

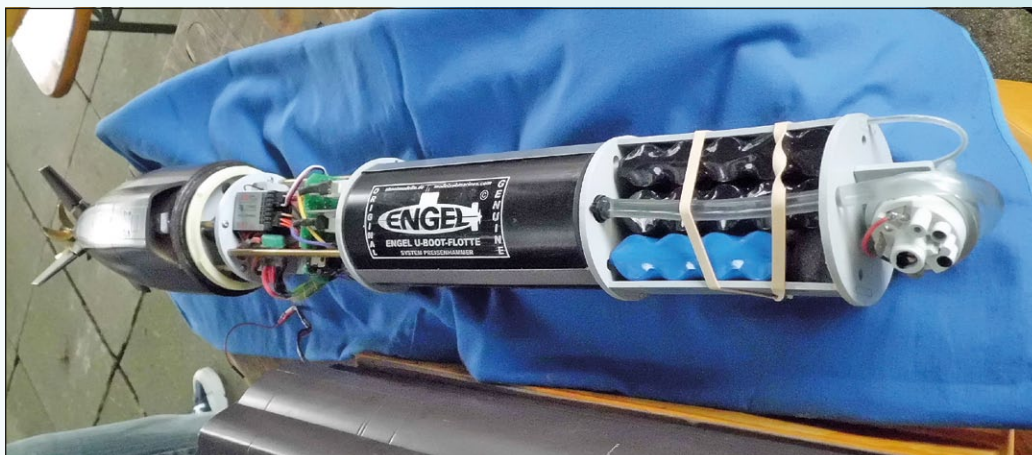
Ponořovací systém s axiálním čerpadlem pro modely ponorek

Petr Jašek

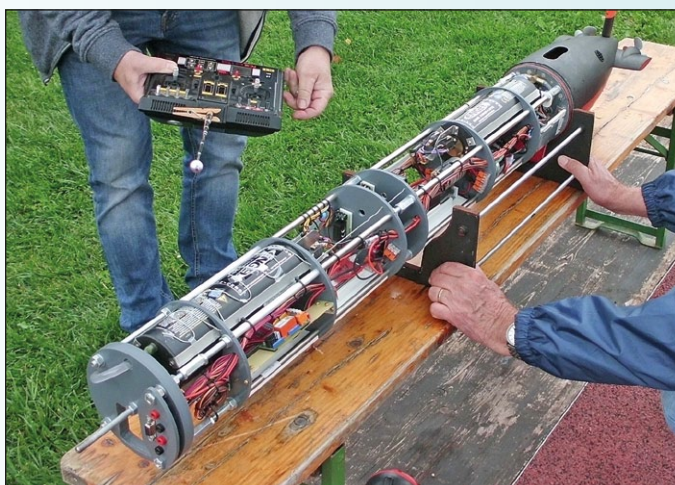
Ani laik většinou nezpochybní tvrzení, že ponorný systém je srdcem ponorky. Díky němu dokáže loď klesnout pod hladinu a opět se vynořit. Zkrátka ponořovací systém dělá ponorku ponorkou.

Ponořovací systémy lze dělit podle principu v podstatě na dvě skupiny – dynamické a statické. Dynamicky se ponorka ponořuje z rozjezdu pomocí hloubkových kormidel či přesouváním zátěže. K tomuto způsobu ponořování můžeme zařadit i různé vrtulové pohony k tomu určené. Dynamicky ponořitelné modely jsou vhodné díky jednodušší konstrukci zejména pro začátečníky, skýtají pěkné poježdění a dá se s nimi užít spousta zábavy. Náročný modelář ovšem touží především po modelu s ponořováním statickým. To znamená zvýšení hmotnosti lodi napuštěním nebo načerpáním vody do nádrží v trupu a jejím opětovným vyčerpáním pro vynoření. I zde je samozřejmě možností více. Prakticky ale můžeme statické systémy dělit na ty s uzavřenými nádržemi, a s nádržemi atmosférickými. Pokud vás napadla otázka, který z těchto dvou systémů je lepší, věřte, že většina skutečných ponorek – od těch historických po nejmodernější podmořské lodě s jaderným pohonem – má na palubě tyto systémy oba. Systém s atmosférickými nádržemi je hlavním ponořovacím systémem a zajišťuje hladinovou nebo podhladinovou plavbu. Naopak systém s uzavřenými nádržemi slouží zejména k vyvažování ponorky pod vodou.

U modelů bývá pro zjednodušení systém jeden, většinou řešený jednou či dvěma pístovými balastními nádržemi. Jak zasvěcení říkají „engelů“, podle názvu firmy, která tato zařízení dodává. Toto řešení patří do kategorie s nádržemi uzavřenými a má své nesporné výhody, ale i pár nevýhod. K výhodám například patří, že lze model pod hladinou vyvážit velmi přesně nebo se ponořovat na místě i řídit rychlost ponořování. Ponorka si může takzvaně sednout na dno a znovu se spolehlivě vynořit. A pokud správně funguje



Pístová balastní nádrž zabírá podstatnou část těsného trupu



Dvě pístové balastní nádrže umístěné v modelu NR1 Christiana Albrechta z Německa

fail-safe, díky „engelům“ ponorka bezpečně vypluje na hladinu při ztrátě signálu. K nevýhodám naopak patří jejich prostorová náročnost, a to nemyslím pouze samotný válec s elektropřevodkou a příslušenstvím. Při návrhu je nutné počítat i s prostorem, do kterého se závitová pístní tyč vysouvá. Dále je lépe osadit model dvojicí těchto nádrží proti sobě, aby bylo zajištěno podélné vyvážení modelu v jakékoli fázi zaplavení. To už vyžaduje model o poměrně velkých rozměrech. Nemluvě o přetlaku vzduchu v těsném trupu závislém na množství načerpávané vody, což vyžaduje pevný plášť, většinou kovová víka a dobré těsnění. Tlak v komoře totiž nezřídka stoupá k jedné atmosféře a s tímto tlakem si musejí i motory „engelů“ poradit.

Když jsem před mnoha léty uvažoval o svém prvním modelu ponorky se statickým ponořova-

Pohon pístové balastní nádrže



ním, neměl jsem o mnoha těchto věcech ani ponětí. Snažil jsem se využít omezených možností, které byly k dispozici, a navrhl jsem pro svůj model U-bootu S.M.U 19 typu UC-1 ponorný systém s atmosférickou balastní nádrží a axiálním čerpadlem (viz článek v RC revue 5/2007). Balastní nádrž byla umístěna ve střední části, mezi vnějším a těsným trupem. Jelikož měly oba trupy kruhový průřez i zhotovení čel z plastové desky bylo jednoduché. Horní část nádrže byla opatřena nástavcem zakončeným odvodušňovací trubicí o průměru 6 mm vedoucí těsně nad palubu velitelské věže. Do dolní části nádrže ústil přívod z čerpadla. Rozhodl jsem se použít čerpadlo axiální, protože je obousměrné,

(Pokračování na str. 58)

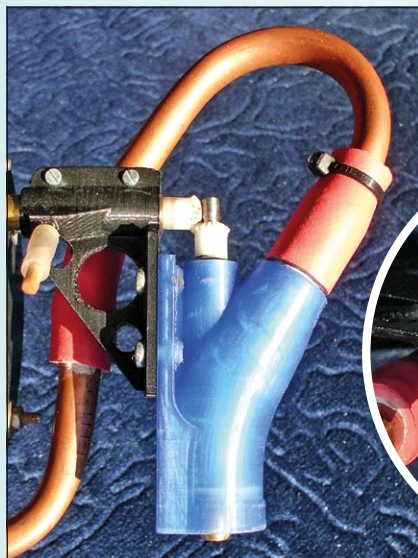


Model ponořovacího systému

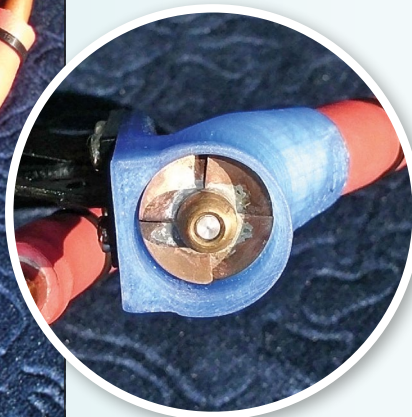
ce nejkratší cestou do balastní nádrže. Protože v tomto uspořádání by se nádrž ihned začala plnit, jakmile by se model dostal na vodu, bylo třeba vymyslet uzavírání systému. Řešením se stala klapka na předním konci trubky. Ta byla otvírána přes táhlo servem umístěným uvnitř těsného trupu za výše zmíněným motorem. Servo opatřené vačkou současně spínalo přes dvojice mikrosplínačů chod motoru vpřed a vzad. Systém pracoval spolehlivě a bez závad. Načerpání nádrže trvalo asi minutu, bylo signalizováno malým vodotryskem nad věží a vyčerpání drobnými bublinami u zaplavovacích otvorů, a pokud byla ponorka u břehu, i zvukem při změně otáček motoru pracujícího naprázdno. Balastní nádrž S.M.U 19 měla objem kolem jednoho litru a odlehčení přibližně o jeden kilogram se zřetelně projevovalo i na hladinové plavbě. Ponorka plula vynořená asi centimetr nad naznačenou čáru ponoru a s lehkým pohupováním dobře zvládala i značné vlny, aniž by se přes palubu přelévala voda. Při dovažování je vždy třeba zachovat malý zbytek vztlaku, aby se ponorka při zastavení vynořila, protože vyčerpávání nádrže je

(Pokračování ze str. 57)

dává dostatečný průtok a především jsem jej dokázal snadno zhotovit z dostupných součástí. Princip axiálního čerpadla je totiž jednoduchý, jde prakticky o vrtuli otáčející se v trubce. Je nutné pouze dbát na to, aby meze- ra mezi listy vrtule a vnitřní stěnou trubky byla co nejmenší, a tak byla zajištěna co nejvyšší účinnost. Použil jsem tenkrát duralovou trubku, v níž se otáčela trojice modelářských ložnicích vrtulí o průměru 30 mm na společném hřídeli. Pouzdro hřídele bylo opatřeno maznicí a vyplněno vazelinou (toto řešení se plně osvědčilo a po-



Axiální čerpadlo, v detailu uložení vrtule spájené z mosazného plechu v jeho tělese z 3D tiskárny

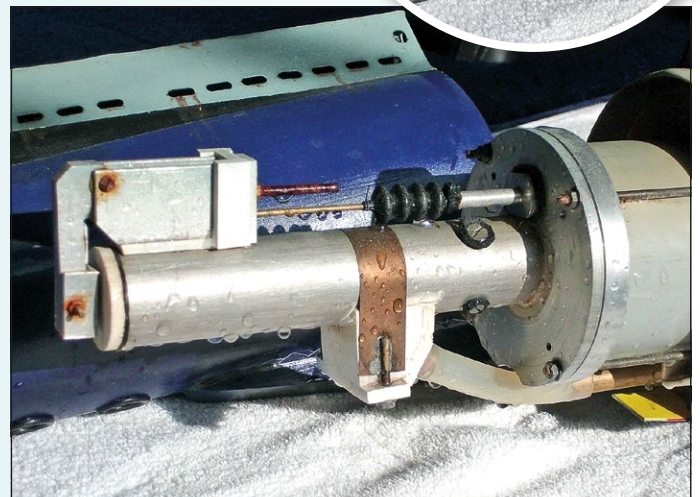
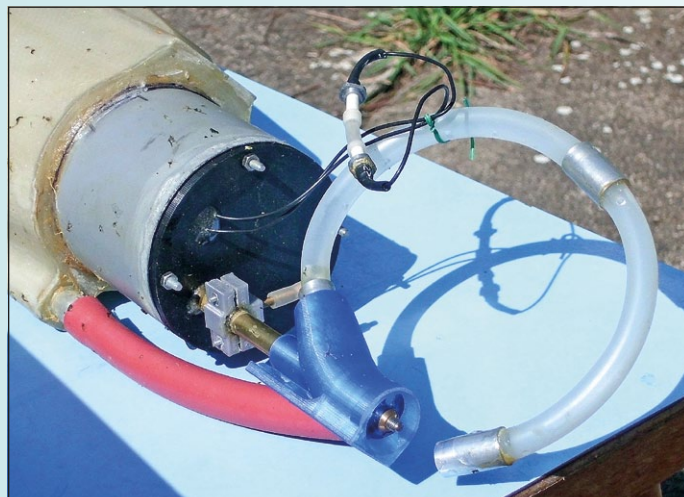


Horizontální uspořádání se ukázalo jako nevhodné kvůli náporovému tlaku vody při jízdě

užívám jej beze změn dodnes). Čerpadlo bylo poháněno přes leteckou předovku 4,3:1 motorem velikosti 380 umístěným v před-

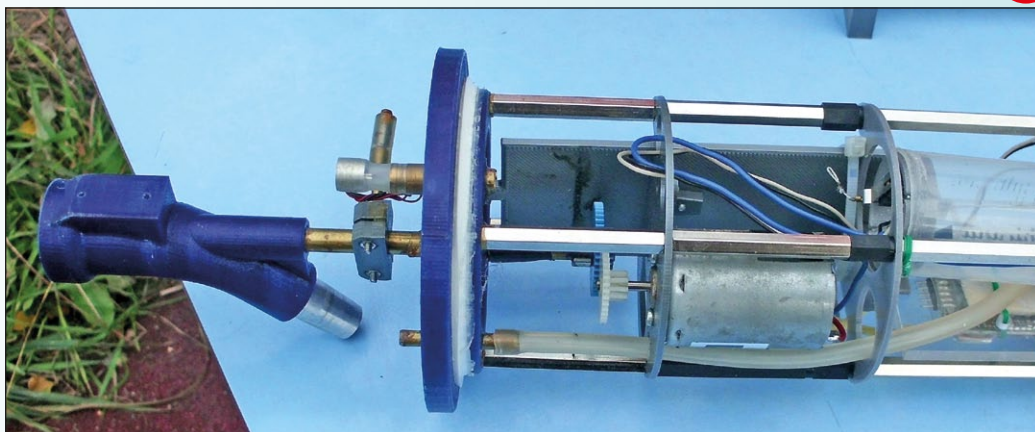
ní části těsného trupu. Duralová trubka byla z boku opatřena vývodem a odtud vedla pryžová potravinářská hadi-

Čerpadlo v ponorce S.M.U. 19. Klapka zavřena a otevřena.

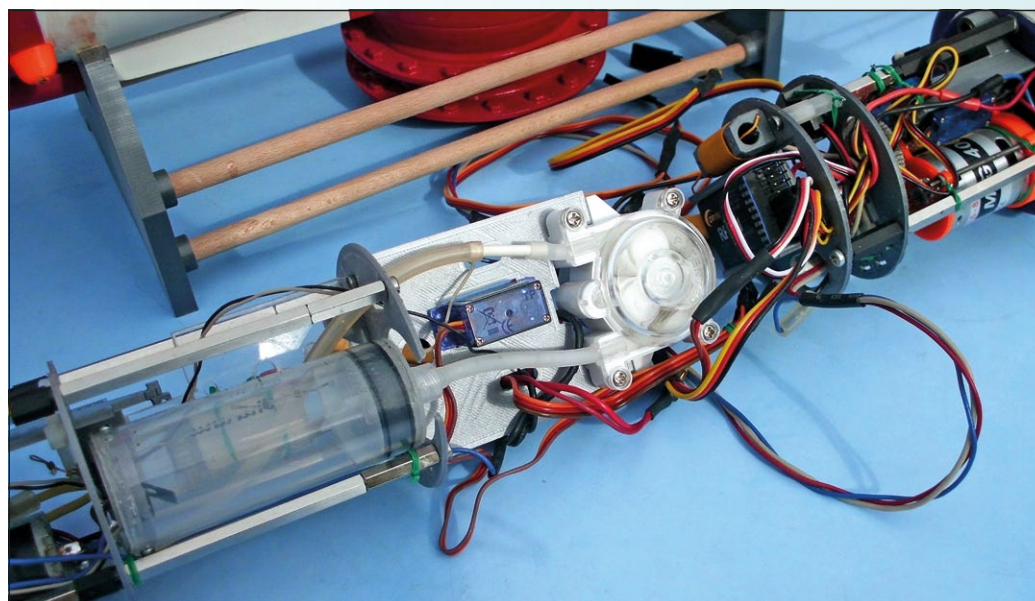


možné jen v případě, když je konec odvodušňovací trubice alespoň v úrovni hladiny. Pouze v případě, že model pouštíte v bazénu, kde nehrozí ztráta signálu, natož ztráta modelu, lze zbytkový vztlak minimalizovat. A pokud je vztlak dostatečně eliminován, lze ponorku ponořit proudem vody tryskajícím z trubice.

Vzpomněl jsem si na toto řešení, když jsem se rozhodoval o ponořovacím systému pro model DSRV – záchranný batyskaf (Deep-submergence rescue vehicle). Mělo jít o model vytištěný z větší



Horizontální uspořádání čerpadla v modelu batyskafu DSRV již bez uzavírací klapky



Vyvažovací systém modelu batyskafu DSRV – peristaltické čerpadlo a nádrž z plastové injekční stříkačky

části na 3D tiskárně a použitelný pro soutěže, proto musel splňovat poměrně přísná kritéria. Být příčně i podélně maximálně stabilní, vyvážitelný tak, aby se

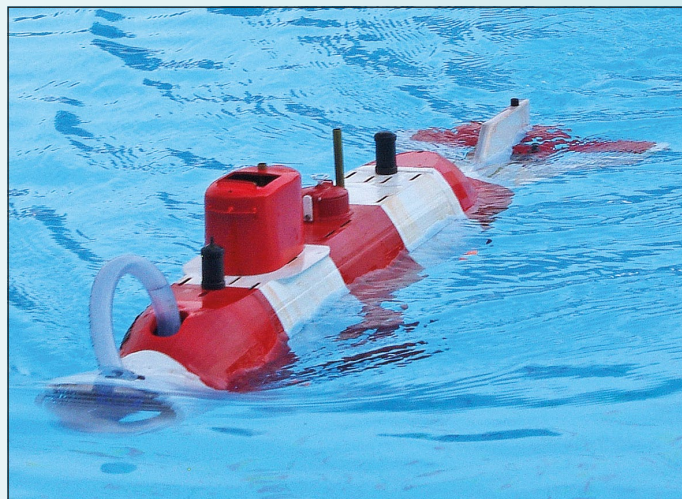
dlouhodobě udržel v nastavené hloubce, aby jeho rádius zatáčení byl co nejmenší, popřípadě se dokázal otočit na místě, a také, aby ponoření a vynoření modelu na

čáru ponoru trvalo pouze několik sekund. A především aby ponorku z vytištěných dílů dokázal sestavit i méně zkušený modelář. Model jsem postavil, ovšem

z očekávaných vlastností jsem příliš nadšený nebyl. Byl sice stabilní, ale na úkor rychlosti, protože těleso přechodové komory na spodku lodi podstatně brzdlilo při plavbě. Vyvažovací nádrž ovládaná peristaltickým čerpadlem se ukázala příliš malá, aby při havárii dokázala ponorku vynořit, a klapka uzavírající hrdlo čerpadla zůstávala častokrát nedověřená, takže při plavbě na hladině bylo nutné stále vyčerpávat vodu. Přemýšlel jsem, jak problém vyřešit a napadlo mě, zbavit se té klapky jednou provždy. Rychle jsem si udělal náčrtek a během dvou dnů postavil model ponořovacího systému, na kterém jsem si chtěl svůj předpoklad ověřit. Klapku jsem nahradil stočenou hadicí, která při vynořeném stavu vyčnívá nad hladinu tak, aby se voda nedostala do balastní nádrže. Prakticky jde o obrácený sifon odpadního potrubí. Opustil jsem řešení s více vrtulemi, které jsem nahradil jednou čtyřlístou

(Pokračování na str. 60)

Na hladině plující model batyskafu DSRV s nepěkně vypadající hadicí na přídi, na snímku vpravo již s vylepšeným ponořovacím systémem





Rozestavěný model ponorky Vesikko se smyčkou hadice umístěnou těsně pod palubním krytem. V detailu smyčka původní plastové hadice.

(Pokračování ze str. 59)

vrtulí s velmi nízkým stoupáním (0,3–0,5), kterou jsem zhotovil z mosazné tyče a měděného plechu. Průměr vrtule jsem zmenšil na 16mm. Díky 3D tisku se také těleso čerpadla zmenšilo a dostalo efektivnější tvar. Motor jsem opatřil převodovkou 2:1. Hned první zkoušky předčily očekávání. Zhruba půllitrovou balastní



Vertikální uspořádání čerpadla ponorky Vesikko s měděným potrubím

Detail nástavce laminátové balastní nádrže ponorky Vesikko s odvzdušňovací trubicí



Vyústění odvzdušňovací trubice se nachází na věži ponorky hned vedle makety útočného periskopu



nádrž obepínající těsný trup bylo možné načerpat nebo vyčerpat za pouhých pět sekund oproti dřívějším třiceti. Ihned jsem se pustil do přestavby DSRV. To vyžadovalo udělat do horní části příďového úseku dva velké otvory a jimi protáhnout hadici, která si ce modelu na vzhledu příliš nepřidala, ale fungovalo to.

K návrhu modelu ponorky Vesikko mě vedla všeobecná obliba U-bootu typu VII. od firmy Robbe. Nicméně stavebnice se již nevyrábí a také jde o model poměrně velký, hmotný a náročný na manipulaci, na což si pravidelně stěžují zejména starší modeláři, když mají ponorku plnou vody vytáhnout z bazény. Napadlo mě tedy postavit model její menší sestry, typu II. ve stejném měřítku 1:40. Oba typy, jak II., tak VII. a dokonce i oceánský typ IX. měly svůj předobraz právě v ponorce Vesikko, kterou Němci postavili mezi válkami pro Finsko jako prototyp. (Tento malý ponorný člun zůstal zachován jako muzeální exponát v ostrovní pevnosti Suomenlinna v Helsinkách a v rámci prohlídky se do něj lze podívat.)

Při konstrukci ponorky jsem měl v ponořovacím systému jasno, ale i zde jsem se zpočátku dopouštěl chyb. Jednak jsem čerpadlo umístil v prostoru přídě opět horizontálně, abych se vyhnul převodu s kuželovými koly. Co se stalo? Ponorka Vesikko, stejně jako všechny U-booty typu II., měla na přídi tři torpédometry. Uzavírání horní dvojice je zřetelné, u spodního je však skryto hlouběji v trupu, patrný je tedy pouze otvor na spodku lodí. Vyvrtal jsem proto otvor, ale nezáslepil,

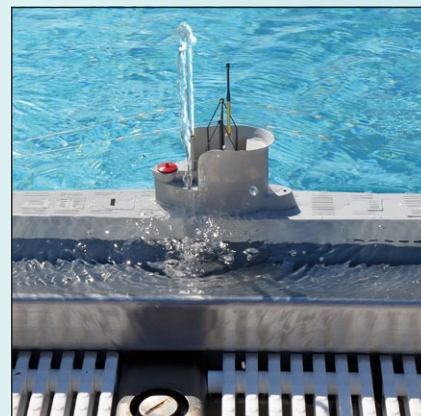
a při jízdě voda proudila náporovým tlakem otevřeným torpédometem přímo do hrdla čerpadla a přelévala se potrubím do nádrže. I plastová hadice, která se mi původně líbila díky malé tloušťce stěny, optimální světlosti a nízké hmotnosti, se ukázala nevhodná. Byla příliš tuhá a špatně tvarovatelná i za tepla. Pustil jsem se opět do přestavby. Použil jsem vertikální uspořádání čerpadla s kuželovým převodem jako předtím na modelu ponořovacího



Vesikko po vyčerpání balastní nádrže o objemu zhruba půl litru



Vlevo – načerpání nádrže signalizuje proud vody nad věží. Vpravo – po nacerpání nádrže trvá ještě několik sekund plné zaplavení trupu ponorky otvory na spodku a na bocích lodi.



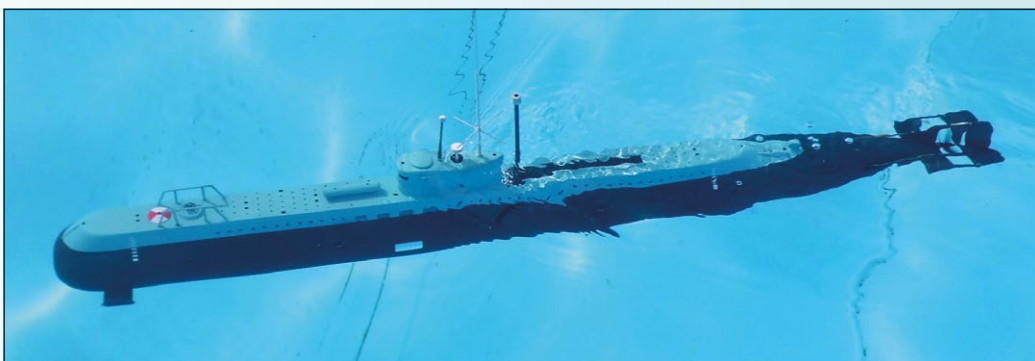
systému, zaslepil otvor torpédometu v přídi a také nahradil zdroj. Vyměnil jsem dvoučlámkovou Li-pol baterii za tříčlánek, čímž se zvedl výkon a otáčky motoru čerpadla. Od kolegy jsem dostal několik kusů instalační měděné trubky (průměr 10mm) a soused mi půjčil kleště na jejich ohýbání. Do půl hodiny jsem měl nové potrubí, sice hmotnější, ale lépe a účelněji vytvarované.

Těšil jsem se, až budu moci v Bratislavě v rámci ložské Subregatty uskutečnit další

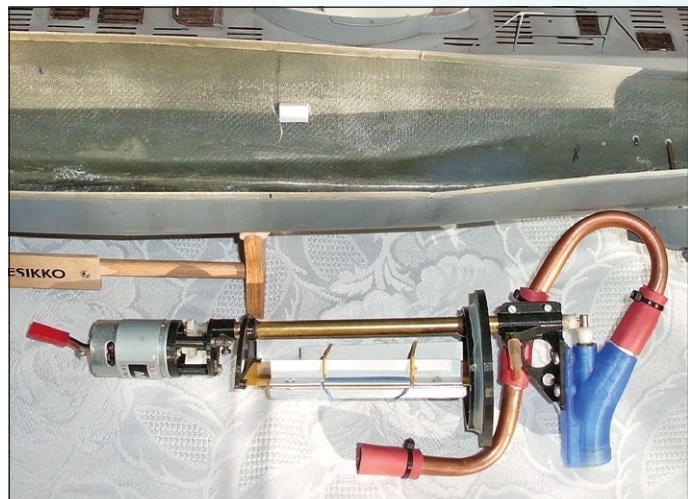
zkoušky. Hned první okamžiky ukázaly, že se práce vyplatila. Ponorka je stabilnější, do balastní nádrže již nezateká ani při rychlé jízdě a doba ponoření (vynoření) modelu je kolem sedmi sekund. Tlak čerpa-

a odladil, se hodí především pro středně velké modely ponorek přibližně o délce jednoho metru.

Díky malé pístové balastní nádrži lze model vyvážit v periskopové hloubce – ponorka Ghadir autora článku



Detail motoru s převodovkou a pouzdra pohonného hřídele procházejícího předním víkem ponorky Vesikko



dla je dostatečný, aby proud vody z odzdušňovací trubky ponořil ponorku na místě. Vodotrysk do téměř metrové výšky nad věží při ponořování sice působí nemaketově, ale tomu se dá zabránit buď vhodně tvarovaným nástavcem na trubici, nebo jejím vyústěním do prostoru věže, pokud oželíme dynamický účinek proudu vody na ponořování.

Ponořovací systém s axiálním čerpadlem vyniká zejména jednoduchostí, především v horizontálním uspořádání, a velkým průtokem vody, takže ponořování modelu je rychlé a divácky atraktivnější než pozvolné klesání trávající dlouhou dobu, byť je v mnoha ohledech méně maketové. Systém, jak jsem jej navrhl

Předpokládám, že by byl vhodný ve větší verzi s výkonnějším motorem i pro velké modely, kde se dá vhodně doplnit vyvažovacím systémem, který jsem použil pro DSRV, ovšem s větším objemem nádrže. Protože balastní nádrž se zaplavuje rychleji než objem trupu, přemýšlím do budoucna o úpravě vtokových otvorů tak, aby se ponorka ponořovala i vynořovala přídi napřed, tedy aby se prostor příde zaplavoval rychleji než zád' a naopak, aby z něj také voda rychleji vytékala.

Pokud se některý ze začínajících nebo i zkušených modelářů rozhodne na základě tohoto článku použít pro svoji ponorku systém s axiálním čerpadlem, rád se podělím o další zkušenosti.