně litiny se vyrábějí odlitky od hmotnosti 1 do 45 tun (jedná se především o odlitky kokil, licího příslušenství, hutních válců, struskových mís a protizávaží). V „malé“ slévárně šedé litiny se vyrábí strojně formované odlitky od 1 do cca 150 kg a ručně formované odlitky od 5 kg do cca 3 500 kg. Ve slévárně oceli i v obou slévárnách litin se vyrábí také odlitky na polystyrenové modely a to ze všech požadovaných materiálů.

Pro výrobu odlitků ve slévárně oceli se používá nakupovaná tekutá ocel z mateřské organizace. Pro výrobu odlitků ve „velké“ slévárně litiny se kromě nakupovaného tekutého kovu používá i litina připravená na vlastních tavicích agregátech – IP na síťovou frekvenci a plamenných nístějových pecích (8 a 30 t tekutého kovu). V nich slévárna vyrábí hlavně tekutý kov pro výrobu hutních válců – jedná se o legované speciální litiny. Pro výrobu odlitků v „malé“ slévárně litiny se používá rovněž litina připravená na vlastních tavicích agregátech: 2 x 6 t IP pro linku HWS a 2 x 6 t a 1 x 1t IP pro ruční formovnu. Pro výrobu forem na strojní formovně slévárny oceli slouží stroje FKT pro střešení s dolisováním. Tam se vyrábějí formy o rozměrech rámců 900 x 860 mm, 800 x 800 mm, 1020 x 460, 1 350 x 530 mm a 1 300 x 930 mm (výška poloformy 150 – 280 mm) z vazné bentonitové směsi nebo CT směsi v množství 15 až 110 forem za směnu dle použité technologie. Výroba forem na ruční formovně slévárny oceli je většinou ze směsi CT (výroba na kolovém mísiči MK2). Směsi ST s pojivem na bázi vodního skla se vyrábějí na průběžném mísiči AMDR-8 (8 t/hod). Pro výrobu forem na „velké“ slévárně litiny slouží průběžné mísiče AMD-15 a AMD-20. Na nich se připravuje ST směs na bázi křemenného písku, regenerátu, aditivovaného vodního skla a tvrdidel.

Na ruční formovně „malé“ slévárny litin se vyrábí formy ze směsi ST na bázi křemenného písku, regenerátu, aditivovaného vodního skla a tvrdidel na průběžném mísiči AMDR-8 (8 t/hod). Pro sériovou výrobu forem slouží automatická formovací linka HWS s rozměry formovacích ráků 1 100 x 800 mm (výška poloformy 250 mm). Jednotná bentonitová formovací směs se připravuje na vířivém mísiči EIRICH (obsah 2 500 kg).

Jádra se vyrábějí strojně na vstřelovacích strojích o objemu 5 – 20 litrů technologií CB amin nebo ručně z CT směsí z křemenných i nekřemenných ostřiv.

Ověřování technologických vlastností formovacích a jádrových směsí zajišťuje písková laboratoř. Běžně se kontroluje pevnost v tlaku, stříhu, štěpu, ohybu, prodyšnost, vlhkost, vyplavitelné látky, síťový rozbor, zpracovatelnost směsi a měrná hmotnost. Další zkoušky jako obsah lesklého uhlíku a ztráta žíháním se zajišťuje v kooperaci.

U odlitků lze zajistit tepelné zpracování (homogenizační žíhání, kalení do vody, popouštěcí žíhání, normalizační žíhání a žíhání na snížení pnutí). Zušlechťování se zajišťuje v kooperaci se sesterskou organizací.

Odlitky jsou dodávány s atesty na chemické složení a mechanické vlastnosti. Rovněž se zajišťuje dle požadavků zákazníka provedení nedestruktivních zkoušek (rentgen, ultrazvuk, magnetická polévací metoda, apod.).

Slévárna je držitelem systémového certifikátu dle EN ISO 9001:2008 a certifikátu EN ISO 14001:2004 zabývajícím se vztahem k životnímu prostředí. Firma rovněž vlastní výrobní certifikáty udělené organizacemi jako Lloyd's Register, Germanischer Lloyd, BUREAU VERITAS, DET NORSKE VERITAS, TÜV NORD Czech, které dávají záruky, že technické a užitné parametry vyráběných odlitků splňují nároky stanovené specifickými normami nebo podmínkami.

Konečná apretace odlitků je prováděna v cídrnách pomocí strojního zařízení: bubnové a komorové tryskáčské stroje, závěsné kotoučové a stojanové brusky. Jako ruční nářadí se používají pneumatické sekáče a brusky.

Dále je možnost dodávat odlitky se základní i s finální barvou - a to vodními i syntetickými barvami.

Odlitky jsou dodávány dle požadavků zákazníků v surovém stavu, ohrubované nebo opracované na hotovo ve vlastním středisku opracování - to se týká především těžších a objemnějších odlitků z našeho sortimentu. Obrábění menších a přesnějších odlitků je zajišťováno v kooperaci s jinými opracovatelskými subjekty.

4. VYVINUTÍ METODIKY STANOVENÍ NÁKLADŮ NA APRETACI ODLITKŮ

Požadavky na metodiku sledování nákladů na apretaci odlitků vycházely z následujících předpokladů:

1. Členění všech posuzovaných fází má zahrnovat veškeré možné případy úkonů, ke kterým dochází ve slévárnách při apretaci odlitků.
2. V případě, že by se objevila v konkrétní slévárně nová operace (dříve neuváděná), aby jí bylo možné do metodiky zařadit.
3. Zajištění „pružnosti“ metodiky. Tento požadavek vycházel z reálných situací ve slévárnách při apretaci odlitků. Podle konkrétní situace dojde k opakovanému zařazení různých výrobních fází (kupříkladu tryskání, tepelné zpracování apod.).
4. Možnost zachování porovnatelnosti mezi různými odlitky. Tato porovnatelnost by měla být jak u pracovních úkonů tak následně u nákladů a dalších posuzovaných veličin.
5. Zachování dřívějšího, v minulých PROJEKTECH používaného systému členění a značení výrobních fází.
6. Použití osvědčené metody oceňování výrobních úkonů metodou neúplných vlastních nákladů.

4.1 Stanovení výrobních fází a dílčích výrobních fází apretace odlitků

Metodicky se proces výroby odlitků rozděluje na hlavní výrobní fáze:

- výroba tekutého kovu,
- příprava formovacích hmot,
- výroba forem,
- apretace odlitků,
- atd.

Nejprve bylo provedeno ohrazení sledované hlavní výrobní fáze. Sledovaná hlavní výrobní fáze apretace začíná dopravou odlitků z „prostoru“ vytloukání po jeho ukončení do místa, kde bude následovat úvodní výrobní fáze apretace, která je nazvaná „transport a odstranění zbytků formovacích směsí“. Vytloukání odlitků není předmětem sledování tohoto PROJEKTU XII (zápis 4. schůzky řešitelského kolektivu). Hlavní výrobní fáze apretace končí odvedením odlitku na sklad. Základování odlitků a expedici PXII nesleduje. Tato definice však vůbec neznamená, že řešitelský tým PXII bude veškeré takto vytipované výrobní fáze a dílčí výrobní fáze nákladově posuzovat.

Po detailním porovnání všech výrobních fází apretace odlitků ve slévárnách zařazených do sledování PXII a po doplnění řešitelským kolektivem všech známých skutečností v jiných slévárnách, jsme stanovili následující dělení apretace.

Hlavní výrobní fáze apretace odlitků se tedy dělí na deset výrobních fází:

- A. Transport a odstranění zbytků formovacích směsí
- B. Mechanické čištění (tryskání) I., II., III., IV., atd.
- C. Tepelné zpracování I., II., III., IV., atd.

- D. Odstranění nálitků a vtokové soustavy (odřezávání, upalování, urážení, apod.)
- E. Úprava plochy po odstranění nálitků a vtokové soustavy, hrubé broušení
- F. Odstraňování vad I. II., atd.
- G. Zavařování vad I. II., atd.
- H. Jemné broušení
- I. Zazehlování svárů vad
- J. Broušení svárů vad

Podle vzoru dřívějších projektů [1-11] jsme výrobní fáze označili i u PXII velkými písmeny (A – J) a opakování dané výrobní fáze v apretaci odlitků je označeno římskými číslicemi (I, II, III, IV atd.).

Pro vývoj metodiky (a pro stanovení nákladů) bylo nutné ohraničit výrobní fáze. Za úvodní pracovní operaci u všech uvedených fází (a tedy začátek čerpání nákladů) byla považována přeprava k dané dílčí fázi apretace odlitků. A za konečnou pracovní operaci fáze (a tedy konec čerpání nákladů) byla považována opět přeprava z dané fáze apretace odlitků. Připomínáme, že u některých sléváren nemusí být ve všech případech některé úkony provedeny.

Vlastní vývoj metodiky stanovení nákladů na apretaci odlitků vycházel – podobně jako u dříve řešených PROJEKTŮ - z detailního popisu všech prováděných operací. Pro vytvoření popisu všech prováděných operací apretace odlitků ve výrobním cyklu bylo nutné nejdříve výrobní fáze apretace rozdělit do dílčích výrobních fází. Ty jsou následně označovány arabskými číslicemi.

Zvolené výrobní fáze se následně dělí na dílčí výrobní fáze:

- A. Transport a odstranění zbytků formovacích směsí:
 - A.1 Přeprava odlitku do čistírny
 - A.2 Odstranění zbytků formovacích směsí na odlitku
- B. Mechanické čištění (tryskání):
 - B.1 Přeprava odlitku do tryskacího zařízení
 - B.2 Tryskání odlitku
 - B.3 Přeprava odlitku z tryskacího zařízení
- C. Tepelné zpracování (TZ):
 - C.1 Příprava odlitku k TZ
 - C.2 Tepelné zpracování
 - C.3 Přeprava odlitku po TZ
- D. Odstranění nálitků a vtokové soustavy (odřezávání, upalování, urážení, apod.):
 - D.1 Přeprava odlitku k odstranění nálitků a vtokové soustavy
 - D.2 Příprava a manipulace s odlitkem
 - D.3 Odstranění nálitků a vtoků, čištění (odstranění strusky)
 - D.4 Přeprava odlitku po odstranění nálitků a vtokové soustavy

- D.5 Úklid odstraněných částí
- E. Úprava plochy po odstranění nálitků a vtokové soustavy, hrubé broušení:
 - E.1 Přeprava odlitku k broušení
 - E.2 Příprava a manipulace s odlitkem
 - E.3 Hrubé broušení
 - E.4 Přeprava odlitku po broušení
- F. Odstraňování vad (drážkování, broušení, vypalování, přebrušování, apod.):
 - F.1 Přeprava odlitku k odstranění vad
 - F.2 Příprava a manipulace s odlitkem
 - F.3 Drážkování, vypalování, broušení, čištění (odstranění strusky)
 - F.4 Přeprava odlitku po odstranění vad
- G. Zavařování vad:
 - G.1 Přeprava odlitku k zavařování
 - G.2 Příprava a manipulace s odlitkem
 - G.3 Zavařování vad
 - G.4 Přeprava odlitku po zavařování
- H. Jemné broušení:
 - H.1 Přeprava odlitku k broušení
 - H.2 Příprava a manipulace s odlitkem
 - H.3 Jemné broušení
 - H.4 Přeprava odlitku po broušení
- I. Zažehlování svárů vad:
 - I.1 Přeprava odlitku k zažehlování svárů
 - I.2 Zažehlování
 - I.3 Přeprava odlitku po zažehlování
- J. Broušení svárů:
 - J.1 Přeprava odlitku k broušení
 - J.2 Příprava a manipulace s odlitkem
 - J.3 Broušení
 - J.4 Přeprava odlitku po broušení

4.2 Metoda stanovení neúplných vlastních nákladů

Nákladový model je sestaven na základě známé metody kalkulace neúplných vlastních nákladů. Tzn. bere v úvahu jen ty náklady, které přímo souvisejí s apretací odlitků a jsou výrobním střediskem přímo ovlivnitelné. Nezahrnujeme tedy např. osvětlení hal, odpisy, správní režii, apod. Náklady jsou vždy stanovovány na určitou kalkulační jednici (např. na odlitek, na kg odlitku, atd.). Prostřednictvím kalkulačního vzorce, který je uveden níže, jsou jednotlivé odlitky nákladově ohodnoceny.

Kalkulační vzorec NVN apretace odlitků má následující podobu:

A. MATERIÁLOVÉ NÁKLADY

- voda,
- abrazivo (kupříkladu broky),
- písek,
- zavařovací elektrody,
- brousící kotouče,
- atd.

B. ZPRACOVACÍ NÁKLADY

- energie,
- osobní náklady,
- atd.

C. NEÚPLNÉ VLASTNÍ NÁKLADY APRETACE ODLITKU

Do zpracovacích nákladů zahrnujeme podle konkrétních podmínek náklady na:

- spotřebovanou elektrickou energii, plyny, stlačený vzduch, atd.
- osobní náklady (tedy mzdové náklady navýšené o odvody do státního rozpočtu na pojištění pracovníků),
- další.

NVN jsou tvořeny součtem skupin nákladových položek, tedy nákladů materiálových a zpracovacích. Uvedený kalkulační vzorec může podle konkrétních podmínek dané slévárny zahrnout i další nákladové komponenty. Stejně tak je možné některé položky do sledování nezahrnout.

Tímto způsobem se například zjistí, kolik činí NVN na apretaci konkrétního odlitku, jaký podíl z těchto nákladů tvoří použitý materiál, energie, osobní náklady, atd. Na základě těchto informací je získán detailní přehled o nákladové náročnosti apretace odlitků.

4.3 Zjednodušení sledování a záměrné neposuzování některých úkonů apretace odlitků v PXII

Je známo, že apretace odlitků zahrnuje velice rozsáhlou množinu pracovních úkonů. Z nichž některé jsou nákladově velice malé. Dále bylo zřejmé, že v PROJEKTU XII, který se v podmínkách českého slévárenství začal prakticky poprvé v tomto rozsahu podrobně zabírat problematikou nákladovosti apretace odlitků, nebude možné se vyčerpávajícím způsobem věnovat všem dílčím výrobním fázím.

Proto po vytvoření klasifikace výrobních fází a dílčích výrobních fází řešitelský tým přistoupil k záměrnému vynechání některých úkonů. Jednalo se vždy o úkony s velice nízkou nákladovou zátěží. Měli jsme snahu uvést jejich kvantifikaci. Pokud tato nákladová

kvantifikace nebyla provedena, počítáme s jejím provedením v dalších pracích řešitelského kolektivu.

A dále jsme záměrně v této etapě prací některé úkony nebo dílčí výrobní fáze pro enormní rozsah pracovních úkonů apretace odlitků nesledovali. Byly však vybrány pouze úkony, které se v prvním přiblížení nyní jeví pro apretaci odlitků jako vedlejší.

Ve všech těchto případech jsme považovali za nezbytné tato provedená zjednodušení stejně tak i záměrně neposuzované dílčí výrobní fáze evidovat.

Následně uvádíme tyto zjištěné skutečnosti tak, jak k nim řešitelský kolektiv chronologicky dospěl:

- a) při upalování náلتků plamenem (odřezávání, urážení) se vratný odpad třídí a ukládá do nádob. Náklady na jeho transport na sklad (šrotiště) se v PXII zanedbávají - schůzka č. 3,
- b) při odstraňování strusky (pneumatickým kladivem, sekáčem) se náklady na opotřebení pneumatického nářadí a použitých sekáčů zanedbávají. To potvrzuje i odhad nákladů na opotřebení sekáče – 52 Kč/7 měsíců (schůzka č.7),
- c) stejně tak i náklady na eventuelní ukládání odstraněné strusky do nádob a její odvoz se zanedbávají – schůzka č. 7,
- d) náklady na možné odsávání haly se zanedbávají - schůzka č. 3,
- e) odsávání boxu paliče se zanedbává. U sléváren řešitelského kolektivu se žádný box paliče neodsává - schůzka č. 3.
- f) posouzení nákladové náročnosti pálicích trysek (nahřívacích a řezacích) bylo provedeno s využitím stávající prvotní evidence, nebo provedením pokusu. Získané závěry:

- Královopolská slévárna, s.r.o. - 0,08 Kč/dm² řezné plochy,
- Brelamos s.r.o. – 0,7 Kč/dm² a 0,003 Kč/kg sledovaného odlitku Thrust bearing house,
- Slévárny Třinec, a.s. - 0,08 Kč/dm² řezné plochy (0,002 Kč/kg odlitku),

Na základě těchto zjištění bylo rozhodnuto, že náklad je velice malý a můžeme jej proto zanedbat – schůzka č. 4.

- g) náklady na opotřebení svařovacího kladívka jsou zanedbatelné (stanoveno technickým odhadem) a nebudou se sledovat – schůzka č. 6
- h) náklady na ochranné pomůcky u předešlých PROJEKTŮ I-XI nebyly do nákladů zahrnovány. Stejně tak i v PROJEKTU XII je nezahrnujeme –schůzka č. 9.

Pro doložení byl proveden propočet:

- Královopolská slévárna, s.r.o. - 0,04 Kč/kg expedovaných odlitků (náklady na ochranné pomůcky za rok vztaženy na kg odlitků) – viz schůzka č.7.
- Slévárny Třinec, a.s.:
 - 0,063 Kč/kg expedovaných odlitků z oceli (slévárna oceli),
 - 0,065 Kč/kg expedovaných odlitků z šedé a tvárné litiny (slévárna šedé litiny "malá") – viz schůzka č. 8.
- DSB EURO s.r.o.:
 - slévárna šedé litiny – 0,03 Kč/kg,

- slévárna oceli – 0,16 Kč/kg, celkem obě slévárny – 0,09 Kč/kg – viz schůzka č. 11.

Informativně byl prověřen způsob stanovení nákladů na speciální ochranné pomůcky (respirátory, filtry, chrániče sluchu a další) u fy BRELAMOS, s.r.o.:

- ochranné brýle: životnost 2-3 měsíce, cena 100 - 120 Kč,
 - chrániče sluchu: 2 Kč/pár, životnost 1 pár denně, dražší chrániče 7 Kč, životnost 14 dní,
 - sluchátka: 70 – 150 Kč, životnost půl roku,
 - rukavice (kožené): 30 Kč/ks – 150 Kč/ks, životnost 14 dní,
 - svařovací kukla: 8 000 – 10 000 Kč, včetně filtru 12 000 Kč a vložky 200 Kč – výměna 1x za týden, celkem od 20 200 – 22 200 Kč, životnost 3 roky (ve skutečnosti vydrží déle podle způsobu zacházení),
 - papírová kukla: 100 Kč, životnost 1 rok.
- i) náklady na zmetkovitost (opravy vad) a příčiny jejich vzniku, se budeme zabývat v pokračujících projektech - schůzka č. 9.
- j) do hodnocení nejsou záměrně zahrnuty náklady na hrubování, nedestruktivní zkoušky, základování a expedici odlitků.

4.4 Výběr specifických metod stanovení nákladů na vybrané pracovní úkony

Při stanovování nákladů na některé pracovní úkony vznikla nutnost hledat postupy jak se vyhnout zcela mimořádným a někdy i komplikovaným měřením, aby příslušný náklad byl zcela přesně stanoven. Tyto postupy jsou následně uvedeny:

- u spotřeby plynů, tam kde není zabudováno měření spotřebovaného množství (kupř. kyslík, acetylén) se propočet bude provádět přes pálicí trysku (průřez, tlak, doba) schůzka č.5,
- stanovení nákladů na operace brokového tryskání. Materiál (v příloze 2) obsahuje Komentář k tabulkám „náklady na tryskací hodinu“. Dále tab.P2.2:Náklady opotřebení náhradních dílů (ND) na tryskací hodinu na jednu turbínu R 320 (€) a tab.P2.1: Náklady opotřebení ND na tryskací hodinu na jednu turbínu R 410 (€). Následují tabulky k výpočtu nákladů na spotřebu abraziva a spotřeby energie (tab. P2.3). V poznámkách pod tabulkami P2.3 je vyvozen výsledný vztah k výpočtu. Vše viz schůzka č. 6.
- při stanovení cen spotřebovaných komponent (např. brusné kotouče, zavařovací elektrody) a osobních nákladů bylo dohodnuto použití průměru za období 1-6/2011 – schůzka č. 7.
- cena elektrické energie je brána se všemi složkami (tzn. vlastní cena elektrické energie, cena za distribuci, ekologická daň, příp. další) - schůzka č. 7.
- stanovení spotřeby elektrické energie (tedy práce v kWh) u elektrických zařízení bylo možné stanovovat několika cestami:
 - Komplikovaným měřením skutečné spotřeby „na svorkách“ při každé posuzované operaci. Tato cesta je samozřejmě nejpřesnější. Nicméně je

velice náročná na zajištění měřících přístrojů a odborníků. Mnohdy stanovený náklad může být významně nižší než vynaložené náklady na měření.

- II) Vycházet z údaje na štítku (instalovaný příkon v kW) elektrického zařízení. Následně předpokládat, že skutečný výkon (při provozu zařízení) je shodný s instalovaným příkonem. Pak s pomocí měřené doby provozu zařízení můžeme vypočítat spotřebovanou práci v kWh. Takto stanovená vypočtená práce bude zatížena dvěma chybami. V první řadě skutečný výkon je prakticky vždy nižší než instalovaný příkon kupříkladu o 15 %. Dále velice málo elektrických spotřebičů využívá instalovaný příkon trvale v plné výši. Obvykle je využíván podle konkrétní potřeby prováděných operací. Je tedy takto stanovená spotřeba vyšší o minimálně 10 - 20%. Pokud dochází k tomu, že není instalovaný příkon využíván stále na maximum, což je velice časté, pak takto vypočtená spotřeba elektrické energie může být vyšší až o desítky procent. Dále se ke zvýšení nepřesnosti přidává skutečnost používání více elektromotorů u jednoho zařízení. Typickým případem je jeřáb, kde je kupříkladu elektromotor, který zajišťuje jeho posun, další motor, který pohání zdvih atd. Pak je samozřejmě vypočtená spotřeba skutečně významně vyšší než skutečná.
- III) Jako možné řešení (a to bylo u PXII použito) vychází ze změření výchozího koeficientu mezi instalovaným příkonem a skutečným výkonem (K1). Dále využít kvalifikovaný odhad (nebo příslušné měření) pro stanovení dalšího koeficientu (K2), který respektuje při provozu podíl maximálního výkonu a jeho snížení při provozu. Vynásobení obou koeficientů pak dává výsledný koeficient K3, který slouží ke stanovení skutečné spotřeby.
- IV) Pro potřeby PXII byly stanoveny pro vybraná elektrická zařízení dále uvedené výsledné koeficienty. O ty jsme se opírali při výpočtu spotřeby elektrické energie i s vědomím, že při v zásadě stejných zařízeních, ale od různých výrobců uvedené použití nebude zcela věrné. Pokud si slévárny neprovedly vlastní přepočty, použily stanovené koeficienty ve firmě BRELAMOS s.r.o.:
- bruska úhlová - instalovaný příkon (uvedený na štítku motoru) 1,1 kW, průměr kotouče 125 mm, měřením se zjistil skutečný výkon motoru ve výši 0,945 kW. Příslušný koeficient se stanovil podílem skutečného výkonu k instalovanému příkonu. V daném případě je to koeficient ve výši 0,859,
 - bruska úhlová výkon 2,2 kW, průměr kotouče 230 mm → koef. 0,99,
 - bruska přímá výkon 0,8 kW (brusná tělíska) → koef. 0,25,
 - elektrické kladivo výkon 2,1 kW → koef. 0,08. Tento koeficient se zdá nízký. Avšak při použití elektrického kladiva není zatěžováno převodové ústrojí a motor tak jak je tomu u brusky, tedy působením fyzické síly pracovníka a odporem brusného kotouče při broušení. Motor je zatěžován pouze převodovým ústrojím zajišťujícím rotační pohyb na přímý (koeficient byl stanoven podle naměřených hodnot elektrikářem, pomocí klešťového avometu, stejně jako u brusek).
 - jeřáb → koef. 0,3, vše viz schůzka č. 7.

- f) veškeré naměřené časy mají formu tak zvaného čistého provozního času. Tedy do sledování se nezahrnují přestávky na jídlo a oddech a hlukové přestávky – viz schůzka č. 8.
- g) spotřebu stlačeného vzduchu lze zjistit z údajů kompresoru m^3 . Kompresor má daný výkon a měřič spotřeby (m^3). Stanovení nákladové sazby lze následně stanovit s pomocí instalovaného příkonu kompresoru a doby práce kompresoru (viz spotřeby el. motorů) – viz schůzka č. 9.
- h) u brusek pneumatických, pokud nejsou naměřeny hodnoty, se použije střední hodnota mezi spotřebou stlačeného vzduchu při zátěži a spotřebou naprázdno. Výrobce udaná hodnota při zátěži ($1,8 \text{ m}^3/\text{min.}$) a hodnota naprázdno ($1,2 \text{ m}^3/\text{min.}$), průměrná hodnota ($1,5 \text{ m}^3/\text{min.}$). Viz schůzka č. 11.
- i) „Úbytek hmotnosti kotouče“ broušením u stojanových brusek se řídí tab. 4.1 (Lána – schůzka 11) a příslušným komentářem.

Komentář k tabulce nákladů (tab.4.1) na úbytek kotoučů broušením na stojanových bruskách.

Prověřovaná stojanová bruska byla dvoukotoučová, osazená kotouči s výrobním označením RAPPOLD, druhu 115Z F 14-005 B 500 AT. Bednu odlitků brousili dva brusiči současně. Průměr nových kotoučů je 750 mm, šířka 80 mm a upínací průměr 305 mm (viz ř. 3, 4 a 5). U obou kotoučů byla posuvným měřítkem změřena vzdálenost kotouče od podpěrky vlevo, vpravo a uprostřed před a po obroušení bedny odlitků z LLG. K dalším výpočtům byly využity průměrné hodnoty vzdáleností (viz ř. 17 a 28). Celkový úbytek je pak součtem úbytků prvního a druhého kotouče (ř. 29). Dále byl vypočten údaj hmotnosti nového kotouče (ř. 30), výpočet je v přijatelné shodě s údajem hmotnosti od výrobce (ř. 6). Pro výpočet objemu úbytku kotoučů bylo nutné změřit průměr kotouče v době prověřování bez demontáže kotouče. Tento průměr byl vypočten ze zjištěných posunů podpěrek, přepočtených na průměr (ř. 33 a 34) a dále byl k výpočtu použit opět průměr těchto hodnot (ř. 35). Objem úbytku byl pak stanoven jako součin obvodu, šířky a celkového úbytku (ř. 36, 4 a 29). Z údajů hustoty a objemu (ř. 32 a 37) byla vypočtena hmotnost úbytku (ř. 38), odtud z aktuální ceny kotouče hodnota úbytku v Kč (ř. 39 a 40).

Náklady v Kč/kg obroušené litiny (pravá část tabulky) byly spočteny postupným vážením na jeřábové váze (ř. 1 až 9). Dále z aktuální průměrné kilogramové ceny litiny u hotových odlitků (ř. 10) byla spočtena ztráta po obroušení bedny odlitků (ř. 11). Dále byly započteny náklady na zarovnávání kotoučů (ř. 14 až 17), náklady na el. energii (viz ř. 19 až 24), osobní náklady dvou brusičů (ř. 30 a 31) a techniku prostředí (ř. 32). Celkové náklady na broušení stojanovými bruskami jsou pak sumou uvedených nákladů, přepočtených na Kč/kg litiny odlitků.

Tab.4.1: Úbytek hmotnosti kotouče

	Stojanová bruska				náklady		
č.	údaj	jednotka	hodnota	č.	údaj	jednotka	hodnota
1	kotouč	RAPPOLD		1	hmotnost odlitků s bednou	kg	625,500
2	druh 115Z F 14-005	B 500 AT		2	hmotnost bedny na obroušené odlitky	kg	157,500
3	průměr	mm	750,000	3	hmotnost prázdné bedny po broušení	kg	165,500
4	šířka	mm	80,000	4	hmotnost bedny s neshodnými odlitky	kg	186,500
5	upínací průměr	mm	305,000	5	hmotnost neshodných odlitků	kg	21,000
6	hmotnost udaná výrobcem	kg	80,000	6	hmotnost bedny s obroušenými odlitky	kg	593,750
7	vzdálenost od podpěrky	1. kotouč		7	hmotnost odlitků před broušením	kg	439,000
8	levá	mm	4,200	8	hmotnost odlitků po broušení	kg	428,250
9	střed	mm	4,400	9	hmotnost odbroušené litiny	kg	10,750
10	pravá	mm	4,100	10	průměrná cena LLG	Kč/kg	39,800
11	průměr před	mm	4,233	11	ztráta broušením	Kč	427,850
12	vzdálenost od podpěrky	1. kotouč		12	ztráta broušením	Kč/kg	0,999
13	levá	mm	4,300	13	náklady na kotouče při broušení	Kč/kg	0,040
14	střed	mm	4,600	14	životnost zarovnávacího nástroje	dnů	5,000
15	pravá	mm	4,300	15	zarovnávacích kotoučků v nástroji	ks	35,000
16	průměr po	mm	4,400	16	cena kotoučku	Kč/ks	9,000
17	průměrný úbytek	mm	0,167	17	náklady na orovnění brusného kotouče	Kč	3,938
18	vzdálenost od podpěrky	2. kotouč		18	náklady na zarovnění brusného kotouče	Kč/kg	0,009
19	levá	mm	5,100	19	doba broušení	min	30,000
20	střed	mm	5,700	20	průměrná cena elektřiny	Kč/kWh	4,800
21	pravá	mm	6,200	21	příkon motoru	kW	22,000
22	průměr před	mm	5,667	22	koeficient		0,700
23	vzdálenost od podpěrky	2. kotouč		23	spotřeba el. energie	kWh	36,960
24	levá	mm	5,400	24	spotřeba el. energie	Kč/kg	0,086
25	střed	mm	6,000	25	příkon motoru odsávání	kW	22,000
26	pravá	mm	5,900	26	počet stojanových brusek	ks	4,000
27	průměr po	mm	5,767	27	příkon na jednu brusku	kW	5,500
28	průměrný úbytek	mm	0,100	28	spotřeba el. energie	kWh	2,750
29	průměrný úbytek celkem	mm	0,267	29	spotřeba el. energie	Kč/kg	0,006
30	hmotnost nového kotouče vypočtená	kg	79,057	30	osobní náklady na dva brusíče	Kč/min	4,720
31	objem kotouče	dm ³	29,498	31	osobní náklady na dva brusíče	Kč/kg	0,331
32	hustota kotouče	kg/dm ³	2,680	32	náklady na techniku prostředí	Kč/min	0,720
33	posun podpěrky 1	mm	47,000	33	náklady na techniku prostředí	Kč/kg	0,050
34	posun podpěrky 2	mm	41,000	34	celkové náklady na broušení litiny	Kč/kg	1,522
35	průměr posunu	mm	44,000	35	náklady na dílce filtrů		
36	obvod kotouče	dm	22,180	36	deponie		
37	objem úbytku kotouče	dm ³	0,047	37	opravy zařízení v čistírně		
38	průměrný úbytek celkem	kg	0,127	38	ochranné pomůcky, montérky		
39	cena kotouče	Kč	10685,000	39	odhad navýšení max.	Kč/kg	0,050
40	ztráta úbytkem kotouče	Kč	17,139	40	celkem max.	Kč/kg	1,572

4.5 Vlastní nákladové ohodnocení výrobních a dílčích výrobních fází apretace odlitků

Postup výpočtu NVN na apretaci posuzovaného odlitku byl následující:

1. Popis pracovních úkonů (operací) každého odlitku.
2. Vyplnění potřebných údajů v dotazníkových tabulkách.
3. Automatický výpočet v nákladových tabulkách.

4.5.1 Popis pracovních úkonů (operací) každého odlitku.

Charakteristika apretace odlitků je zásadním podkladem pro následující hodnocení nákladovosti této hlavní výrobní fáze. Protože je tato operace poměrně dosti rozsáhlá, uvádíme popis pouze pro jeden odlitek (O.3). Charakteristiky apretace pro ostatní odlitky jsou uvedeny v Příloze 1 s názvem „Charakteristika sledovaných odlitků“.

Příklad popisu pracovních úkonů pro odlitek O.3 (Kolo) z nízkolegované oceli - Královopolská slévárna s.r.o.

Převezení odlitku po vytlučení do čistírny – doba provozu jeřábu (A.1.1), jeřábník a vytloukač (A.1.2).

Tryskání I. - po vytlučení (tryskač Gutmann). Přeprava odlitku na AKU vozíku - doba provozu jeřábu (B.1.1), jeřábník a obsluha tryskače (B.1.2). Přejezd AKU vozíku k tryskači, zavěšení odlitku na závěsné zařízení tryskače - obsluha tryskače (B.1.2). Zavezení odlitku do tryskače a zavření dveří - doba provozu zavázacího zařízení a dveří (B.1.1), obsluha tryskače (B.1.2). Kontrola náběhu metacích kol - obsluha tryskače (B.2.2). Tryskání – doba provozu tryskače (B.2.1). Spotřeba ocelových broků S390 (B.2.3) = $0,35 \text{ kg/min} * 10 \text{ min} * \text{hrubá hmotnost } 0,805 \text{ t} = 2,8 \text{ kg}$ abraziva. Dojezd metacích kol - obsluha tryskače (B.2.2). Otevření dveří tryskače - doba provozu dveří (B.3.1), obsluha tryskače (B.3.2). Vyvezení odlitku z tryskače, odložení na AKU vozík a přesun AKU vozíku od tryskače - doba provozu zavázacího zařízení (B.3.1), obsluha tryskače (B.3.2). Zavěšení odlitku na jeřáb a odvoz k upálení vtoků - doba provozu jeřábu (B.3.1), jeřábník a obsluha tryskače (B.3.2).

Upálení vtoků – palič (D.3.2). Úklid vtoků - palič (D.5.2).

Zavěšení odlitku na jeřáb a odvoz k žíhací peci - doba provozu jeřábu (D.4.1), jeřábník a palič (D.4.2).

Tepelné zpracování I. – před upalováním nálitků (normalizační žíhání). Navezení a usazení odlitku na žíhací pec - doba provozu jeřábu (C.1.1), jeřábník (C.1.2). Spotřeba zemního plynu (C.2.1) - na tepelné zpracování 10 t odlitků v peci se spotřebovalo 700 Nm^3 zemního plynu. Na 1 t odlitku je spotřeba 70 Nm^3 . TZ sledovaného odlitku = surová hmotnost $1,28 \text{ t} * 70 \text{ Nm}^3 = 90 \text{ Nm}^3$ zemního plynu. Čas práce obsluhy pece = $42 \text{ min} * \text{surová hmotnost } 1,28 \text{ t} = 54 \text{ min}$. Složení odlitku z žíhací pece - doba provozu jeřábu (C.3.1), jeřábník (C.3.2).

Odstranění nálitků - upalování plamenem, (plocha nálitků 36 dm^2). Převezení odlitku k upalování, usazení odlitku - doba provozu jeřábu (D.1.1), jeřábník a palič (D.1.2). Příprava pracoviště paličů - doba provozu jeřábu (D.2.1), jeřábník a palič (D.2.2). Upálení 6 nálitků, zarovnání 6 stop po nálitcích, průběžné čištění strusky - palič (D.3.2). Spotřeba acetylenu a kyslíku (D.3.3): acetylen = $38 \text{ l/t} * \text{hrubá hmotnost } 0,805 \text{ t} = 31 \text{ l}$. Kyslík = $42 \text{ l/t} * \text{hrubá hmotnost } 0,805 \text{ t} = 34 \text{ l}$. Odvoz odlitku ke tryskání po upalování - doba provozu jeřábu (D.4.1), jeřábník a palič (D.4.2). Úklid 6 nálitků - doba provozu jeřábu (D.5.1), jeřábník a palič (D.5.2). Úklid strusky - palič (D.5.2).

Tryskání II. – po upalování nálitků (tryskáci komora). Očištění zbytků strusky - obsluha tryskače (B.1.2). Převoz odlitku a odložení na vozík komory - doba provozu jeřábu (B.1.1), jeřábník a obsluha tryskače (B.1.2). Zavezení vozíku do tryskáci komory a zavření dveří - doba provozu vozíku (B.1.1), obsluha tryskače (B.1.2). Tryskání – doba provozu tryskače (B.2.1), obsluha tryskače (B.2.2). Spotřeba litinové drti a stlačeného vzduchu – (B.2.3). Spotřeba litinové drti = $0,44 \text{ kg/min} * 12 \text{ min} * \text{hrubá hmotnost } 0,805 \text{ t} = 4,3 \text{ kg}$ abraziva. Spotřeba stlačeného vzduchu = $23 \text{ m}^3/\text{min} * 12 \text{ min} = 276 \text{ m}^3$. Manipulace mezi tryskáním – otevření dveří, vyvezení odlitku na vozíku, manipulace s odlitkem s pomocí jeřábu, zavezení vozíku, zavření dveří (B.1.1 + B.1.2). Otevření dveří a vyvezení vozíku z tryskáci komory - doba provozu vozíku (B.3.1), obsluha tryskače (B.3.2). Převoz odlitku po tryskání na AKU vozík - doba provozu jeřábu (B.3.1), jeřábník a obsluha tryskače (B.3.2).

Odvoz odlitku na AKU vozíku k vratům čistírny – manipulant (B.3.2). Převoz do hrubovny, hrubování, převoz zpět do čistírny, provedení NDT zkoušek – nevyhodnocuje se.

Zavařování I. – vada na ohrubované ploše náboje kola, (objem vady $0,015 \text{ dm}^3$). Převoz odlitku k zavařování - doba provozu jeřábu (G.1.1), jeřábník a manipulant (G.1.2). Přesun odlitku do boxu svářeče a manipulace s odlitkem - doba provozu jeřábu (G.2.1), jeřábník a svářeč (G.2.2). Zavařování včetně nahřívání a drážkování – svářeč (G.3.2), spotřeba drážkovací elektrody $\varnothing 10\text{mm}$ a svařovací elektrody $\varnothing 4\text{mm}$ (G.3.3). Vyvezení odlitku z boxu svářeče a odložení - doba provozu jeřábu (G.4.1), jeřábník a svářeč (G.4.2).

Broušení svárů vad - na ohrubované ploše náboje kola, (broušená plocha $1,5 \text{ dm}^2$). Převoz odlitku na přebroušení svarů - doba provozu jeřábu (J.1.1), jeřábník a cídič (J.1.2). Broušení – cídič (J.3.2). Spotřeba kotouče $\varnothing 180\text{mm}$ (vážení hmotnosti kotouče) a stlačeného vzduchu (J.3.3). Spotřeba kotouče: nový kotouč váží 450 g, bylo spotřebováno 45 g tj. 0,1 ks kotouče. Spotřeba stlačeného vzduchu (bruska BV180) = $1,5 \text{ m}^3/\text{min} * 15 \text{ min} = 22,5 \text{ m}^3$. Přesun odlitku na AKU vozík, odvoz a odložení odlitku u vrat čistírny - doba provozu jeřábu (J.4.1), jeřábník, cídič a manipulant (J.4.2).

Provedení NDT zkoušek – nevyhodnocuje se.

Tepelné zpracování II. – po zavaření náboje kola (kalení s popouštěním). Přesun odlitku AKU vozíkem a jeřábem k žíhací peci - doba provozu jeřábu (C.1.1), jeřábník a manipulant (C.1.2). Navezení odlitku na žíhací pec - doba provozu jeřábu (C.1.1), jeřábník (C.1.2) a obsluha pece (C.2.2). Spotřeba zemního plynu (C.2.1) - na TZ 7 t odlitků v peci se spotřebovalo 550 Nm^3 zemního plynu. Na 1 t odlitku je spotřeba 79 Nm^3 . TZ sledovaného odlitku = hrubá hmotnost $0,805 \text{ t} * 79 \text{ Nm}^3 = 64 \text{ Nm}^3$ zemního plynu. Čas práce žíhače = $42 \text{ min} * \text{hrubá hmotnost } 0,805 \text{ t} = 34 \text{ min}$. Složení odlitku z žíhací pece - doba provozu jeřábu (C.3.1), jeřábník (C.3.2).

Tryskání III. – po kalení a popouštění (tryskáci komora). Převoz odlitku a odložení na vozík komory - doba provozu jeřábu (B.1.1), jeřábník a obsluha tryskače (B.1.2). Zavezení vozíku do tryskáci komory a zavření dveří komory - doba provozu vozíku (B.1.1), obsluha tryskače (B.1.2). Tryskání – doba provozu tryskače (B.2.1), obsluha tryskače (B.2.2). Spotřeba litinové drti a stlačeného vzduchu – (B.2.3). Spotřeba litinové drti = $0,44 \text{ kg/min} * 15 \text{ min} * \text{hrubá hmotnost } 0,805 \text{ t} = 5,3 \text{ kg}$ abraziva. Spotřeba stlačeného vzduchu = $23 \text{ m}^3/\text{min} * 15 \text{ min} = 345 \text{ m}^3$. Manipulace mezi tryskáním – otevření dveří, vyvezení odlitku na vozíku, manipulace s odlitkem s pomocí jeřábu, zavezení vozíku, zavření dveří (B.1.1 + B.1.2). Otevření dveří a vyvezení vozíku z tryskáci komory - doba provozu vozíku (B.3.1), obsluha tryskače (B.3.2). Převoz odlitku po tryskání na AKU vozík - doba provozu jeřábu (B.3.1), jeřábník a obsluha tryskače (B.3.2).

Zavařování II. – drobné vady na disku kola, (objem vady $0,017 \text{ dm}^3$). Odvoz odlitku AKU vozíkem a jeřábem k zavařování – doba provozu jeřábu (G.1.1), jeřábník a manipulant (G.1.2). Přesun odlitku do boxu svářeče a manipulace s odlitkem - doba provozu jeřábu (G.2.1), jeřábník a svářeč (G.2.2). Zavařování – svářeč (G.3.2), spotřeba svařovací elektrody $\varnothing 4\text{mm}$ (G.3.3). Vyvezení odlitku z boxu svářeče a odložení - doba provozu jeřábu (G.4.1), jeřábník a svářeč (G.4.2).

Jemné broušení – drobné vady na disku kola, (broušená plocha 55 dm^2). Převoz odlitku na broušení - doba provozu jeřábu (H.1.1), jeřábník a cídič (H.1.2). Broušení a manipulace s odlitkem - doba provozu jeřábu (H.2.1), jeřábník a cídič (H.2.2). Spotřeba kotouče $\varnothing 180 \text{ mm}$ (vážení hmotnosti kotouče) a stlačeného vzduchu (H.3.3). Spotřeba kotouče: nový kotouč váží 450 g , bylo spotřebováno 110 g tj. $0,25 \text{ ks}$ kotouče. Spotřeba stlačeného vzduchu (bruska PBK 75) = $1,0 \text{ m}^3/\text{min} * 70 \text{ min} = 70 \text{ m}^3$. Přesun odlitku na AKU vozík a převoz do expedice - doba provozu jeřábu (H.4.1), jeřábník, cídič a manipulant (H.4.2).

Základování a expedice odlitku – nevyhodnocuje se.

Slévárna doplnila popis pracovních úkonů v pracovních dílčích pracovních fázích o poznámky soustředěné v Pomocných výpočtech a údajích. Pro názornost těchto podkladů je považujeme za vhodné uvést.

Pomocné výpočty a údaje:

1) Použité koeficienty k výpočtu spotřeby el. energie (poměr skutečného výkonu příkonu ke štítkovému příkonu): jeřáby = $0,3$; zavážecí zařízení = $0,5$; zařízení (např. tryskač) = 1 .

2) Cena 1 kusu svařovací elektrody EV 85 ($\varnothing 4$):

1 balení elektrod = $5,9 \text{ kg} = 90 \text{ ks}$ elektrod, 1 kg elektrod = 225 Kč , $5,9 * 225 / 90 = 14,75 \text{ Kč/ks}$.

3) Osobní náklady obsluhy žíhací pece na 1 t odlitku:

Za $22,5 \text{ hod}$ pracovníci tepelně zpracují průměrně 32 t odlitků. Osobní náklady na 1 tunu odlitků = $22,5 * 60 / 32 = 42 \text{ min/1 t}$ odlitku.

4) Spotřeba abraziva při tryskání 1 t odlitku

Odhad vychází z roční spotřeby abraziva, z odvedené výroby odlitků, z průměrné četnosti tryskání 1 odlitku a průměrné doby tryskání. Ve výpočtu je zohledněna nižší životnost abraziva s větší velikostí zrna (cca o 25%).

Spotřeba ocelového abraziva S390 při tryskání 1 t odlitku = $0,35 \text{ kg/min}$.

Spotřeba litinové drti při tryskání 1 t odlitku = $0,35 * 1,25 = 0,44 \text{ kg/min}$.

5) Spotřeba stlačeného vzduchu při tryskání tryskou

Vycházíme z informace, že při tlaku vzduchu $0,6 \text{ MPa}$ a průměru trysky 10 mm (průřez $S = 79 \text{ mm}^2$) je průtok stlačeného vzduchu $6,4 \text{ m}^3/\text{min}$. Při průřezu trysky $S = 1 \text{ mm}^2$ je spotřeba vzduchu $6,4 / 79 = 0,081 \text{ m}^3/\text{min}$. Při průměru trysky 19 mm ($S = 283 \text{ mm}^2$), kterou používáme, je spotřeba stlačeného vzduchu $0,081 * 283 = 23 \text{ m}^3/\text{min}$.

6) Pneumatické brusky

Pneumatická bruska PBK 75 – spotřeba vzduchu naprázdno = 0,7 m³/min, spotřeba vzduchu při max. výkonu = 1,3 m³/min. Použili jsme střední hodnotu průtoku vzduchu, tj. 1 m³/min.

Pneumatická bruska BV 180 – spotřeba vzduchu naprázdno = 1,2 m³/min, spotřeba vzduchu při max. výkonu = 1,8 m³/min. Použili jsme střední hodnotu průtoku vzduchu, tj. 1,5 m³/min.

4.5.2 Stanovení nákladů na apretaci

Nákladový model je připraven v jednom sešitu aplikace Excel, ve kterém je sedm listů. Dotazníková část obsahuje tabulky – „Info“, „Ceny“, „Dotazník“.

Nákladová část obsahuje pak tabulky „Náklady“, „Souhrnné náklady“, Členění – A“, Členění – B“. Je třeba připomenout, že v rámci řešení PXII se nám z časových důvodů nepodařilo ve všech případech dopracovat nákladové členění A a B. To bude pak zpracováno v rámci následných prací PROJEKTU XIII.

Nejprve se zaměříme na oblast dotazníkovou.

4.5.2.1 Vyvinutí dotazníkové části

V textu je uveden názorný příklad pro jeden odlitek. Nejprve byla sestavena informativní tabulka se základními údaji o odlitku.

Tabulka „Info“ – ukázka příkladu pro odlitek O.3 (tab.O.3-1). V tabulce jsou shrnuty vybrané hlavní informace, které charakterizují jak odlitek, tak i apretační úkony, které jsou v rámci této operace prováděny. Tab. „Info“ považujeme zatím za „otevřenou“ – to znamená, že spíše očekáváme, že bude v následujících pracích podle konkrétní situace doplňována.

Tab. O.3-1: Základní informace o odlitku

	Seznam položek	Jednotky	Odlitek
ř./sl.	1	2	3
1	Označení odlitku	[-]	O.3
2	Název odlitku	[-]	Kolo
3	Název materiálu použitého na odlitek	[-]	nízkolegovaná ocel
4	Jakost materiálu použitého na odlitek	[-]	1.7220
5	Způsob broušení (ruční, strojní)	[-]	ruční
6	Surová hmotnost	[kg]	1280
7	Hrubá hmotnost odlitku	[kg]	805
8	Pořadové číslo odlitku	[-]	1
9	Počet nálitků	[-]	6 nálitků, 2 zářezy
10	Způsob tryskání	[-]	ocelové broky, litinová drť
11	Způsob tepelného zpracování	[-]	normalizační žihání, kalení a popouštění
12	Plocha nálitků	[dm ²]	36
13	Další skutečnosti	[-]	

Dále následuje ukázka příkladu tabulky „Ceny“. Ani tento seznam položek není uzavřený a lze očekávat jeho rozšíření.

V tab.O.3-2 jsou shrnuty veškeré cenové a nákladové sazby, které jsou při stanovení nákladů apretace pro odlitek O.3 dále použity. Akceptovány jsou ty jednotky, které jsou v té které slévárně nyní používány. V následujících pracích bude docházet samozřejmě k jejich zobecňování.

Dále jsou záměrně vytvořeny jednotky, které přesně reagují na skutečnosti zjištěné sledování. Kupříkladu v ř. 1, ve sl. 3 je uvedena cena el. energie v Kč vztažena na kWmin a ne jak je běžné v Kč/kWhod. Vychází se ze situace, kdy veškeré stanovované operace elektrických zařízení jsou uváděny v minutách.

Tab. O.3-2: Ceny, pracovníci

	Seznam položek	Sazba	Jednotky
ř./sl.	1	2	3
1	Elektrická energie	0,061	Kč/kWmin
2	Zemní plyn	7,85	Kč/Nm ³
3	Směsný plyn	0	Kč/l
4	Stlačený vzduch	0,63	Kč/m ³
5	Broky S390	18,4	Kč/kg
6	Litinová drť	14,7	Kč/kg
7	Voda	0	Kč/l
8	Písek	0	Kč/kg
9	Kyslík	8,44	Kč/l
10	Acetylen	22	Kč/l
11	Trysky	0	Kč/ks
12	Svařovací drát	33,9	Kč/kg
13	Svařovací elektroda D4	14,75	Kč/ks
14	Drážkovací elektroda D10	8,3	Kč/ks
15	Drážkovací elektroda D16	11,9	Kč/ks
16	Brusný kotouč D180	65	Kč/ks
17	Jeřábík	2,01	Kč/min
18	Vytloukač	1,95	Kč/min
19	Tryskač – Gutmann	2,03	Kč/min
20	Tryskač – komora	2,33	Kč/min
21	Obsluha pece	2,2	Kč/min
22	Palič	2,41	Kč/min
23	Cídič	2,35	Kč/min
24	Svářeč	2,51	Kč/min
25	Brusič kyvadlové brusky	2,31	Kč/min
26	Manipulant	2,35	Kč/min

Po soustředění cenových a nákladových sazeb v tab. O.3.2 můžeme přistoupit k vyplňování „dotazníku“. Tento Dotazník - viz tab. O.3-3 zahrnuje další veškeré údaje, které jsou potřebné ke stanovení skutečně vynaložených nákladů na příslušnou dílčí výrobní fázi. Kupříkladu pro dílčí výrobní fázi A.1 potřebujeme ke stanovení nákladů na spotřebu el. energie znát instalovaný příkon jeřábu (ř.3, sl. 6; 36,2 kW). Dále převodní koeficient mezi instalovaným příkonem a skutečným výkonem (ř.4, sl. 6; 0,3). A samozřejmě také dobu provozu jeřábu (ř.5, sl. 6, 1 min).

Tab. O.3-3: Dotazník

ř./sl.	1	2	3	4	Jednotky	Data
1	A. Transport a odstranění zbytků formovací směsi					
2	A.1 Přeprava odlitku do čistírny					
3		A.1.1 Náklady na převoz	příkon jeřábu	[kW]	36,2	
4			koeficient	[-]	0,3	
5			dobu provozu	[min]	1	
6		A.1.2 Osobní náklady	dobu práce jeřábníka	(min)	1	
7			dobu práce vytloukače	(min)	1	
8	B. Tryskání I (po vytlučení)					
9	B.1 Přeprava odlitku do tryskacího zařízení - trysač Gutmann					
10		B.1.1 Náklady na převoz	příkon jeřábu	[kW]	42,2	
11			koeficient	[-]	0,3	
12			dobu provozu	(min)	0,85	
13		B.1.2 Osobní náklady	příkon zavážecího zařízení	[kW]	7,9	
14			koeficient	[-]	0,5	
15			dobu provozu	(min)	0,6	
16		B.2 Tryskání odlitku	dobu práce jeřábníka	(min)	0,85	
17			dobu práce trysače	(min)	3,5	
18		B.2.1 Náklady na provoz zařízení	příkon tryskacího zařízení	[kW]	88,8	
19			koeficient	[-]	1	
20			dobu provozu	(min)	10	
21		B.2.2 Osobní náklady	dobu práce trysače	(min)	3,15	
22			spotřeba broků S390	[kg]	2,8	
23			spotřeba vody	[l]		
24		B.2.3 Materiálové náklady	spotřeba písku	[kg]		
25			spotřeba stlačeného vzduchu	[m³]		
26		B.3 Přeprava odlitku z tryskacího zařízení				
27		B.3.1 Náklady na převoz	příkon jeřábu	[kW]	42,2	
28			koeficient	[-]	0,3	
29			dobu provozu	(min)	1,25	
30		B.3.2 Osobní náklady	příkon zavážecího zařízení	[kW]	7,9	
31			koeficient	[-]	0,5	
32			dobu provozu	(min)	0,6	
33		B.3.2 Osobní náklady	dobu práce jeřábníka	(min)	1,25	
34			dobu práce trysače	(min)	4,15	
35		C. Tepelné zpracování I (před pálením náلتků - normalizační žíhání)				
36		C.1 Přeprava odlitku k TZ				
37		C.1.1 Náklady na převoz	příkon jeřábu	[kW]	42,2	
38			koeficient	[-]	0,3	
39			dobu provozu	(min)	2	
40		C.1.2 Osobní náklady	příkon zavážecího zařízení	[kW]		
41			koeficient	[-]		
42			dobu provozu	(min)		
43		C.2 Tepelné zpracování	dobu práce jeřábníka	(min)	2	
44			dobu práce obsluhy pece	(min)		
45		C.2.1 Náklady na provoz zařízení	příkon pece	[kW]		
46			koeficient	[-]		
47			dobu provozu	(min)		
48		C.2.1 Náklady na provoz zařízení	spotřeba plynu - zemní	[Nm³]	90	
49			spotřeba plynu - směsný	[Nm³]		
50						
51						

Uvedeným postupem jsou následně popsány veškeré dílčí výrobní operace apretace odlitku.

4.5.2.2 Následný výpočet nákladů na všechny výrobní fáze apretace.

Jak bylo uvedeno, nyní jsme měli již soustředěny veškeré údaje k výpočtu nákladů. Dále postupujeme podle obecně známých pravidel v aplikaci EXCEL.

Nákladová část obsahuje pak výchozí tabulku s označením „Náklady“. Tato výchozí tabulka uvádí v nejpodrobnější struktuře stanovené náklady. Tedy kupříkladu pro dílčí výrobní fázi A.1 (viz O.3-4, ř. 1, sl. 11) náklady na spotřebu el. energie pro přepravu odlitku do čistírny – 0,66 Kč/odlitek. Tato hodnota se po nastavení vzorců v EXCELU stanoví vynásobením instalovaného příkonu jeřábu (36,2 kW) - viz tab. O.3-3, ř. 3, sl. 6, koeficientem 0,3 - tab. O.3-3, ř. 4, sl. 6. Dále dobou provozu jeřábu 1 min (ř.4,sl.6). A následně cenou jedné kWmin - 0,061Kč (viz tab. O.3-2, ř. 1, sl. 2).

Obdobně jsou stanoveny i osobní náklady jeřábníka a vytloukače na přepravu odlitku do čistírny - (viz O.3-4, ř. 1, sl. 18) ve výši 3,96 Kč/odlitek. Tato hodnota se po nastavení vzorců v EXCELU stanoví vynásobením doby práce jeřábníka (1 min) - viz tab. O.3-3, ř. 6, sl. 6, minutovou sazbou 2,01 Kč/min - tab. O.3-2, ř. 17, sl. 2. Dostáváme částku osobních nákladů pro jeřábníka 2,01 Kč/odlitek. Obdobně stanovíme osobní náklady pro vytloukače 1,95 Kč/odlitek.

Pro doplnění uvedme, že celkové zpracovací náklady dílčí výrobní fáze A.1 přeprava odlitku do čistírny pak činí 4,62 Kč/odlitek (viz O.3.-4, ř. 1, sl. 20). Tuto hodnotu dostaneme

součtem 0,66 Kč/odlitek (náklady na el. energii – viz O.3.- 4, ř. 1, sl. 11) a uvedených 3,96 Kč/odlitek (osobní náklady jeřábníka a vytloukače – viz O.3.- 4, ř. 1, sl. 18).

Naznačeným postupem po příslušném nastavení dojde k vyplnění detailní a výchozí tabulky O.3-4 Náklady.

Tab. O.3-4: Náklady

Z24																								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	[Řádek vzorců]		M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
										Materiálové náklady				Zpracovací náklady										NVN
										ocelové broky S390	litinová drt	brusný kotoúč D180	svarovací elektroda D4	dražkovací elektroda D10	dražkovací elektroda D16	Celkem	elektrická energie převoz	plyn zařízení	stlačený vzduch zařízení	osobní náklady převoz	zařízení	Celkem	NVN	
ř/sl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
1	A		A.1 Převrta odliktu do čistiny							0	0,66									3,96	4,62			
2			A. Celkem	0	0	0	0	0	0	0	0,66	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	3,96	0,00	4,62	4,62			
3			B.1 Převrta odliktu do tryskacího zařízení							0	0,80							8,81		9,61				
4			B.2 Tryskání odliktu	51,52						51,52		54,05							6,39	60,44				
5			B.3 Převrta odliktu z tryskacího zařízení							0	1,11								10,94	12,05				
6			B.I. Celkem	51,52	0	0	0	0	0	51,52	1,91	54,05	0,00	0,00	0	0	0,00	19,75	6,39	82,10	133,65			
7			B.1 Převrta odliktu do tryskacího zařízení							0	1,97								24,51	26,48				
8			B.2 Tryskání odliktu		63,21					63,21		48,57						173,88		27,96	260,41			
9			B.3 Převrta odliktu z tryskacího zařízení							0	0,81								9,01	9,82				
10			B.II. Celkem	0	63,21	0	0	0	0	63,21	2,78	48,57	0,00	0,00	0	0	173,88	33,53	27,96	286,71	349,93			
11	B		B.1 Převrta odliktu do tryskacího zařízení							0	1,97								19,85	21,82				
12			B.2 Tryskání odliktu		77,91					77,91		60,71						217,35		34,95	313,01			
13			B.3 Převrta odliktu z tryskacího zařízení							0	0,81								7,49	8,30				
14			B.III. Celkem	0	77,91	0	0	0	0	77,91	2,78	60,71	0,00	0,00	0	0	217,35	27,34	34,95	343,13	421,04			
15			B.1 Převrta odliktu do tryskacího zařízení							0										0,00				
16			B.2 Tryskání odliktu							0										0,00				
17			B.3 Převrta odliktu z tryskacího zařízení							0										0,00				
18			B.IV. Celkem	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
19			B. Celkem	51,52	141,1	0	0	0	0	192,64	7,47	163,32	0,00	0,00	0	0	391,23	80,61	69,30	711,95	909,27			
20			C.1 Převrta odliktu k TZ							0	1,54								4,02	5,56				
21			C.2 Tepelné zpracování							0			706,50							118,80	825,30			
22			C.3 Převrta odliktu z TZ							0	1,54								4,02	5,56				
23			C.I. Celkem	0	0	0	0	0	0	0	3,09	0,00	706,50	0,00	0	0	0,00	8,04	118,80	836,43	836,43			
24			C.1 Převrta odliktu k TZ							0	3,01									21,96				
25			C.2 Tepelné zpracování							0			502,40							74,80	577,20			
26			C.3 Převrta odliktu z TZ							0	1,08								2,91	3,99				
27			C.II. Celkem	0	0	0	0	0	0	0	4,09	0,00	502,40	0,00	0	0	0,00	21,77	74,80	603,06	603,06			
28	C		C.1 Převrta odliktu k TZ							0										0,00				
29			C.2 Tepelné zpracování							0										0,00				
30			C.3 Převrta odliktu z TZ							0										0,00				
31			C.III. Celkem	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			

Následující tabulky s označením:

- souhrnné náklady (dle výrobních fází),
- souhrnné náklady (detailní dle materiálových a zpracovacích nákladů) – členění A,
- souhrnné náklady (komplexní dle materiálových a zpracovacích nákladů) – členění B,

vytvářejí příslušné sumáře z výchozí detailní tabulky O.3-4 Náklady.

První komplexní nákladový sumář je vytvořen podle výrobních fází apretace odlitku - viz tab. O.3-5: Souhrnné náklady (dle výrobních fází). V této tabulce jsou přehledně uvedeny NVN apretace odlitku v členění dle výrobních fází a v rozdělení na náklady materiálové a zpracovací. Je zde také respektována skutečnost opakování příslušné fáze (kupříkladu tryskání, tepelné zpracování a pod.).

Tab. O.3-5: Souhrnné náklady (dle výrobních fází)

ř./sl.	1	Materiálové náklady	Zpracovací náklady	NVN [Kč/odlitek]	NVN [Kč/kg]
		2	3	4	5
1	A. Transport a odstranění form. směsí	0	4,62	4,62	0,01
2	B. Tryskání I (po vytlučení)	51,52	82,10	133,62	0,17
3	B. Tryskání II (po TZ I.)	63,21	286,71	349,92	0,43
4	B. Tryskání III (po TZ II.)	77,91	343,13	421,04	0,52
5	B. Tryskání IV (po tepelném zpracování)	0	0,00	0,00	0,00
6	B. Tryskání	192,64	711,95	904,59	1,12
7	C. Tepelné zpracování I (před pálením)	0	836,43	836,43	1,04
8	C. Tepelné zpracování II (kalení a popouštění)	0	603,06	603,06	0,75
9	C. Tepelné zpracování III	0	0,00	0,00	0,00
10	C. Tepelné zpracování IV	0	0,00	0,00	0,00
11	C. Tepelné zpracování	0	1439,49	1439,49	1,79
12	D. Odstranění náliťků a vtokové soustavy	0	1116,33	1116,33	1,39
13	E. Úprava plochy po upalování náliťků	0	0,00	0,00	0,00
14	F. Odstraňování vad I	0	0,00	0,00	0,00
15	F. Odstraňování vad II	0	0,00	0,00	0,00
16	F. Odstraňování vad	0	0,00	0,00	0,00
17	G. Zavařování vad I (na náboji kola)	53,7	99,48	153,18	0,19
18	G. Zavařování vad II (na disku kola)	44,25	99,37	143,62	0,18
19	G. Zavařování vad	97,95	198,85	296,80	0,37
20	H. Jemné broušení (na disku kola)	16,25	226,54	242,79	0,30
21	I. Zažehlování svárů vad	0	0,00	0,00	0,00
22	J. Broušení svárů vad (na náboji kola)	6,5	61,70	68,20	0,08
23	Celkem	313,34	3759,47	4072,81	5,06

Další nákladové členění, které se u minulých PROJEKTŮ osvědčilo byl pohled na souhrnné náklady apretace rozdělené na materiálové a zpracovací s respektováním jejich vzniku v konkrétních výrobních fázích - viz tab. O.3-6. Materiálové a zpracovací náklady jsou tedy členěny podle výrobních fází a dále rozděleny na jejich druhy. Kupříkladu v tab.O.3.-6 jsou pro materiálové náklady uvedeny pro výrobní fázi B.I (tryskání po vytlučení) ocelové broky ve výši 51,5 Kč/odlitek – viz ř. 1, sl. 6.

Tab. O.3-6: Souhrnné náklady – (detailní dle materiálových a zpracovacích nákladů).
Poněvadž se jedná pouze o ilustrační tabulku není zde záměrně uvedena část zpracovacích nákladů.

Druh komponenty					Náklady [Kč/odlitek]
ř./sl.	1	2	3	4	5
1	Materiálové náklady	Fáze B I.	B.2.3	Ocelové broky	51,5
2				Litínová drť	0,0
3				Voda	0,0
4				Písek	0,0
5			Celkem		51,5
6		Fáze B II.	B.2.3	Ocelové broky	0,0
7				Litínová drť	63,2
8				Voda	0,0
9				Písek	0,0
10			Celkem		63,2
11		Fáze G I.	G.3.3	Drážkovací elektrody	2,1
12				Svařovací elektrody	51,6
13				Svařovací drát	0,0
14		Fáze B III.	B.2.3	Ocelové broky	53,7
15				Litínová drť	0,0
16				Voda	77,9
17				Písek	0,0
18			Celkem		77,9
19		Fáze H.	H.3.3	Brusný kotouč	16,3
20				Celkem	16,3
21		Fáze G II.	G.3.3	Drážkovací elektrody	0,0
22				Svařovací elektrody	44,3
23				Svařovací drát	0,0
24				Celkem	44,3
25		Fáze J.	J.3.3	Brusný kotouč	6,6
26				Celkem	6,6
27			Materiálové náklady celkem		313,3
28	Zpracovací náklady	Fáze A	A.1	Osobní náklady	2,0
29				jeřábník	2,0
30			Celkem osobní náklady	vytloukač	2,0
31				jeřábník	2,0
32			Energie	vytloukač	2,0
33				převoz	0,7
34			elektrická energie	manipulace	0,0
35				provoz zařízení	0,0
36			Celkem energie		0,7
37			Celkem		4,8
38			B.1	Osobní náklady	1,7
39				jeřábník	7,1
40				tryskač	6,4
41				jeřábník	2,6

Poslední sumární členění, které se v minulých projektech také osvědčilo, je rozdělení souhrnných nákladů (komplexní dle materiálových a zpracovacích nákladů). Toto členění nebere již v úvahu dělení apretace odlitků na výrobní fáze a člení NVN na materiálové a zpracovací s respektováním věcné náplně položek - viz tab. O.3-7 Souhrnné náklady (komplexní dle materiálových a zpracovacích nákladů).

Tab. O.3-7: Souhrnné náklady (komplexní dle materiálových a zpracovacích nákladů).

Druh komponenty			Náklady [Kč/odlitek]	
ř./sl.	1	2	3	4
1	Materiálové náklady	Ocelové broky		51,52
2		Litínová drť		141,12
3		Voda		0,00
4		Písek		0,00
5		Trysky		0,00
6		Drážkovací elektrody		2,08
7		Svařovací elektrody		95,88
8		Svařovací drát		0,00
9		Brusný kotouč		22,75
10	Materiálové náklady celkem			313,34
11	Zpracovací náklady	Osobní náklady	jeřábík	95,37
12			vytloukač	1,95
13			tryskač	130,50
14			obsluha pece	193,60
15			palič	122,19
16			cídic	213,85
17			brusič	0,00
18			svářeč	168,67
19			manipulant	14,69
20		Celkem	940,82	
21		Energie	elektrická energie	191,28
22			zemní plyn	1208,90
23			směsný plyn	0,00
24			kyslík	286,96
25			acetylen	682,00
26			stlačený vzduch	449,51
27		Celkem	2818,65	
28	Zpracovací náklady celkem			3759,47
29	NVN			4072,81

Je třeba doplnit, že veškeré detailní tabulky pro celý soubor posuzovaných odlitků je soustředěn v Příloze 3.

5. KLASIFIKACE SLEDOVANÝCH ODLITKŮ

Úvodní snahou řešitelského týmu bylo zařadit do sledování odlitky podle následujících zásad pro výběr hmotností odlitků, na kterých se bude vyvíjet metodika:

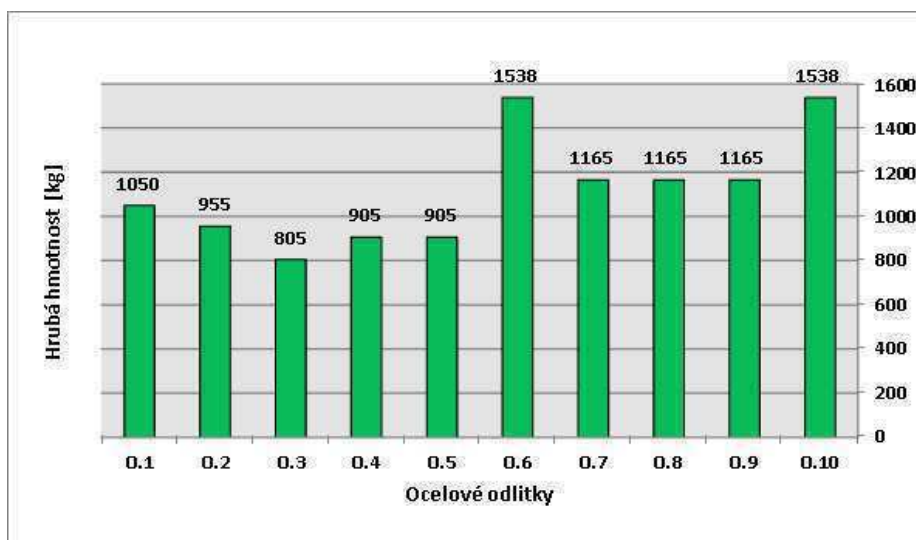
- odlitky z uhlíkové oceli: hrubá hmotnost 1t (v rozmezí $\pm 10\%$),
- odlitky z LLG a LKG: hrubá hmotnost 100 kg (v rozmezí ± 20 kg).

Vlastní výběr odlitků zařazených do sledování byl dán možnostmi jednotlivých sléváren. Tento přístup byl respektován zejména proto, že PROJEKT XII se zaměřuje na vyvinutí metodiky stanovení nákladového modelu hlavní výrobní fáze apretace odlitku. Vlastní hodnocení získaných výsledků a jejich interpretace je až na druhém místě. Dále to bylo vyvoláno do značné míry různými výrobními možnostmi sléváren začleněných do řešitelského kolektivu. A v neposlední řadě i jejich různou konkrétní zakázkovou náplní.

5.1 Vlastní klasifikace sledovaných odlitků

Skutečná omezení sléváren následně vytvořila soubor odlitků, na nichž se vyvíjela metodika tvorby nákladového modelu.

Pro odlitky z oceli jsme pracovali se souborem desíti případů ze tří sléváren (viz tab.5.1., ř. 1-10). Jsou to odlitky označené O.1 – O.10 s hrubou hmotností od 805 kg do 1 538 kg. Názorně je to uvedeno na obr. 1. Histogram četnosti hrubé hmotnosti odlitků zařazených do sledování je uveden na obr. 2. Z něj vyplývá, že nejvíce apretovaných odlitků (tři kusy) je ve skupině s hmotností od 1 450 kg do 1 550 kg. Dále jsou dva ve skupině 1 150 kg až 1 250 kg a 850 kg až 950 kg. Další odlitky ve skupinách jsou vždy po jednom.

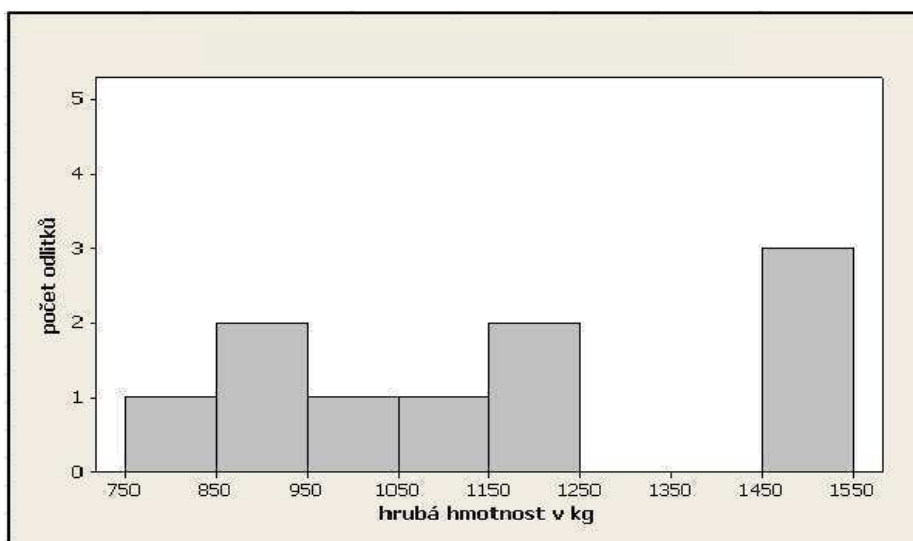


Obr. 1 Přehled ocelových odlitků dle hrubé hmotnosti

Při komentování tohoto grafu (obr. 2) je třeba připomenout, že odlitky zařazené v intervalu četnosti 850 kg – 950 kg (O.4 a O.5) jsou zcela identické. U O.4 se vyskytla významná slévárenská vada, proto jsme se rozhodli hypoteticky veškeré náklady na její odstranění vyjmout a naznačit, jak by se asi náklady na apretaci v tomto případě mohly pohybovat.

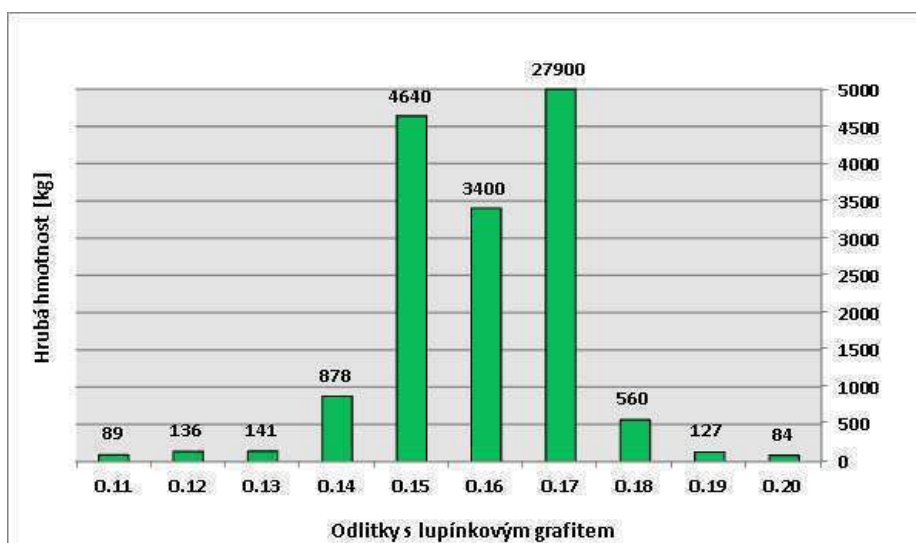
Tak byly vypočítány náklady na odlitek O.5. Jsme si vědomi, že na zajištění výroby odlitku

téměř bez vad by se musela nepochybně provést další opatření v předcházejících hlavních výrobních fázích výroby odlitku.

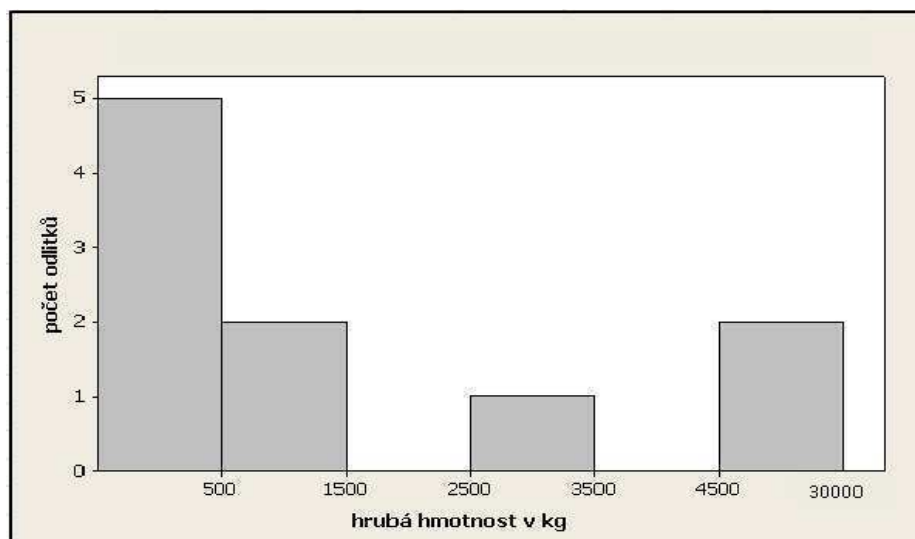


Obr. 2 Histogram četnosti ocelových odlitků

Podobná situace je u odlitků z LLG. Tam jsme do sledovaného souboru zařadili 10 odlitků ze tří sléváren (viz tab. 5.1, ř. 11 - 20). Posuzované odlitky jsou označené O.11 – O.20 s hrubou hmotností od 84 do 27 900 kg. Názorně je to uvedeno na obr. 3. Z něj vyplývá, že pět posuzovaných odlitků má hrubou hmotnost od 84 kg do 141 kg. Dále je skupina dvou odlitků s hmotností 560 kg a 878 kg. Jako „solitérní“ jsou odlitky O.15 - O.17 s hmotnostmi 4 640 kg, 3 400 kg a 27 900 kg. Názorně to dokládá obr. 3 a 4.



Obr. 3: Přehled odlitků z LLG dle hrubé hmotnosti



Obr. 4 Histogram četnosti odlitků z LLG

U odlitků z LKG je situace odlišná. Tam máme pouze jeden sledovaný případ (viz tab. 5.1. ř. 21) o hmotnosti 118 kg.

Tab. 5.1.: Označení a řazení odlitků vybraných do sledování

	Materiál	Označení	Název	Slévárna
ř./sl.	1	2	3	4
1	Ocel	O.1	Dno kbelíku	Slévárny Třinec, a.s.
2		O.2	Planetenträger	
3		O.3	Kolo	
4		O.4	Náboj 1	KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o.
5		O.5	Náboj 2	
6		O.6	Guide bearing house 1	BRELAMOS s.r.o.
7		O.7	Thurst bearing house 1	
8		O.8	Thurst bearing house 2	
9		O.9	Thurst bearing house 3	
10		O.10	Guide bearing house 2	
11	LLG	O.11	Skříň 1	Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.
12		O.12	Skříň 2	
13		O.13	Tischgehaue	
14		O.14	Těleso ZETA	DSB EURO s.r.o.
15		O.15	Odlitek 1	
16		O.16	Odlitek 2	
17		O.17	Příčník	
18		O.18	Lože	Slévárny Třinec, a.s.
19		O.19	COPPA OLIO	
20		O.20	KARTER	
21	LKG	O.21	Laterne	Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.

Následně jsou shrnuty dříve zmiňované základní informace o všech sledovaných odlitcích (viz tab. 5.2 a, b).

Tab. 5.2a: Vybrané informace o odlitcích z oceli zařazených do sledování

		Jednotky										
ř./sl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Označení odlitku	[-]	O.1	O.2	O.3	O.4	O.5	O.6	O.7	O.8	O.9	O.10
2	Název odlitku	[-]	DNO KBELÍKU	PLANETEN- TRÄGER	Kolo	Náboj	Náboj	Guide Bearing House	Thurst Bearing House	Thurst Bearing House	Thurst Bearing House	Guide Bearing House
3	Název materiálu použitého na odlitek	[-]	uhlíková ocel	nízkolegovaná ocel	nízkolegovaná ocel	uhlíková ocel	uhlíková ocel	uhlíková ocel	uhlíková ocel	uhlíková ocel	uhlíková ocel	uhlíková ocel
4	Jakost materiálu použitého na odlitek	[-]	422660	GS 42 Cr Mo 4	1.7220	1.0446	1.0446	GS 45	GS 45	GS 45	GS 45	GS 45
5	Způsob broušení (ruční, strojní)	[-]	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční
6	Surová hmotnost	[kg]	1350	1360	1280	1320	1320	není známa	není známa	není známa	není známa	není známa
7	Hrubá hmotnost odlitku	[kg]	1050	955	805	905	905	1538	1165	1165	1165	1538
8	Pořadové číslo odlitku	[-]			1	1	1					
9	Počet nálitků	[-]	1	1	6 nálitků, 2 zářezy	3 nálitky, 4 zářezy	3 nálitky, 4 zářezy	nálitky: 8ks vtok: 3x	nesledováno	nesledováno	nesledováno	nálitky: 8ks vtoky: 3 ks
10	Způsob tryskání	[-]	broky	broky	ocelové broky, litinová drť	ocelové broky, litinová drť	ocelové broky, litinová drť	neprovádí	neprovádí	neprovádí	neprovádí	Neprovádí
11	Způsob tepelného zpracování	[-]	normalizační žihání s popouštěním	normalizační žihání s popouštěním	normalizační žihání, kalení a popouštění	normalizační žihání, popouštění	normalizační žihání, popouštění	neprovádí	neprovádí	neprovádí	neprovádí	neprovádí
12	Plocha nálitků	[dm2]	4,91	12,56	36	nálitky - 13, kapsy – 10, zářezy – 0,5	nálitky - 13, kapsy – 10, zářezy – 0,5	33,12 nálitky 9,89 vtoky	není známo	není známo	není známo	33,12 nálitky 9,89 vtoky
13	Další skutečnosti	[-]						nepálíme	nepálíme	nepálíme	nepálíme	nepálíme

5.2b: Vybrané informace o odlitcích z LLG a LKG zařazených do sledování

		Jednotky											
ř./sl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Označení odlitku	[-]	O.11	O.12	O.13	O.14	O.15	O.16	O.17	O.18	O.19	O.20	O.21
2	Název odlitku	[-]	Skříň 1	Skříň 2	Tisch-gehause	Těleso ZETA	Odlitek 1	Odlitek 2	Příčnik	Lože	COPPA OLIO	KARTER	Laterne
3	Název materiálu použitého na odlitek	[-]	LLG 25	LLG 25	LLG 20	LLG25	LLG	LLG	LLG	LLG	LLG	LLG	LKG 40
4	Jakost materiálu použitého na odlitek	[-]	ČSN 42 2425	ČSN 42 2425	ČSN 42 2420	ČSN 42 2425	2425.01	2425.01	2430	2430	GH 190	EN-GJL-HB215	ČSN 42 2304
5	Způsob broušení (ruční, strojní)	[-]	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční	ruční
6	Surová hmotnost	[kg]	111	170	183	1200	5850	4140	33500	850	176	108	147
7	Hrubá hmotnost odlitku	[kg]	89	136	141	878	4640	3400	27900	560	127	84	117,6
8	Pořadové číslo odlitku	[-]	1	2	3	5							4
9	Počet nálitků	[-]	5	5	8	4					2		6
10	Způsob tryskání	[-]	vozokomorový tryskač	vozokomorový tryskač	vozokomorový tryskač	vozokomorový tryskač	voda, broky	voda, broky	voda, písek	voda, broky	broky	broky	vozokomoroý tryskač
11	Způsob tepelného zpracování	[-]											
12	Plocha nálitků	[dm2]	3,45	3,45	6,91	28,42							5,18
13	Další skutečnosti	[-]											

6. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

Hlavním výsledkem PXII je skutečnost, že se podařilo:

- a) u velice komplikované hlavní výrobní fáze apretace odlitků vytvořit členění výrobních a dílčích fází, které je spolehlivým východiskem pro další nákladová šetření,
- b) sestavit metodiku vytvoření nákladového modelu pro apretaci odlitků, včetně zjednodušení sledování a použití specifických metod tak, aby náklady bylo možné vůbec stanovit,
- c) na základě vytvořeného členění výrobních fází, zjednodušení sledování a využití specifických metod stanovit náklady na apretaci 21 odlitků.

V podmínkách sléváren České republiky se dosud náklady na apretaci odlitků v komplexní podobě nestanovovaly.

V některých slévárnách byly prováděny pouze dílčí práce, které nákladově posuzovaly pouze dílčí fáze. Jistou výjimkou byly vlastní zkušenosti autorského kolektivu, které získal v r. 2002 [12]. Dále je autorskému kolektivu známá činnost týmu Reinholda Lasáka [13] z období let 2000 - 2005 ve Vítkovických slévárnách, a.s. Ostrava. Tam byla v oblasti apretace odlitků zavedena řada racionalizačních opatření. Ty měly za následek v prvním roce jejich zavedení, nákladovou úsporu cca 10 mil Kč. Za předpokladu roční výroby cca 5 000 t expedovaných odlitků to znamená prokázaný a velice zajímavý přínos 2 Kč/kg odlitku.

Stanovení nákladů na apretaci odlitků bylo tedy provedeno pro všechny odlitky zařazené do sledování. Skutečností je, že stanovení nákladů na apretaci posuzovaných odlitků v současné době pro každý posuzovaný odlitek se opírá o vlastní (původní) nákladový model vytvořený v aplikaci Excel pro tento odlitek. Jeho schéma je naznačeno výše. Teprve v dalších pracích počítáme s tím, že bude vytvořen model univerzální, který by zahrnoval celý soubor všech 21 apretovaných odlitků. Ten by již v jeho prakticky obecné podobě měl být všeobecně použitelný pro slévárny.

Výsledky hlavních skupin nákladů jsou shrnuty v tab. 6.

Tab. 6: Stanovené náklady na sledované odlitky

	Materiál	Označení	Materiálové náklady	Zpracovací náklady	NVN	NVN
	Jednotky		[Kč/odlitek]	[Kč/odlitek]	[Kč/odlitek]	[Kč/kg]
ř./sl.	1	2	3	4	5	6
1	Ocel	O.1	1 453	5 808	7 261	6,92
2		O.2	2 265	6 305	8 570	8,97
3		O.3	313	3 759	4 073	5,06
4		O.4	1 681	7 144	8 825	9,75
5		O.5	153	3 069	3 222	3,56
6		O.6	967	12 061	13 028	8,47
7		O.7	416	1 851	2 267	1,95
8		O.8	792	5 820	6 613	5,68
9		O.9	541	3090	3 631	2,36
10		O.10	353	2 516	2 868	1,87
11	LLG	O.11	55	378	433	4,87
12		O.12	95	390	485	3,57
13		O.13	97	450	548	3,88
14		O.14	294	948	1 241	1,41
15		O.15	466	5 135	5 602	0,96
16		O.16	456	4 882	5 338	1,29
17		O.17	3 966	38 994	42 960	1,28
18		O.18	159	2 631	2 790	3,28
19		O.19	353	435	788	6,21
20		O.20	158	253	411	4,89
21	LKG	O.21	72	538	610	5,19

6.1 Přehled dosažených výsledků na apretaci u ocelových odlitků

Z tab. 6, 6.1 a 6.3 vyplývá, že neúplné vlastní náklady (NVN) na apretaci odlitků se pohybují (bez ohledu na hmotnost odlitku a složitost jeho výroby) od 2 267 Kč/odlitek do 13 028 Kč/odlitek. Vzhledem k tomu, že hrubá hmotnost odlitků je odlišná pak vypovídající budou vykázané NVN na 1 kg hrubé hmotnosti odlitku. Tam se pohybuje nákladová náročnost od 1,87 Kč/kg do 9,75 Kč/kg.

Obě uvedená konstatování o nákladové náročnosti apretace odlitků jsou zkreslena tím, že u odlitků zařazených do sledování se neprovedly všechny operace zařazené do hlavní výrobní fáze apretace. Lze říci, že ve Slévárnách Třinec, a.s. a KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o. odlitky v rámci posuzování komplexně „prošly“ všemi dílčími výrobními fázemi apretace. Tedy od výrobní fáze A (Transport a odstranění zbytků formovacích směsí) až po výrobní fázi J. (Broušení svárů po odstranění vad). V daném případě byly tedy „komplexně zpracovány“ odlitky O.1 – O.5.

Jak již bylo konstatováno výše, tak členění výrobních a dílčích fází apretace zahrnují veškeré možné operace aplikované ve slévárnách, které se podílejí na řešení PXII. To znamená, že v některých slévárnách se stejný úkon zajišťuje v jinak pojmenované výrobní nebo dílčí výrobní fázi. Jako příklad může sloužit výrobní fáze I. Zažehlování svárů vad. Ta je do jisté míry specifická pro firmu BRELAMOS s.r.o. Jedná se zjednodušeně řečeno

o roztavení vrchní části navařeného sváru uhlíkovou elektrodou a jeho následné „odfouknutí“ stlačeným vzduchem nebo roztavení zbytku po odstranění nálitku místo hrubého broušení.

Tedy pro odlitky O.1 – O.5 následně vyplývá, že NVN na apretaci odlitků se pohybují (bez ohledu na hmotnost odlitku a složitost jeho výroby) od 3 222 Kč/odlitek do 8 825 Kč/odlitek. Schematicky lze říci, že náklady na komplexní apretaci odlitků O.1- O.5 (tedy výrobních fází A - J) se pohybují (nákladově nejnáročnější ku nejlevnějšímu) v poměru 1:2,74. Nazvěme si pracovní tento ukazatel „nákladovým poměrem“.

Vykázané NVN na 1 kg hrubé hmotnosti odlitku u O.1 - O.5 se pohybují od 3,56 Kč/kg do 9,75 Kč/kg (tab. 6). Nákladový poměr měrných nákladů na apretaci je 1:2,74. Uvedený poměr je shodný.

Při této příležitosti je třeba připomenout prakticky identické odlitky O.4 a O.5. Z porovnávaných NVN je zřejmé, že náklady na odstranění vad zvýšily náklady na apretaci o 5 603 Kč/odlitek. To činí více než 50 % NVN na odlitek. U měrných nákladů tento rozdíl činí 6,19 Kč/kg hrubé hmotnosti odlitku. I toto je zajímavý podnět pro další práce.

Následně stejným postupem poměříme náklady na výrobní fáze apretace odlitků, které nezahrnují všechny výrobní fáze.

Odlitky zařazené do sledování z BRELAMOSU s.r.o. (odlitky označené O.6 – O.10) „prošly“ tedy výrobní fází A (Transport a odstranění zbytků formovacích směsí). Nebyla u nich prováděna výrobní fáze B. Mechanické čištění (tryskání), C. Tepelné zpracování a D. Odstranění nálitků a vtokové soustavy. Respektive tyto fáze byly prováděny buď v mateřské slévárně nebo zajišťovány subdodávkami. Nebyly tedy předmětem vlastního sledování v rámci PXII. Ve firmě BRELAMOS s.r.o. se dále zajišťovaly výrobní fáze E. Úprava plochy po upalování nálitků a všechny následující fáze.

Tedy pro odlitky O.6 – O.10 následně vyplývá, že NVN na apretaci odlitků se pohybují (opět bez ohledu na hmotnost odlitku a složitost jeho výroby) od 2 267 Kč/odlitek do 13 028 Kč/odlitek. Nákladový poměr měrných nákladů na vybrané výrobní fáze apretace činí 1:5,75. Vykázané měrné NVN u O.6 - O.10 se pohybují od 1,87 Kč/kg do 8,47 Kč/kg (tab. 6.3). Nákladový poměr měrných nákladů na apretaci 1:4,53. Uvedený poměr je tedy poněkud nižší oproti jeho výši stanovené na základě nákladů na apretaci odlitku celkem. A je také nižší ve srovnání s obdobným ukazatelem u odlitků O.1 - O.5.

6.2 Přehled dosažených výsledků na apretaci u litinových odlitků

Z tab. 6, 6.2 a 6.3 vyplývá, že neúplné vlastní náklady na apretaci odlitků u LLG se pohybují (bez ohledu na hmotnost odlitku a složitost jeho výroby) od 411 Kč/odlitek do 42 960 Kč/odlitek. Zopakujme, že v tomto souboru jsou odlitky od surové hmotnosti 84 kg (O.20) až do 27 900 kg (O.17). Což NVN zásadně ovlivňuje. Nákladový poměr pak činí 1:104. Doplňme, že NVN na apretaci odlitku O.21 z LKG činily 610 Kč.

Je třeba připomenout, že u odlitků z litin je ve všech slévárnách zapojených do sledování prováděna jejich komplexní apretace. Byť nejsou vždy některé výrobní (nebo dílčí výrobní) fáze apretace „formálně“ uskutečňovány. Tyto úkony jsou pak zajištěny u výrobní (nebo dílčí výrobní) fáze apretace jinak nazvané. Můžeme tedy zjištěné NVN

vynaložené na apretaci odlitků jistým způsobem porovnávat. Měrná nákladovost u LLG se pohybovala od 0,96 Kč/kg do 4,87 Kč/kg (tab. 6 a 6.3). Nákladový poměr pak činí 1:5,07. Zde je zajímavé, že uvedený nákladový poměr se významně neliší od obdobného ukazatele u odlitků z oceli, které „prošly“ všemi fázemi apretace. Doplňme, že NVN na apretaci odlitku O.21 z LKG činily u měrných nákladů 5,19 Kč/kg.

Tab. 6.1 Dosažené výsledky u nákladů na apretaci odlitků z oceli [Kč/odlitek]

		Materiálové náklady [Kč/odlitek]										Zpracovací náklady [Kč/odlitek]										NVN [Kč/odlitek]									
	Označení	O.1	O.2	O.3	O.4	O.5	O.6	O.7	O.8	O.9	O.10	O.1	O.2	O.3	O.4	O.5	O.6	O.7	O.8	O.9	O.10	O.1	O.2	O.3	O.4	O.5	O.6	O.7	O.8	O.9	O.10
ř./sl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	148	5	6	6	456	35	62	264	0	121	148	5	6	6	456	35	62	264	0
2	B.I	68	68	52	59	59	0	0	0	0	0	197	230	82	83	83	0	0	0	0	0	264	298	134	142	142	0	0	0	0	0
3	B.II	135	180	63	64	64	0	0	0	0	0	338	366	287	100	100	0	0	0	0	0	473	546	350	164	164	0	0	0	0	0
4	B.III	90	135	78	29	29	0	0	0	0	0	244	298	343	123	123	0	0	0	0	0	334	433	421	152	152	0	0	0	0	0
5	B.IV	0	90	0	44	0	0	0	0	0	0	0	230	0	166	0	0	0	0	0	0	0	320	0	210	0	0	0	0	0	0
6	B	293	473	193	197	153	0	0	0	0	0	779	1125	712	471	305	0	0	0	0	0	1071	1597	905	668	458	0	0	0	0	0
7	C.I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	428	836	1430	1430	0	0	0	0	0	0	428	836	1430	1430	0	0	0	0	0
8	C.II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	957	1521	603	0	0	0	0	0	0	0	957	1521	603	0	0	0	0	0	0	0
9	C.III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	551	938	0	563	0	0	0	0	0	0	551	938	0	563	0	0	0	0	0	0
10	C.IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1507	2887	1440	1993	1430	0	0	0	0	0	1507	2887	1440	1993	1430	0	0	0	0	0
12	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	409	1116	1328	1328	0	0	0	0	0	500	409	1116	1328	1328	0	0	0	0	0
13	E	0	0	0	0	0	551	125	391	73	284	0	0	0	0	0	3721	351	1600	570	2266	0	0	0	0	0	4272	476	1990	642	2550
14	F.I	0	0	0	137	0	0	15	50	37	0	0	0	0	235	0	5152	104	2139	754	0	0	0	0	372	0	5152	119	2189	791	0
15	F.II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	0	163	0	0	0	0	0	0	0	190	0	163	0	0
16	F	0	0	0	137	0	0	15	50	37	0	0	0	0	235	0	5342	104	2301	754	0	0	0	0	372	0	5342	119	2351	791	0
17	G.I	598	780	54	1321	0	271	0	0	271	15	1948	685	99	2449	0	1705	7	0	231	48	2546	1465	153	3771	0	1976	7	0	502	63
18	G.II	0	0	44	0	0	145	20	78	6	0	0	0	99	0	0	415	413	363	100	0	0	0	144	0	0	560	434	442	105	0
19	G	598	780	98	1321	0	416	20	78	277	15	1948	685	199	2449	0	2120	421	363	331	48	2546	1465	297	3771	0	2536	441	442	607	63
20	H	563	1013	16	0	0	0	140	87	156	54	953	1051	227	0	0	0	714	688	1171	201	1516	2064	243	0	0	0	855	775	1327	255
21	I	0	0	0	0	0	0	0	187	0	0	0	0	0	0	0	221	0	807	0	0	0	0	0	0	0	221	0	994	0	0
22	J	0	0	7	26	0	0	115	0	0	0	0	0	62	662	0	203	226	0	0	0	0	0	68	688	0	203	341	0	0	0
23	Celkem	1453	2265	313	1681	153	967	416	792	541	353	5808	6305	3760	7144	3069	12062	1851	5820	3090	2516	7261	8570	4073	8825	3222	13028	2266	6613	3631	2868

Tab. 6.2 Dosažené výsledky u nákladů na apretaci odlitků z LLG a LKG [Kč/odlitek]

		Materiálové náklady [Kč/odlitek]											Zpracovací náklady [Kč/odlitek]											NVN [Kč/odlitek]										
	Označení	O.11	O.12	O.13	O.14	O.15	O.16	O.17	O.18	O.19	O.20	O.21	O.11	O.12	O.13	O.14	O.15	O.16	O.17	O.18	O.19	O.20	O.21	O.11	O.12	O.13	O.14	O.15	O.16	O.17	O.18	O.19	O.20	O.21
ř./sl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	51	62	79	45	42	93	19	26	26	87	52	52	62	79	45	42	93	19	26	26	87
2	B.I	43	85	85	255	170	142	2167	38	20	14	51	93	93	93	100	1182	963	13411	287	101	90	93	135	178	178	355	1351	1104	15579	325	121	103	143
3	B.II	0	0	0	0	161	179	313	28	0	0	0	0	0	0	0	894	1038	2873	396	0	0	0	0	0	0	0	1055	1217	3186	424	0	0	0
4	B.III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	B.IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	B	43	85	85	255	331	320	2480	66	20	14	51	93	93	93	100	2076	2001	16284	682	101	90	93	135	178	178	355	2407	2321	18764	749	121	103	143
7	C.I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	C.II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	C.III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	C.IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	D	9	6	8	25	0	0	0	0	0	0	14	146	155	188	488	2593	2600	22246	823	0	0	221	155	161	196	513	2593	2600	22246	823	0	0	236
13	E	4	4	4	14	117	122	1370	93	0	0	7	87	91	108	280	422	239	371	1107	0	0	137	92	95	112	294	539	362	1741	1200	0	0	144
14	F.I	0	0	0	0	19	14	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	14	116	0	0	0	
15	F.II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	F	0	0	0	0	19	14	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	14	116	0	0	0	
17	G.I	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	0	0
18	G.II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	G	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	0	0
20	H	0	0	0	0	0	0	0	0	288	145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205	137	0	0	0	0	0	0	0	0	493	282	0	0
21	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	Celkem	55	95	97	294	467	456	3966	159	353	158	72	378	390	450	948	5135	4882	38994	2631	435	253	538	433	485	548	1241	5602	5338	42960	2790	788	411	610

Tab. 6.3 Dosažené výsledky u nákladů na apretaci odlitků [Kč/kg]

		NVN [Kč/kg]																				
	Označení	O.1	O.2	O.3	O.4	O.5	O.6	O.7	O.8	O.9	O.10	O.11	O.12	O.13	O.14	O.15	O.16	O.17	O.18	O.19	O.20	O.21
ř./sl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	A	0,12	0,15	0,01	0,01	0,01	0,30	0,03	0,05	0,17	0	0,58	0,38	0,44	0,09	0,01	0,00	0	0,02	0,21	0,31	0,74
2	B.I	0,25	0,31	0,17	0,16	0,16	0	0	0	0	0	1,52	1,31	1,26	0,40	0,23	0,27	0,47	0,38	0,96	1,23	1,22
3	B.II	0,45	0,57	0,43	0,18	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0,29	0,10	0,50	0	0	0
4	B.III	0,32	0,45	0,52	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	B.IV	0	0,34	0	0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	B	1,02	1,67	1,12	0,74	0,51	0	0	0	0	0	1,52	1,31	1,26	0,40	0,41	0,56	0,56	0,88	0,96	1,23	1,22
7	C.I	0	0,45	1,04	1,58	1,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	C.II	0,91	1,59	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	C.III	0,52	0,98	0	0,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	C.IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	C	1,44	3,02	1,79	2,20	1,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	D	0,48	0,43	1,39	1,47	1,47	0	0	0	0	0	1,74	1,18	1,39	0,58	0,44	0,63	0,66	0,97	0	0	2,00
13	E	0	0	0	0	0	2,78	0,41	1,71	0,42	1,66	1,03	0,70	0,80	0,33	0,09	0,09	0,05	1,41	0	0	1,23
14	F.I	0	0	0	0,41	0	3,35	0,10	1,88	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	F.II	0	0	0	0	0	0,12	0,00	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	F	0	0	0	0,41	0	3,47	0,10	2,02	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	G.I	2,42	1,53	0,19	4,17	0	1,28	0,01	0	0,33	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	1,16	0	0
18	G.II	0	0	0,18	0	0	0,36	0,37	0,38	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	G	2,42	1,53	0,37	4,17	0	1,65	0,38	0,38	0,39	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	1,16	0	0
20	H	1,44	2,16	0,30	0	0	0	0,73	0,66	0,86	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	3,88	3,36	0
21	I	0	0	0	0	0	0,14	0	0,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	J	0	0	0,08	0,76	0	0,13	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Celkem	6,92	8,97	5,06	9,75	3,56	8,47	1,95	5,68	2,36	1,87	4,87	3,57	3,88	1,41	0,96	1,29	1,28	3,28	6,21	4,89	5,19

7. NÁVRH INTERPRETACE DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

Následující řádky se vzhledem ke specifické a extrémní komplikovanosti hlavní výrobní fáze apretace v PXII pouze zamýšlejí nad postupem interpretace zatím dosažených výsledků.

Nejprve je třeba zvážit očekávané cíle, které by nám interpretace získaných výsledků přinesla.

Patrně jedním z prvních cílů bude získat podněty k nákladovým úsporám. Zde je velice podnětná a motivující zkušenost z Vítkovických sléváren [13] – viz výše. Druhým - a snad souběžně sledovaným záměrem - bude hledat zákonitosti mezi nákladovými a naturálními charakteristikami hlavní výrobní fáze apretace. Odhalení možných zákonitostí (pravidel) by mělo následně vést k celkové racionalizaci apretace odlitků. A možná by to mohlo i inspirovat k zásahům do předcházejících hlavních fází výroby odlitků. Jejich výsledkem by mohlo být i zefektivnění výroby odlitků jako celku.

Pro interpretaci získaných výsledků budeme využívat zkušenosti, které jsme získali v předcházejících řešeních jedenácti projektů. V první řadě tedy budeme posuzovat apretaci odlitků podle stejného litého materiálu. V našem případě se bude jednat (jak bylo již uvedeno) o odlitky z oceli a z LLG. Odlitek O.21 z LKG bude uváděn separátně.

Další respektovanou zásadou bude posuzování nákladovosti apretačních operací podle výrobních nebo dílčích výrobních fází – viz zpracované tab.6.1, 6.2 a 6.3). Zde chceme využívat jak náklady příslušné výrobní fáze na odlitek celkem (Kč/odlitek) tak i specifické ukazatele (Kč/kg). Předpokládáme i použití nákladových ukazatelů vztažených na jednotku plochy ($\text{Kč}/\text{dm}^2$, $\text{Kč}/\text{mm}^2$). S uplatněním nákladů vztažených na jednotku plochy počítáme kupříkladu u výrobních fází D. Odstranění nálitku (ploch „krčku“ nálitku), dále u E. Úpravy plochy po odstranění nálitku a H. Jemného broušení. Podobně bude možné využít i jednotku objemu ($\text{Kč}/\text{dm}^3$, $\text{Kč}/\text{mm}^3$). Kupříkladu při hodnocení objemu zavařované slévárenské vady viz F. Odstraňování vad a G. Zavařování vad.

Při vlastním posuzování nákladů výrobních fází a dílčích výrobních fází apretace chceme v zásadě postupovat dvěma cestami.

V první řadě se budeme snažit porovnat stejné výrobní (nebo dílčí) operace mezi sebou. Kupříkladu u výrobní fáze A. Transport a odstranění zbytků formovacích směsí. Tato výrobní fáze (dále VF) se dělí na separátní dílčí výrobní fáze (dále DVF):

- A.1 Přeprava odlitku do čistírny.
- A.2 Odstranění zbytků formovacích směsí na odlitku.

Zde předpokládáme, že vykázané náklady u DVF A.1 budou dány původním koncepčním členěním postavené slévárny a následně provedených stavebních zásahů. Výše zjištěných nákladů bude také důsledkem používaných transportních mechanismů a jejich účinnosti. Tedy jednoznačně – jak bylo zjednodušeně uváděno v minulých PROJEKTECH – vliv slévárny.

Naproti tomu náklady na DVF A.2 Odstranění zbytků formovacích směsí na odlitku by snad mohlo být mezi různými odlitky poměřováno.

Podobným způsobem bychom měli - pokud to bude možné – postupovat u všech VF a DVF apretovaných odlitků zařazených ve sledování.

Dále budeme posuzovat vynaložené náklady jak VF tak i DVF v rámci chronologického postupu apretace jednoho odlitku. Tedy kupříkladu u ocelových odlitků úvodní náklady na tryskání (po vytlučení) by za normálních podmínek měly být vyšší než

tryskání po tepelném zpracování (třeba po normalizačním žihání) apod. Ze zkušeností také víme, že některá operace tryskání se po hlubším rozboru ukázala v některých slévárnách nadbytečná. Obdobná situace může nastat u C. Tepelné zpracování. U TZ někdy může docházet k situaci, kdy se zaměňuje ohřev před pálením nálitku za regulérní operaci tepelného zpracování. Dále jsme se opět setkali se situací, že některá operace TZ se opět po hlubším rozboru ukázala neracionální. Např. odlitek z materiálu vyžadujícího přehřev - slévárna provede přehřev na 350°C, odstraní nálitku a vtokovou soustavu a pak provede normalizační žihání. Toto se dá provést tak, že se provede normalizační žihání odlitku s nálitkou a z teploty 350°C se odlitek předá k pálení. Tím ušetříme jednu operaci – přehřev.

Ze zkušeností také víme, že u G. Zavařování vad může někdy dojít k zavaření vady, která nebyla dříve důkladně odstraněna. Tady se bude velice hodit dřívější zdokumentování vad (pokud bylo slévárnou provedeno).

Dále existuje vazba mezi provedením operace H. Jemné broušení a G. Zavařování vad. Je také skutečností, která ovlivňuje náklady apretace, že tam kde se provádí výrobní fáze I. Zažehlování svarů vad se ušetří na mzdových nákladech brusice a na brusných kotoučích. Výrazný je pak rozdíl při porovnání u operace E. Úprava ploch po odstranění nálitků a vtokové soustavy, hrubé broušení. Např. firma BRELAMOS s.r.o. toto hrubé broušení neprovádí vůbec, ale provádí tzv. zažehlování zbytků po nálitcích a vtokové soustavy. A následně provede odstranění vad odlitků, opravy zavařováním, zažehlení svarů vad. A pak pouze jedno broušení, v případě, že nejsou požadovány žádné zkoušky na vnitřní jakost odlitku.

Při zamýšlení nad interpretací získaných výsledků jsme si uvědomili, že bude nezbytné se pokusit, zejména z důvodů různých tvarů a obecně obtížnosti výroby odlitků, odlitky třídit.

Posuzovali jsme některé práce provedené v tak zvaném „Málkovu třídíku odlitků“ [14, 15]. Zde jsme se snažili jednak seznámit s dostupnou literaturou – viz vzpomenuté odkazy na časopis Slévárenství a dále na zkušenosti sléváren v této oblasti. Vzhledem k omezeným časovým možnostem jsme zkoumali pouze dřívější práce Brhela st. [16]. Brhel st. uváděl původní informace s vývojem „Málkova třídíku odlitků“. Nebyly mu známy konkrétní zkušenosti sléváren s jeho uplatněním. Obdobně vyzněly i informace současných pracovníků slévárny ŽĐAS, a.s. Holoubka J. [17]. Jmenovaný také nedoložil konkrétní zkušenosti s aplikací „Málkova třídíku odlitků“. Uváděl, že ve slévárně používají jisté zjednodušené třídění odlitků přizpůsobené výrobnímu programu.

Tyto skutečnosti vedly k tomu, že člen řešitelského týmu PROJEKTU XII Lasák R. připravil vlastní návrh [17].

Lasák konstatuje, že dostupné materiály „Málkova třídíku odlitků“, které měl řešitelský kolektiv k dispozici, odlitky charakterizují způsobem příliš obsáhlým a pro naši práci (hodnocení apretace) asi hodně komplikovaným. Dokládá, že řešitelský tým by jisté třídění odlitků, byť ve zjednodušené verzi, měl používat. Bez přihlédnutí ke třídění odlitků pak srovnáváme třeba jednoduché odlitky se složitějšími a tím i pracnějšími a máme nákladový rozptyl 2 Kč/kg až 30 Kč/kg. To samozřejmě bez příslušného vysvětlení působí nevěrohodně.

Navrhuje proto při respektování druhu tekutého kovu třídění odlitků ve dvou kategoriích:

- a) dle (hrubé) hmotnosti odlitku,
- b) dle tvaru odlitku (což souvisí s jeho pracností a následně s náklady na apretaci).

Pro naše účely - posuzování nákladů na apretaci odlitku - doporučuje vyjít z Málkova návrhu [15], který je upraven na jedenáct hmotnostních skupin – viz tab. 7.

Tab. 7: Hmotnostní členění odlitků

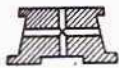
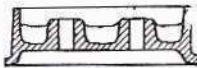
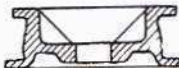
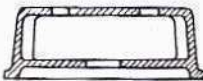
	Pořadové číslo	Hmotnost od - do	jednotka
ř./sl.	1	2	3
1	1	0 - 500	kg
2	2	501 – 1000	kg
3	3	1001 – 1500	kg
4	4	1501 – 2000	kg
5	5	2001 – 2500	kg
6	6	2501 – 3000	kg
7	7	3001 – 3500	kg
8	8	3501 – 4000	kg
9	9	4001 – 4500	kg
10	10	4501 - 5000	kg
11	11	od 5001	kg

Dále nedoporučuje v současném stavu prací podrobněji členit navržené hmotnosti odlitků. Vychází ze skutečnosti, že všech 21 posuzovaných odlitků v PXII tato tabulka zahrnuje.

Pro tvarové členění doporučuje přímo použít tabulku na obr. 5 z Málkova členění [15].

Lasák doporučuje pro naši práci uvádět v příslušných materiálech odkaz na tyto dvě tabulky a pak používat jen kombinaci čísel pro dané kategorie. Kupříkladu 1-2. To znamená, že se jedná o odlitek zařazený v hmotnostní skupině 1 (tedy do 500 kg) a ve tvarové skupině 2 (odlitky bez dutin prosté).

Samozřejmě, že návrh bude následně dle praktických zkušeností vyvíjen.

1		Odlitky masivní Plné odlitky, jejichž objem V mas. je blízký objemu opsaného hranolu V. Zpravidla $V_{\text{mas.}} > \frac{1}{3} V$, tloušťka odlitku $t > \frac{L+B}{12}$. Mohou mít povrch, který nelze přirozeně formovat, otvory a drážky, jejichž rozměry jsou menší než tloušťka přilehlé stěny.
2		Odlitky bez dutin prosté Odlitky bez dutin obvyklých tlouštěk s přirozeným povrchem.
3		Odlitky bez dutin členité Odlitky bez dutin obvyklých tlouštěk které nemají přirozený povrch.
4		Odlitky duté prosté Odlitky obvyklých tlouštěk s přirozeným povrchem (jako odlitky souboru 2) a jednoduchou spojitou dutinou.
5		Odlitky duté členité Odlitky, které nemají přirozený tvar povrchu (jako soubor 3) a mají jednoduchou dutinu. Odlitky s přirozeným tvarem povrchu se složitou nebo jednoduchou soustavou dutin.
6		Odlitky skříňovité s velmi členitou soustavou dutin a různě členitým povrchem, který nelze přirozeně formovat, protože svislé stěny jsou převlé.

Obr. 5: Tvarový soubor (druh) odlitku [15]

Odlitky sledované v PXII jsme pokusili zařadit podle Lasákova třídění (viz tab. 8). Při zařazování se nejevil zvláštní problém při třídění podle hmotnosti. Problémy se naznačují u třídění kupříkladu podle tvaru (odlitky ze Slévárny a modelárny Nové Ransko s.r.o.). To potvrzuje výše uvedené myšlenky, že na problému třídění budeme muset ještě pracovat.

Tab. 8: Rámcové zařazení odlitků dle Lasákova třídění

	Materiál	Označení	Hmotnostní zařazení	Tvarové zařazení
ř./sl.	1	2	3	4
1	Ocel	O.1	3	2
2		O.2	2	3
3		O.3	2	3
4		O.4	2	5
5		O.5	2	5
6		O.6	4	3
7		O.7	3	2
8		O.8	3	2
9		O.9	3	2
10		O.10	4	3
11	LLG	O.11	1	4
12		O.12	1	4
13		O.13	1	5
14		O.14	3	5
15		O.15	10	2
16		O.16	7	2
17		O.17	11	5
18		O.18	2	6
19		O.19	1	5
20		O.20	1	3
21	LKG	O.21	1	4

Zkušenosti z minulých PROJEKTŮ dále prokázaly, že výše nastíněný postup hledání cest optimalizace nákladů na apretaci odlitků, bude vhodné opět provádět se zapojením celého řešitelského kolektivu. Tento postup se osvědčil také proto, že pracovníci dalších sléváren sehrávají neocenitelnou úlohu „cizích očí“. Tedy v řadě případů odlišných zkušeností, které se patřičně zúročí jak při kladení otázek při řešení příslušného problému, tak i při hledání odpovědí tedy optimálního řešení. Podmínkou je samozřejmě svědomitá příprava všech potřebných informací a dat.

8. NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY NÁKLADOVOSTI APRETACE ODLITKŮ

Je zřejmé, že práce uskutečněné v rámci POJEKTU XII - tedy vyvinutí příslušné metodiky, její ověření a následně výpočet NVN pro 21 odlitků - jsou úvodem nebo spíše východiskem pro řešení velice komplikované problematiky apretace odlitků.

Tedy jednoznačně je třeba v této rozpracované problematice apretace odlitků dále pokračovat.

Navrhovaným dalším krokem by tedy měly být práce na náročné interpretaci získaných výsledků nákladových charakteristik s cílem najít cesty k úsporám. To povede mimo jiné k rigoróznímu prověření dosažených výsledků. A následně i jejich zpřesnění a v každém případě i jejich doplnění a rozšíření.

Dalším - a ve dřívějších úspěšně dokončených PROJEKTECH ověřeným krokem - je hledání a následné hodnocení vazeb mezi nákladovými a naturálními charakteristikami apretace odlitků. Tato práce by mohla vést jednak k dalším eventuelním nákladovým redukcím. A dále by snad mohla přispět k modelování nákladů pro hlavní výrobní fázi apretace.

Náklady na apretaci odlitků byly stanoveny pro všechny odlitky zařazené do sledování. Připomeňme, že výpočet nákladů na apretaci posuzovaných odlitků se v PXII prováděl separátně pro každý posuzovaný odlitek. Tedy jinými slovy, každý odlitek využívá vlastní (původní) nákladový model vytvořený v aplikaci Excel. Dodejme, že jeho hlavní stavební kameny (tabulka cen, dotazník, detailní souhrnné náklady a jejich následné členění do tří různých vzorců) jsou u všech 21 odlitků zachovány. Je tedy dalším úkolem vytvoření univerzálního nákladového modelu, který by se tvořil „shrnutím“ specifik všech současných 21 apretovaných odlitků. Ten by již v této prakticky obecné podobě mohl být obecně použitelný pro slévárny.

9. SHRNUTÍ A ZÁVĚR

PROJEKT XII navazuje na dřívější PROJEKTY I-XI, které se zaměřovaly na nákladovost výroby odlitků od tavení tekutého kovu až po zhotovení formy. Do řešeného PXII, který se zaměřuje na nákladovost závěrečné fáze výroby odlitku – apretace se zapojilo pět sléváren, jedna společnost a pracovníci a studenti vysoké školy.

Řešitelský kolektiv si jako hlavní cíl vytkl vyvinutí metodiky nákladového hodnocení apretace odlitků a jeho následné ověření.

V úvodu předložené práce je představeno všech pět sléváren zapojených do řešení.

V následující stati se zaměřujeme na vyvinutí metodiky stanovení nákladů na apretaci odlitků. Nejprve je definováno šest požadavků, které by měla metodika splňovat.

Poté se studie věnuje stanovení výrobních fází a dílčích fází výroby odlitků. Apretace odlitků se dělí na deset výrobních fází. Úvodní je A. Transport a odstranění zbytků formovacích směsí. Závěrečnou je výrobní fáze J. Broušení svárů vad.

Následně byly zvolené výrobní fáze rozděleny na dílčí výrobní fáze. Těch bylo vytypováno celkem 34.

Poté je přiblížena metoda stanovení neúplných vlastních nákladů, která se ve všech dříve řešených PROJEKTECH používá.

Nato se řešitelský kolektiv zaměřil na zjednodušení sledování a záměrné neposuzování některých úkonů apretace odlitků v PXII. Tato stat' je velice důležitá, poněvadž apretace odlitků je charakteristická snad nepřebernou řadou rozmanitých a v řadě případů opakujících se úkonů. Proto jejich omezení a zjednodušení bylo naprostou nezbytností možného řešení problému.

Stejně tak bylo nezbytné provést výběr specifických metod stanovení nákladů na vybrané pracovní úkony. Výběr těchto zjednodušujících metod vycházel z rozsáhlých dřívějších zkušeností řešitelského kolektivu. Bez jejich definování by byla problematika nákladovosti apretace také stěžejí řešitelná.

Ve stati vlastní nákladové hodnocení apretace se podrobně rozepisuje využitý postup. Tedy zjednodušeně se vychází z provedeného popisu pracovních úkonů apretace odlitků. Dále vyplnění potřebných údajů v dotazníkových tabulkách. A následně po naprogramování výpočetních kroků v programovatelném kalkulátoru EXCEL k automatickému výpočtu v nákladových tabulkách. Postup je představen na konkrétním odlitku s podrobně definovanými kroky.

Následně se řešitelský kolektiv zaměřil na klasifikaci sledovaných odlitků. Nejprve jsou definovány úvodní záměry ve výběru sledovaných odlitků. Tam jsme počítali s výběrem odlitků z uhlíkové oceli okolo cca 1 000 kg a odlitků z litin o hrubé hmotnosti cca 100 kg. Ve skutečnosti jsme pracovali u 10 ocelových odlitků s hrubou hmotností od 805 kg do 1538 kg. U LLG také s desíti odlitky s hmotností od 84 kg do 27 900 kg. U LKG byl sledován jeden odlitek (118 kg).

V práci je uvedena charakteristika všech posuzovaných odlitků.

Ve studii se konstatuje, že se podařilo u velice komplikované hlavní výrobní fáze apretace odlitků vytvořit vhodné členění výrobních a dílčích fází. Dále sestavit metodiku vytvoření nákladového modelu pro apretaci odlitku, včetně zjednodušení sledování a výběru specifických metod stanovení nákladů. To dokládá skutečnost, že byly úspěšně stanoveny náklady na apretaci 21 odlitků.

U ocelových odlitků, které „prošly“ všemi fázemi apretace (O.1 – O.5), se zjistilo že NVN na apretaci odlitků se pohybují (bez ohledu na hmotnost odlitku a složitost jeho výroby) od 3 222 Kč/odlitek do 8 825 Kč/odlitek. Vykázané NVN na 1 kg hrubé hmotnosti odlitku u O.1 - O.5 se pohybují 3,56 Kč/kg do 9,75 Kč/kg.

Odlitky z BRELAMOSU, s.r.o. zařazené do sledování (O.6 – O.10) „prošly“ pouze výrobní fází A (Transport a odstranění zbytků formovacích směsí). Ve firmě BRELAMOS s.r.o. se dále zajišťovaly výrobní fáze E. Úprava plochy po upalování nálitků a všechny následující. Pro tyto odlitky NVN na „částečnou“ apretaci se pohybují od 2 267 Kč/odlitek do 13 028 Kč/odlitek. Vykázané měrné NVN u nich se pohybují od 1,87 Kč/kg do 8,47 Kč/kg.

NVN na „úplnou“ apretaci odlitků z LLG (O.11- O.20) se pohybují od 411 Kč/odlitek do 42 960 Kč/odlitek. Připomeňme, že v tomto souboru jsou odlitky od hrubé hmotnosti od 84 kg (O.20) až do 27 900 kg (O.17). Měrná nákladovost u LLG se pohybovala od 0,96 Kč/kg do 4,87 Kč/kg. Doplňme, že NVN na apretaci odlitku O.21 z LKG činily 610 Kč (5,19 Kč/kg).

Následně se práce zaměřuje na návrh postupu interpretace získaných výsledků.

Počítá se s tím, že bude třeba posuzovat odlitky podle materiálu, ze kterého byly vyrobeny. Dalším kritériem bude porovnávání nákladů podle výrobních nebo dílčích fází jejich zpracování.

Dále budeme posuzovat vynaložené náklady jak u výrobních fází tak i dílčích fází v rámci chronologického postupu apretace jednoho odlitku. Tedy kupříkladu u ocelových odlitků úvodní náklady na tryskání (po vytlučení) by za normálních podmínek měly být vyšší než tryskání po tepelném zpracování (třeba po normalizačním žíhání) apod.

Budeme také hledat vazby mezi náklady na provedení jednotlivých fází apretace.

V závěru této statě jsou uvedeny informace o třídění odlitků. Jeví se jako nezbytné pokusit se náklady posuzovat ve vztahu ke složitosti jejich tvaru. Byly zevrubně posouzeny možnosti využití Málkova třídění odlitků. V současné době se jeví pro naše potřeby jako poměrně komplikovaný. Proto byl R. Lasákem navržen do jisté míry zjednodušený návrh. Ten reprezentuje pouze hmotnostní parametr odlitků a dále klasifikaci jejich tvaru.

V závěru práce se navrhuje pokračování řešení problematiky v navazujícím PROJEKTU XIII.

Vedle hmotnosti, materiálu a klasifikace tvarů odlitků bude možná nutno vzít v úvahu ve výsledném nákladovém modelu i druhy použitých strojů a jejich energetickou náročnost. Výsledný algoritmus by pak bylo možné obecně formulovat a do tohoto obecného algoritmu dosadit hodnoty koeficientů závislosti na hmotnosti, materiálu, tvaru a energetické náročnosti strojů.

Je možné konstatovat, že PXII přes veškerou složitost výrobní fáze apretace odlitků zcela splnil cíle, které si vytkl.

10. LITERATURA

- [1] Kafka V., Šenberger J., Palán P., Szmek V., Pacola D., Kupka F., Hynar V., Stonawski J., Knirsch V., Reška R.. Porovnání použitých technologií a jejich nákladů při výrobě tekuté fáze litin s lupínkovým a kuličkovým grafitem a ocelí na odlitky, Závěrečná zpráva, březen 2001.
- [2] Kafka V., Šenberger J., Ledvoňová A., Lanča M., Viznarová J., Černý J., Koutníková L., Nejedlý J., Vepřek V., Povolný M., Reška R.. Porovnání nákladů na výrobu odlitků ze železných kovů. Závěrečná zpráva, prosinec 2011.
- [3] Kafka V., Šenberger J., Coufal J., Andres J., Reška R., Štýbnarová E., Ledvoňová A., Ing. Blahutová L., Vévodová J. Problematika průběžného sledování nákladů odlitků v Českých slévárnách. Závěrečná zpráva, listopad 2002.
- [4] Kafka V., Králíček P., Ondráček Z., Paseka R., Šenberger J., Blahutová L., Kurka V. Ověření modelu průběžného sledování nákladů odlitků v Českých slévárnách. Závěrečná zpráva, březen 2004.
- [5] Kafka V., Urban R., Matuška M., Šenberger J., Szmek V., Chudáček S., Kostelka A., Neterder K., Lána I., Blahutová L., Štěpán L. Možnosti nákladové redukce při výrobě tekuté fáze litin v Českých slévárnách. Závěrečná zpráva, prosinec 2004.
- [6] Kafka V., Šenberger J., Matuška M., Urban R., Szmek V., Chudáček S., Kostelka a., Karel Neterder K., Lána I., Mach L., Kurka V. Možnosti nákladových úspor při výrobě tekuté fáze oceli a litin v Českých slévárnách. Závěrečná zpráva, prosinec 2005.
- [7] Kafka V., Nykodýmová V., Fošum J., Chudáček S., Szmek V., Knirsch V., Doupovec D., Lána I., Fryč P., Novobilský M., Jochim R., Šenberger J., Martinák R. Vytvoření nákladového modelu formovacích směsí. Závěrečná zpráva, prosinec 2006.
- [8] Kafka V., Nykodýmová V., Lána I., Szmek V., Doupovec D., Novobilský M., Fošum J., Knirsch V., Jochim R., Martinák R. Problematika posuzování nákladovosti formovacích směsí. Závěrečná zpráva 18. 3. 2008, Nové Ransko.
- [9] Kafka V., Nykodýmová V., Doupovec D., Martinák R., Knirsch V., Neudert A., Szmek V., Novobilský M., Veselý P., Řeháčková K., Řehůrková K., Pazderka J., Lána I., Fošum J., Jochim R., Volek J. Rozšířený nákladový model přípravy formovacích směsí. Závěrečná zpráva 17. 3. 2009, Zlín.
- [10] Kafka V., Nykodýmová V., Lána I., Novobilský M., Marko E., D., Řeháčková K., Martinák R., Knirsch V., Herzán M., Vyletová B., Pazderka J., Jiříkovský J., Veselý P., Řehůrková K., Hřebíček L. Metodika nákladového hodnocení výrobní fáze přípravy forem. Závěrečná zpráva 23. 3. 2010, Blansko.
- [11] Kafka V., Poloková O., Nykodýmová V., Vyletová B., Herzán M., Lána I., Novobilský M., Hřebíček L., Doupovec D., Veselý P. Rozpracování nákladového hodnocení výroby forem. Závěrečná zpráva, 23. 3. 2011 Brno.
- [12] Kafka V., Záruba P., Smolík M., Zindulka M., Ledvoňová A., Vévodová J., Kořínková V., Běčák L., : Problematika sledování nákladů při výrobě odlitků v podmínkách slévárny NOVÁ HUŤ, a.s. , Ostrava, závěrečná zpráva, s.1- 58, 7obr., 22 grafů, 37 tabulek, 4 textové přílohy, červen 2002, VŠB-TU OSTRAVA.
- [13] Lasák R.: Osobní sdělení, prosinec 2011, Ostrava

- [14] Málek, M. - Burda, L.: Třídění a klasifikace odlitků podle technologické podobnosti, Slévárenství č. 7, 1962, ročník X, s. 253 – 259.
- [15] Málek M.: Jednotný třídění odlitků, Slévárenství č. 7-8, 1965, ročník XIII, s. 301- 306.
- [16] Kafka V.: Osobní sdělení Jaroslava Brhela st. 4.1.2012.
- [17] Kafka V.: Osobní sdělení Jiřího Holoubka 5.1.2012.
- [18] Lasák R.: Návrh zjednodušeného třídění odlitků pro posuzování nákladů na apretaci odlitků, 5.1.2012, Ostrava.

11. SEZNAM ZKRATEK

ČSS	Česká slévárenská společnost
DVF	dílčí výrobní fáze
DVF	dílčí výrobní fáze
EOP	elektrická oblouková pec
IP	indukční pec
LKG	litina s kuličkovým grafitem
LLG	litina s lupínkovým grafitem
ND	náhradní díly
NVN	neúplné vlastní náklady
OK	odborná komise
OLT	odstředivě lité trubky
PXII	PROJEKT XII
TZ	tepelné zpracování
VF	výrobní fáze

12. SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A PŘÍLOH

Seznam tabulek

Tab. 4.1	Úbytek hmotnosti kotouče	17
Tab. O.3-1	Základní informace o odlitku	21
Tab. O.3-2	Ceny, pracovníci	22
Tab. O.3-3	Dotazník	23
Tab. O.3-4	Náklady	24
Tab. O.3-5	Souhrnné náklady (dle výrobních fází)	25
Tab. O.3-6	Souhrnné náklady	25
Tab. O.3-7	Souhrnné náklady (komplexní dle materiálových a zpracovacích nákladů)	26
Tab. 5.1	Označení a řazení odlitků vybraných do sledování	29
Tab. 5.2.a	Vybrané informace o odlitcích z oceli zařazených do sledování	30
Tab. 5.2.b	Vybrané informace o odlitcích z LLG a LKG zařazených do sledování	30
Tab. 6	Stanovené náklady na sledované odlitky	32
Tab. 6.1	Dosažené výsledky u nákladů na apretaci odlitků oceli [Kč/odlitek]	35
Tab. 6.2	Dosažené výsledky u nákladů na apretaci odlitků z LLG a LKG [Kč/odlitek]	35
Tab. 6.3	Dosažené výsledky u nákladů na apretaci odlitků [Kč/kg]	36
Tab. 7	Hmotnostní členění odlitků	39
Tab. 8	Rámcové zařazení odlitků dle Lasákova třídění	41

Seznam obrázků

Obr. 1	Přehled ocelových odlitků dle hrubé hmotnosti	27
Obr. 2	Histogram četnosti ocelových odlitků	28
Obr. 3	Přehled odlitků z LLG dle hrubé hmotnosti	28
Obr. 4	Histogram četnosti odlitků z LLG	29
Obr. 5	Tvarový soubor (druh) odlitku	40

Seznam příloh

P1	Charakteristiky sledovaných odlitků
	1. Slévárny Třinec, a.s.
	2. DSB EURO s.r.o.
	3. Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.

4. BRELAMOS s.r.o.
- P2 Stanovení nákladů na tryskací hodinu (je uvedeno na CD ROMu)
1. Komentář k tabulkám Stanovení nákladů na tryskací hodinu
 2. Tab.P2.1: Náklady opotřebení ND na tryskací hodinu na jednu turbínu R 410 (€).
 3. Tab. P2.2: Náklady opotřebení náhradních dílů (ND) na tryskací hodinu na jednu turbínu R 320 (€)
 4. Tab.P2.3: Výpočet nákladů na spotřebu abraziva a spotřeby energie
- P3 Podrobné tabulky pro všechny odlitky zařazené do sledování (CD ROM)
1. O.1 - Dno kbelíku - Slévárny Třinec, a.s
 2. O.2 – Planetenträger - Slévárny Třinec, a.s
 3. O.3 – Kolo - KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o.
 4. O.4 - Náboj 1 - KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o.
 5. O.5 - Náboj 2 - KRÁLOVOPOLSKÁ SLÉVÁRNA, s.r.o.
 6. O.6 - Guide bearing house 1 - BRELAMOS s.r.o.
 7. O.7 - Thurst bearing house 1 - BRELAMOS s.r.o.
 8. O.8 - Thurst bearing house 2 - BRELAMOS s.r.o.
 9. O.9 - Thurst bearing house 3 - BRELAMOS s.r.o.
 10. O.10 - Guide bearing house 2 - BRELAMOS s.r.o.
 11. O.11 - Skříň 1 - Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.
 12. O.12 - Skříň 2 - Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.
 13. O.13 – Tischgehaue - Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.
 14. O.14 - Těleso ZETA - Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.
 15. O.15 - Odlitek 1 - DSB EURO s.r.o.
 16. O.16 - Odlitek 2 - DSB EURO s.r.o.
 17. O.17 – Příčnick - DSB EURO s.r.o.
 18. O.18 – Lože - DSB EURO s.r.o.
 19. O.19 - COPPA OLIO - Slévárny Třinec, a.s
 20. O-20 – KARTER - Slévárny Třinec, a.s
 21. O.21 – Laterne - Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o.

PŘÍLOHA 1: CHARAKTERISTIKY SLEDOVANÝCH ODLITKŮ

1.Slévárny Třinec,a.s.

Ocelové odlitky

Odlitek O.1 DNO KBELÍKU

Postup: - ruční hrubé očištění od zbytků formovací směsi po vytlučení z formy, A

- tryskání ocelovými broky v komorovém tryskači, B I
- upálení nálitků a vtoků, D
- normalizační žíhání s popouštěním, C II
- tryskání ocelovými broky v komorovém tryskači, B II
- oprava vad zavařením, G I
- žíhání na odstranění pnutí, C III
- tryskání ocelovými broky v komorovém tryskači, B III
- broušení kyvadlovou a pneumatickými bruskami.H

Odlitek O.2 PLANETENTRAEGER

Postup: - ruční hrubé očištění od zbytků formovací směsi po vytlučení z formy, A

- tryskání ocelovými broky v komorovém tryskači, B I
- zahřátí v peci na 350 °C, C I
- upálení nálitků a vtoků, D
- normalizační žíhání s popouštěním, C II
- tryskání ocelovými broky v komorovém tryskači, B II
- oprava vad zavařením, G I
- žíhání na odstranění pnutí, C III
- tryskání ocelovými broky v komorovém tryskači, B III
- broušení kyvadlovou a pneumatickými bruskami, H
- tryskání ocelovými broky v komorovém tryskači, B IV

Odlitky z litiny s lupínkovým grafitem

Odlitek O.19 COPA OLLIO, odlitek O.20 KARTER

Postup: - tryskání v komorovém tryskači, B I

- broušení, sekání ručním pneumatickým nářadím (bruska přímá a úhlová, sekací kladivo), H
- oprava vad (tmelení, zavařování + broušení), G
- tryskání odlitků po opravě zavařením. B II

2.DSB EURO s.r.o.,Blansko – odlitky O.15 – O.18

Postup: - transport odlitku po vytlučení do cídírny (A.1),

-přeprava odlitku do tryskacího zařízení (B.1), vlastní tryskání (po vytlučení) k odstranění jader (B.2), přeprava odlitku z tryskacího zařízení (B.3),

-přeprava odlitku k cídiči (D.1), příprava a manipulace s odlitkem (D.2), odstranění vtokové soustavy (D.3), příprava a manipulace s odlitkem (E.2), vlastní broušení – dělicí roviny, výronků mezi jádry, odstranění připečených míst (E.3), přepravení odlitku (D.4), úklid odstraněných částí (D.5),

-přeprava odlitku do tryskacího zařízení (B.1), vlastní tryskání (B.2), přeprava odlitku z tryskacího zařízení (B.3),

- přeprava odlitku k odstranění vad (F.1), příprava a manipulace s odlitkem (F.2), úprava, jemné dobroušení, zavaření vad, tmelení (F.3), přeprava odlitku po odstranění vad (F.4).

3.Slévárna a modelárna Nové Ransko, s.r.o. odlitky O.11 – O. 14, O.21

Postup:- přeprava odlitků po vytlučení do cídírny (A.1),

- přeprava odlitků do vozokomorového tryskače (B.1),
- vytlučení zbytků jader a tryskání (B.2),
- přeprava odlitků z tryskače (B.3).
- přeprava odlitků na pracoviště broušení (D.1),
- příprava a manipulace s odlitkem (D.2),
- odstranění zbytků vtokových soustav (D.3),
- příprava a manipulace s odlitky (E.2),
- obroušení výronků v dělicí rovině a mezi jádry,
- obroušení hrubého povrchu a penetrace kovu do formovací směsi (E.3),
- přeprava odlitků (D.4),
- transport vratného materiálu (D.5),
- přeprava odlitků k odstranění vad (F.1),
- příprava a manipulace s odlitky (F.2),
- zavaření vad nebo tmelení, jemné broušení (F.3),
- přeprava odlitků po odstranění vad (F.4).

4. Brelamos, s.r.o.

O.7 – O.9 Thrust Bering House 1, 2 a 3

Postup: -odlitky dovezené ze slévárny v normalizovaném stavu s odstraněnými nálitky a vtokovou soustavou, otryskané,

- ruční odstranění zbytků formovací směsi elektrickým kladivem,
- úprava ploch po nálitcích a vtokích do tvaru se neprovádí, odlitek se „hrubuje“,
- odvoz k hrubování a dovoz zpět,
- odstranění vad,
- zavařování odstraněných vad,
- zažehlení a broušení svarů,
- kontrola MT,
- opravy po MT,
- odvoz k žihání na snížení vnitřního pnutí a tryskání,
- dovoz odlitků z TZ a tryskání,
- vizuální kontrola a odstranění případných nedostatků,
- expedice.

O.6, O.10 Guide Bearing House 1 a 2

Postup:- odlitky dovezené ze slévárny v normalizovaném stavu s odstraněnými nálitky a vtokovou soustavou, tryskané,

- ruční odstranění zbytků formovací směsi elektrickým kladivem,
- úprava ploch po nálitcích a vtokích do tvaru pomocí uhlíkové elektrody a stlačeného vzduchu,
- odstranění vad,
- zavařování odstraněných vad,
- zažehlení a broušení svarů,
- kontrola MT,
- opravy po MT,
- odvoz k žihání na snížení vnitřního pnutí a tryskání,
- dovoz odlitků z TZ a tryskání,
- vizuální kontrola a odstranění případných nedostatků,
- expedice.

PŘÍLOHA 2: KOMENTÁŘ K TABULKÁM P2.1-P2.3 „NÁKLADY NA TRYSKACÍ HODINU“

Zadání:

Vytvořit jednoduchý kalkulační vzorec pro výpočet nákladů (provozních) na tryskací hodinu pro libovolné tryskací zařízení.

Pro výpočet je nutno znát pouze výkon turbín a jejich počet. Tyto údaje jsou pro každý tryskač zcela zásadní a je tedy předpoklad, že každý provozovatel stávajícího nebo zamýšleného zařízení bude tyto údaje znát.

Dále je třeba znát cenu el. energie a cenu použitého abraziva.

Úvaha:

Praxe ukázala, že výše nákladů na provoz každého tryskače sestává především z těchto položek:

- náklady na energii
- náklady na abrazivo
- náklady na náhradní díly
- náklady na filtrační patrony

Vyjmenované položky netvoří samozřejmě veškeré náklady, které provoz zařízení zatíží. Skutečné náklady na provoz budou tedy pravděpodobně vyšší, protože níže uvedené koeficienty jsou průměrné a vypočtené hodnoty se navýší o zanedbané položky. Není zahrnuta cena oprav, stlačený vzduch pro oklep patron, náklady na likvidaci odpadu (?) atd.

1) Náklady na energii

Z celé řady nabídek na různé typy tryskačů různých velikostí určených do slévarenských provozů byl porovnáván součet výkonů instalovaných turbín s celkovým instalovaným výkonem. Tedy s výkonem všech instalovaných elektromotorů tryskače včetně filtru. Ukázalo se, že celkový instalovaný výkon se pohybuje v rozmezí 1,2 až 2 násobku instalovaného výkonu turbín. Pro výpočet nákladů na energii byl použit průměr uvedených hodnot 1,6.

2) Náklady na abrazivo

Dle sdělení firmy Konrad Rump je spotřeba abraziva u turbíny s výkonem 11 kW cca 2 kg/hod. Jednoduchým výpočtem tedy vychází hodnota 0,18 kg/hod pro 1 kW. Uvažuje se standardně používané kulaté ocelové abrazivo průměru zrna 1 – 1,6 mm (S 390). Spotřeba abraziva s větší velikostí zrna bude vyšší, protože toto má menší životnost. Např. abrazivo s velikostí zrna 2 – 2,8 mm (S 780) má proti S 390 o 25% nižší životnost. Dále je nutno připomenout, že tato spotřeba platí pro ideální stav. Tedy pro zařízení v dobrém technickém stavu, správně seřízeném a obsluhovaném odpovědnou obsluhou.

Značné zvýšení spotřeby abraziva může způsobit nedokonalá, nebo špatně seřízená recyklace abraziva. Zde je třeba kontrolovat tloušťku závoje a sílu odtahu ve větrném odlučovači.

► malá tloušťka + silný odtahpoužitelné abrazivo je odváděno do filtru....ztráta

► velká tloušťka + slabý odtahprach zůstává v abrazivu ...zvýšené opotřebení hlavně lopatek

Samozřejmostí je magnetický separátor.

Udává se, že 1% písku v abrazivu má za následek o 50% vyšší opotřebení lopatek.

Odpovědná obsluha např. vrací zbytky abraziva z dutin odlitků zpět do tryskače a nevysypává je na zem.

3) Náklady na náhradní díly

Značné zvýšení spotřeby abraziva může způsobit nedokonalá, nebo špatně seřízená recyklace abraziva. Zde je třeba kontrolovat tloušťku závoje a sílu odtahu ve větrném odlučovači.

► malá tloušťka + silný odtahpoužitelné abrazivo je odváděno do filtru....ztráta

► velká tloušťka + slabý odtahprach zůstává v abrazivu ...zvýšené opotřebení hlavně lopatek

Samozřejmostí je magnetický separátor.

Udává se, že 1% písku v abrazivu má za následek o 50% vyšší opotřebení lopatek.

Odpovědná obsluha např. vrací zbytky abraziva z dutin odlitků zpět do tryskače a nevysypává je na zem.

4) Náklady na náhradní díly

U tryskače v dobrém technickém stavu uvažujeme pro zjednodušení pouze opotřebitelné díly turbín. Čas od času je samozřejmě potřeba vyměnit celou řadu dalších dílů, jejich životnost však až na pár výjimek obvykle značně převyšuje jeden rok. Pro výpočet byly použity minimální zaručené trvanlivosti a ceny dílů Konrad Rump.

5) Náklady na filtrační patrony

Filtr je neodmyslitelnou částí každého tryskače, ať už suchý nebo mokrá, určený pouze pro tryskač, nebo filtrační jednotka pro více zařízení – vždy se náklady na filtraci prachu z tryskacího procesu někde projeví. Uvažuje se výměna filtračních patron jednou za rok.

Podobně jako v bodě 1 byl porovnáván počet instalovaných filtračních patron k instalovanému výkonu turbín u různých druhů a velikostí tryskačů.

Byla zjištěna průměrná spotřeba 0,26 filtrační patrony na 1 kW turbíny ročně.

Zpracoval: Ing. Pavel Jelínek,

Tab. P2.2 :Náklady na tryskáč hodinu na jednu turbínu R320 v EUR

název	počet ks v turbíně	životnost/hod	cena ks	cena celkem	náklady na tryskáč hodinu
předurýchlovač	1	1000	118,00	118,00	0,118
usměrňovač	1	1100	129,00	129,00	0,117
vyložení skříně - víko	1	1100	346,00	346,00	0,314
vyložení skříně - čelo	2	1000	202,00	404,00	0,404
lopatka	8	750	20,00	160,00	0,213
Suma				1157,00	1,166
Náklady na tryskáč hodinu na čtyři turbíny R320 v EUR				4628,00	4,664
Náklady na tryskáč hodinu na osm turbín R320 v EUR				9256,00	9,328
Náklady na ND pro 4 turbíny R320					
	160 hod x 12 měs.	1920	x	4,664	8954,88 EUR

Tab.P2.3:Spotřeba abraziva a energie (pouze turbíny)

Množství

výkon turbíny	kg/hod	počet turbín	celkem kg hod.	x16 kč/kg	x8 hod.	x20 dní	x12 měs	Ø 0,18	kg/kW
	abrazvo			kč/hod.	kč/směna	kč/měs.	kč/rok		
11 kW	2	4	8	128,00	1024,00	20480,00	245760,00		
11 kW	2	8	16	256,00	2048,00	40960,00	491520,00		
15 kW	2,5	8	20	320,00	2560,00	51200,00	614400,00		
18,5 kW	3	8	24	384,00	3072,00	61440,00	737280,00		
inst. příkon					kWh směna	kWh měsíc	kWh rok		
11 kW		4	44		352	7040	84480		
11 kW		8	88		704	14080	168960		
15 kW		8	120		960	19200	230400		
18,5 kW		8	148		1184	23680	284160		

1 Náklady na tryskací hodinu z hlediska el. energie
Všechny pohony včetně magnetického separátoru a filtru.

$$1 \text{ kW turbíny} \times 1,2 - 2,0 = \text{celkový instalovaný příkon} \quad \varnothing 1,6$$

2 Náklady na tryskací hodinu z hlediska spotřeby abraziva

$$0,18 \text{ kg/kW} \quad \text{rozumí se výkon instalovaných turbín}$$

3 Náklady na tryskací hodinu z hlediska spotřeby filtračních patron

$$\begin{aligned} &\text{Filtrační patrony} \quad 0,26 \text{ FP} \quad \text{na instalovaný 1 kW turbíny} \\ &\text{Filtrační patrony - výměna min. 1 x ročně, cena cca 76,-EUR/ks, tedy cca 1862,-Kč} \quad : 1920 \times 0,26 = 0,25 \text{Kč/kW/hod} \end{aligned}$$

4 Náklady na tryskací hodinu z hlediska ND turbín

$$\text{cca 1,5EUR, tedy cca 36,-Kč/turbína}$$

Náklady na tryskací hodinu dle 1 - 4

$$N_{th} = x (1,6E + 0,18A + 0,25) + 36n$$

N _{th}	náklady na tryskací hodinu v Kč
x	součet výkonu instalovaných turbín
n	počet turbín
E	cena za kWh v Kč
A	cena za kg abraziva v Kč