

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV MATERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Diagnostika armatur na ETE metodou momentových křivek

Autor: Lukáš Novotný

Studijní program: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Jan Kanaval, Ph.D.

Konzultant: Ing. Tomáš Konvička

PRAHA 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Novotný** Jméno: **Lukáš** Osobní číslo: **466719**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav konstruování a částí strojů**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Diagnostika armatur na JE Temelín metodou momentových křivek

Název bakalářské práce anglicky:

Diagnostic of Motor Operated Valves by Using Torque Curves at the Temelín NPP

Pokyny pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou armatur využívaných v klasické i jaderné energetice
2. Seznamte se se způsoby (metodami) jejich provozní údržby, kontroly a diagnostiky.
3. Vypracujte návrh na zlepšení diagnostiky včetně metodických pokynů.
4. Proveďte analýzu současného stavu diagnostiky armatur dle výkonových křivek na JE Temelín.

Seznam doporučené literatury:

ŠVEC, V. Části a mechanismy strojů. Spojce a části spojovací. Praha: ČVUT, 2008.
BOLEK, A.; KOCHMAN, J. a kol. Části strojů. 2. svazek. 5. vyd. Praha: SNTL, 1989.
URL: www.mostro.cz

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Jan Kanaval, Ph.D., ústav konstruování a částí strojů FS

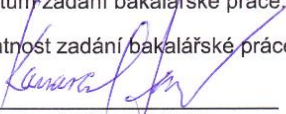
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:


Ing. Tomáš Konvička, ČEZ, a.s.

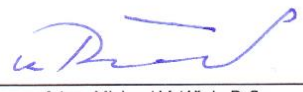
Datum zadání bakalářské práce: **09.04.2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **10.06.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **12.12.2019**

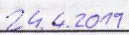

Ing. Jan Kanaval, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

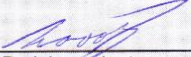

Ing. František Lopot, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.


24.6.2019
Datum převzetí zadání


Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářkou práci *Diagnostika armatur na ETE metodou momentových křivek* vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Jana Kanavala, Ph.D. a Ing. Tomáše Konvičky s využitím použité literatury uvedené ve zdrojích.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Kanavalovi, Ph.D., za jeho ochotu, čas, trpělivost a vedení při vypracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Tomáši Konvičkovi a Ing. Marku Postlerovi za konzultace ze strany společností ČEZ, a.s. a ÚJV Řež, a.s.

Anotace

Předkládaná bakalářská práce vznikla ve spolupráci se společností ČEZ, a.s. za účelem analýzy zahraničních diagnostických trendů s následným návrhem nové metody pro diagnostiku armatur v Jaderné elektrárně Temelín. Teoretická část je věnována vývoji energetiky v České republice se zobrazením výhod výstavby jaderných elektráren včetně popisu používané technologie v jednotlivých částech elektrárny. Následně je zaměřena na rozdělení armatur podle funkce, uzavíracího členu a způsobu ovládání. Pro tyto armatury jsou popsány možnosti diagnostiky s návrhem nové metody založené na kontrole momentových křivek. Praktická část je zaměřena na metody používané v současné době na Jaderné elektrárně Temelín za účelem znázornění výhod používání diagnostiky především z hlediska bezpečnosti a ekonomiky provozu.

Klíčová slova

Jaderná elektrárna Temelín, armatura, diagnostika, metoda momentových křivek, servopohon.

Annotation

Submitted bachelor thesis was created in cooperation with company ČEZ, a.s. for the purpose of analyzing foreign diagnostic trends with the subsequent proposal of a new method for valve diagnostics at the Temelín nuclear power plant. The theoretical part is devoted to the development of energetics in the Czech Republic, showing the advantages of nuclear power plant construction, including a description of the technology used in individual parts of the power plant. Subsequently, it is focused on the distribution of valves according to function, closing part and method of control. For these valves there are described the possibilities of diagnostics with the proposal of a new method based on the control of the torque curves. The practical part is focused on the methods currently used at the Temelín nuclear power plant in order to illustrate the advantages of using diagnostics mainly in terms of safety and economy.

Keywords

Temelín nuclear power plant, valve, diagnostics, torque curves method, actuator.

Obsah

Seznam použitých symbolů	8
Úvod.....	9
Teoretická část	10
1 Energetika v České republice	10
2 Jaderná elektrárna Temelín	14
2.1 Primární část	15
2.2 Sekundární část	17
2.3 Elektrická část.....	20
3 Armatury.....	23
3.1 Rozdělení armatur podle funkce.....	23
3.2 Rozdělení podle uzavíracího členu.....	26
3.3 Rozdělení podle způsobu ovládání.....	28
4 Diagnostika	30
4.1 Obecné typy diagnostik.....	30
5 Návrh nové diagnostické metody	33
5.1 Metodické pokyny pro měření.....	36
Praktická část	39
Závěr	55
Použitá literatura	57
Seznam obrázků.....	60
Seznam tabulek.....	61
Přílohy	62

Seznam použitých symbolů

Zkratka	Význam
°C	Stupně Celsia
DGS	Dieselgenerátorová stanice
EPRI	Electric Power Research Institute
ERÚ	Energetický regulační úřad
ETE	Jaderná elektrárna Temelín
GWh	Gigawatt hodina
HVB	Hlavní výrobní bloky
kV	Kilovolt
MPa	Megapascal
MW _e	Megawatt elektrických
MW _t	Megawatt tepelných
NT	Nízkotlaký
PG	Parogenerátor
s	Sekunda
SRDGS	Společná a rezervní dieselgenerátorová stanice
SW	Software
VVER	Vodo-vodní energetický reaktor
VT	Vysokotlaký
235U	Izotop uranu

Úvod

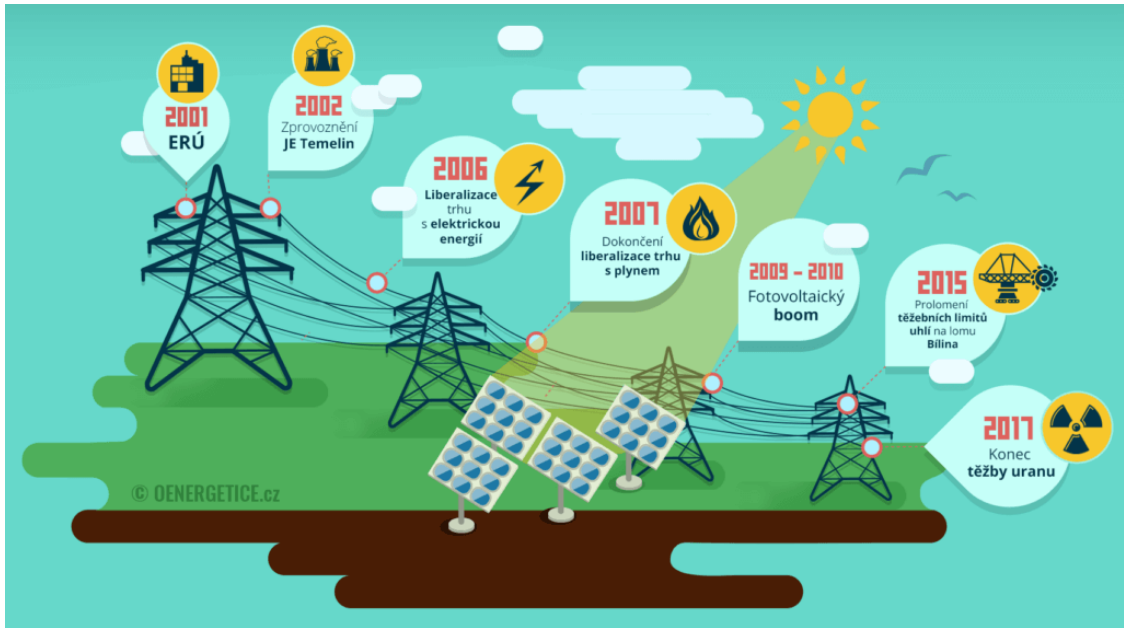
Jaderné elektrárny jsou specifická zařízení upřednostňující bezpečnostní opatření před ekonomickou výnosností. Pro dosažení požadované bezpečnosti je důležitá znalost zařízení již při samotném návrhu včetně požadovaného nastavení organizačních opatření a postupů pro predikci vad zařízení i chyb personálu jej obsluhujících. V bakalářské práci *Diagnostika armatur na ETE metodou momentových křivek* se nejprve zabývám popisem primární, sekundární a elektrické části elektrárny Temelín za účelem poznání technologie a požadavků na jednotlivé zařízení. Z těchto zařízení je věnována pozornost především jednotlivým typům armatur, které se v elektrárně používají za účelem regulace proudících médií. Aby byla zajištěna správná funkce pomocí armatur, je potřeba příslušné armatury kontrolovat a provádět diagnostická měření. Diagnostická měření lze provádět mnoha způsoby, které jsou odvozovány od požadavků na funkci armatury. V této práci se zaměřuji na zvažované diagnostické postupy pro české i slovenské jaderné elektrárny. Hlavním cílem práce je navržení nového diagnostického postupu využívajícího metody hodnocení momentových křivek. Tato metoda je inspirována zahraničními subjekty a při správné aplikaci poskytuje obsluze údaje sloužící ke zjištění okamžitého stavu i trendování dlouhodobého vývoje opotřebení používaných armatur. Praktická část je zaměřena na popis použití diagnostiky v provozu Jaderné elektrárny Temelín, kde je ve většině případů zjištěna vada právě pomocí diagnostického softwaru a pověřeného diagnostika.

Teoretická část

1 Energetika v České republice

Energetika prodělala v České republice od počátku nového tisíciletí řadu významných změn. První z nich byl vznik Energetického regulačního úřadu (ERÚ) 1. ledna 2001. ERÚ byl vytvořen za účelem regulace cen, podpory obnovitelných a druhotných zdrojů, chránění spotřebitelů a dohledu nad energetickými trhy. Na konci roku 2000 byl zahájen zkušební provoz prvního bloku Jaderné elektrárny Temelín (ETE) a o dva roky později došlo ke spuštění druhého výrobního bloku. Současně se zahájením provozu ETE docházelo k postupnému otevírání trhu s elektrickou energií a plynem, které umožňovalo odběratelům vlastní výběr dodavatele. Jako první byl otevřen trh s elektrickou energií pro velké odběratele. Celková liberalizace trhu byla dokončena v roce 2007 zpřístupněním výběru dodavatele plynu pro domácnosti. [1]

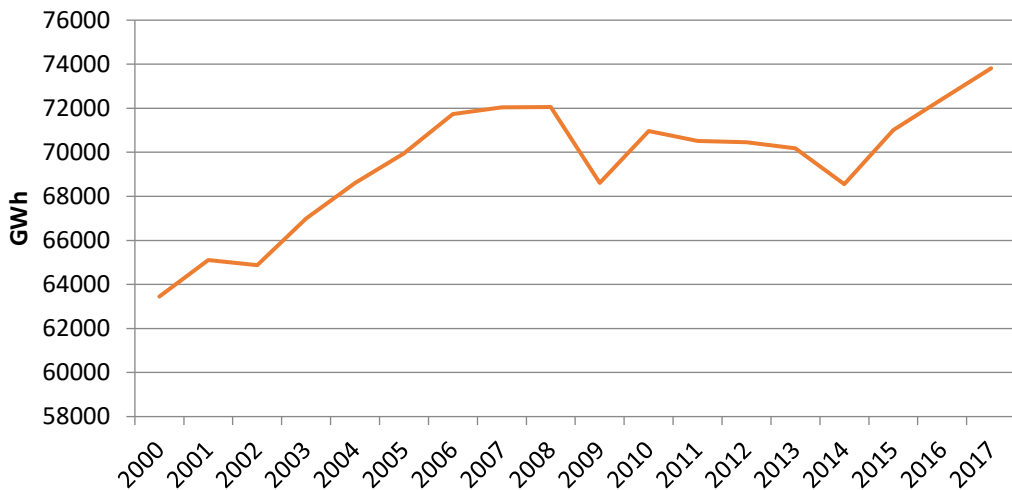
Rok 2009 byl velice významný pro energetický sektor. Z důvodu podpory obnovitelných zdrojů energie v Evropské unii musí Česká republika do roku 2020 zajistit výrobu elektrické energie pomocí obnovitelných zdrojů alespoň ze 13 %. Tento závazek společně s vysokými výkupními cenami způsobil rychlé rozšíření solárních elektráren. V roce 2015 se diskutovalo o prolomení těžebních limitů vytvořených 30. října 1991. Ty zajišťovaly ochranu přírody, měst, obcí a infrastruktury v okolí uhelných elektráren. Z důvodu zachování vysoké energetické soběstačnosti České republiky bylo rozhodnuto o posunutí limitů těžebních území na hranici minimálně 500 metrů od obce. Problematikou těžby se česká vláda zaobírala i o dva roky později, kdy došlo k ukončení komerční těžby uranu na území České republiky. [1]



Obrázek 1: Vývoj energetiky v ČR [1]

Změny provedené od roku 2000 jsou spojeny se stále se zvyšující spotřebou elektrické energie. Ta od začátku tisíciletí stoupá a v roce 2017 byla hrubá spotřeba elektrické energie v České republice 73 814 GWh. [2]

Spotřeba hrubé elektrické energie v ČR

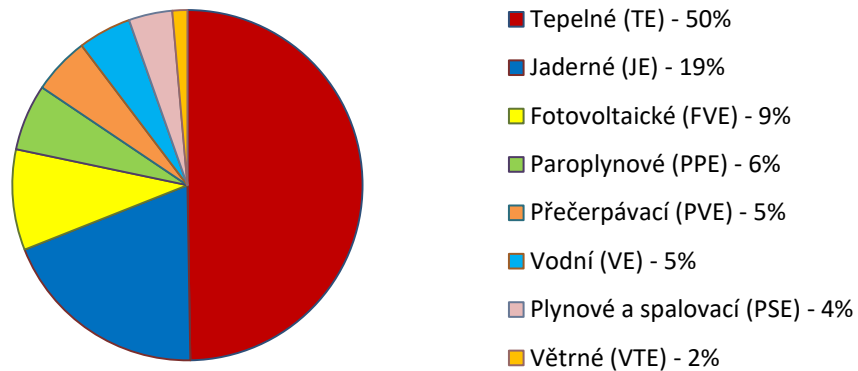


Obrázek 2: Graf změny spotřeby elektrické energie v závislosti na čase [3]

Postupným vývojem technologií a budováním nových elektráren se Česká republika posunula od podnikových elektráren, používaných v období první republiky, k diversifikovanému energetickému mixu. Energetický mix se každoročně vyvíjí z důvodu modernizace a změn elektráren. Například v roce 2017 měly nejvyšší

instalovaný výkon 11 075 MW_e tepelné elektrárny (TE) a tvořily tak 50 % celkového instalovaného výkonu elektráren České republiky. [2]

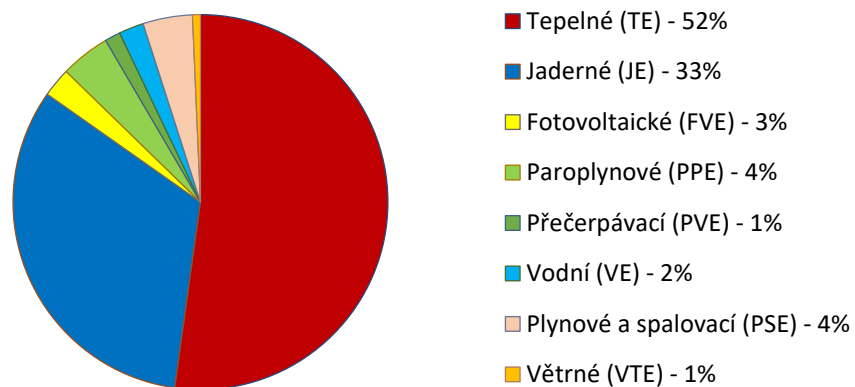
Podíl instalovaného výkonu ČR 2017



Obrázek 3: Graf instalovaného výkonu českých elektráren v roce 2017 [2]

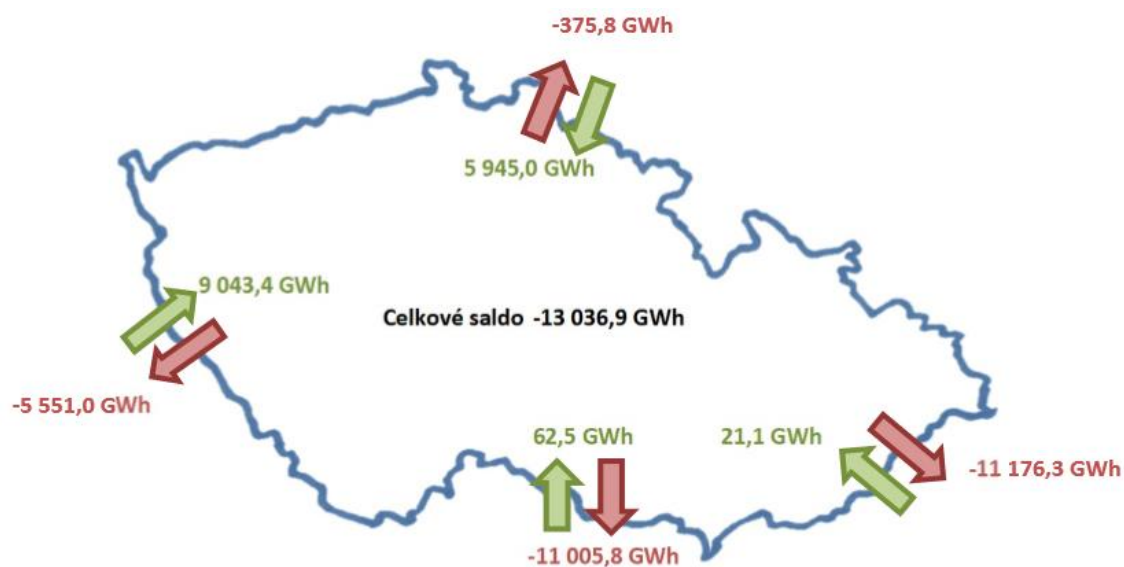
Podíl instalovaného výkonu elektráren není odpovídající podílu na konečné výrobě elektrické energie. Rozdíly v konečné výrobě jsou způsobeny nutností působení přírodních vlivů jako je sluneční záření, proudění větru nebo množství vody protékající v řekách. Výkyvy výroby způsobené přírodními vlivy je možné poměrně přesně předpovídat s využitím zkušeností získaných z předešlých let. Kompenzace elektráren obnovitelných zdrojů je prováděna úpravou výkonu parních a paroplynových elektráren. Například fotovoltaické elektrárny se v roce 2017 podílely na výrobě pouze 3 % elektrické energie při podílu 9 % instalovaného výkonu. Celkově se v České republice za rok 2017 vyrobilo 87 037 GWh. [2]

Hrubá výroba elektřiny ČR 2017



Obrázek 4: Graf vyrobené elektřiny v jednotlivých typech českých elektráren v roce 2017 [2]

I přes nutnost regulace výkonu elektráren z důvodu obnovitelných zdrojů bylo v České republice v roce 2017 vyrobeno nadbytečných 13 037 GWh. Nadbytek byl použit ke stabilizaci a regulování elektrické sítě ostatních států střední Evropy, které spolu vzájemně interagují. Nejvýznamnější odběratelé přebytečné energie z českých elektráren jsou Slovensko a Rakousko. [2]



Obrázek 5: Interakce sítí ve střední Evropě [2]

2 Jaderná elektrárna Temelín

Plánování jaderné elektrárny Temelín začalo roku 1980 podepsáním dohody o spolupráci při výstavbě se SSSR. Dohoda pojednávala o vytvoření jaderné elektrárny o instalovaném výkonu 4 x 1000 MW_e. Rok poté byly zahájeny projektové práce a výstavba elektrárny začala v únoru 1987. Umístění elektrárny ovlivňovalo mnoho faktorů, mezi které patřily především dostatečný vodní zdroj, hustota osídlení, spotřeba elektrické energie v oblasti nebo geologické a meteorologické podmínky. Tato kritéria splňovalo v Československu sedm lokalit, ze kterých se vybrala oblast dvacet dva kilometrů od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou vymezená obcemi Březí a Temelín (obrázek 6). V průběhu stavebních prací se z politických důvodů snížil plánovaný počet bloků ze čtyř na dva. Současně došlo k podepsání dohody s firmou Westinghouse (USA) o dodávce přístrojové a řídicí techniky a jaderného paliva pro ETE. V roce 2001 byl poprvé spuštěn 1. výrobní blok a v roce 2004 se zahájil komerční provoz. [4; 5]



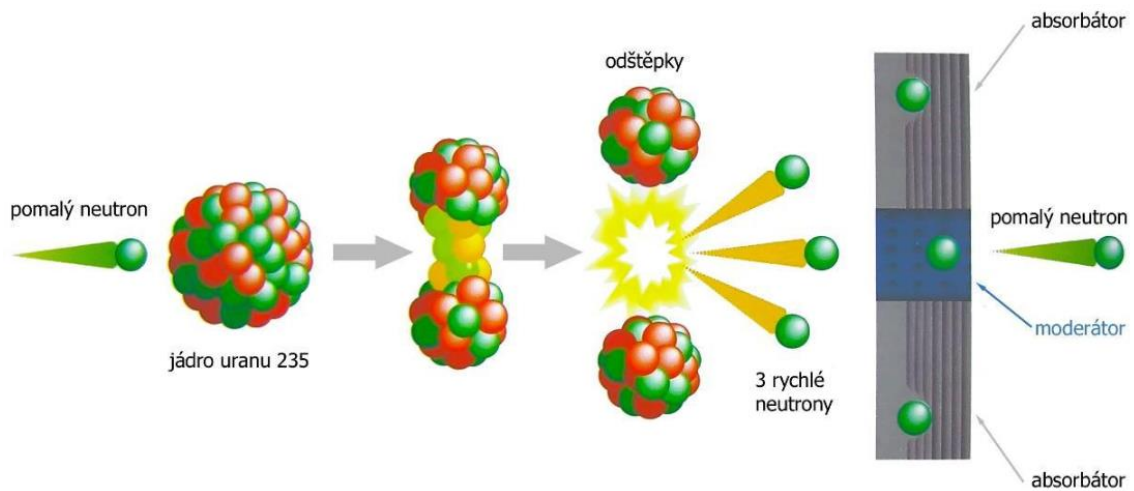
Obrázek 6: Umístění elektrárny Temelín [4]

Důvodem výstavby jaderné elektrárny Temelín byla potřeba energetického zdroje pro výrobu elektrické i tepelné energie. Výměňkové stanice zajišťují vytápění města Týn nad Vltavou, ke kterému se v brzké době přidají i České Budějovice, a zároveň dodávají teplo pro účely vlastní potřeby elektrárny. V současné době dodává až 70 MW_t mimo areál elektrárny. [4; 5]

Výroba elektrické i tepelné energie je zajištěna níže uvedenými technologiemi reaktorového bloku:

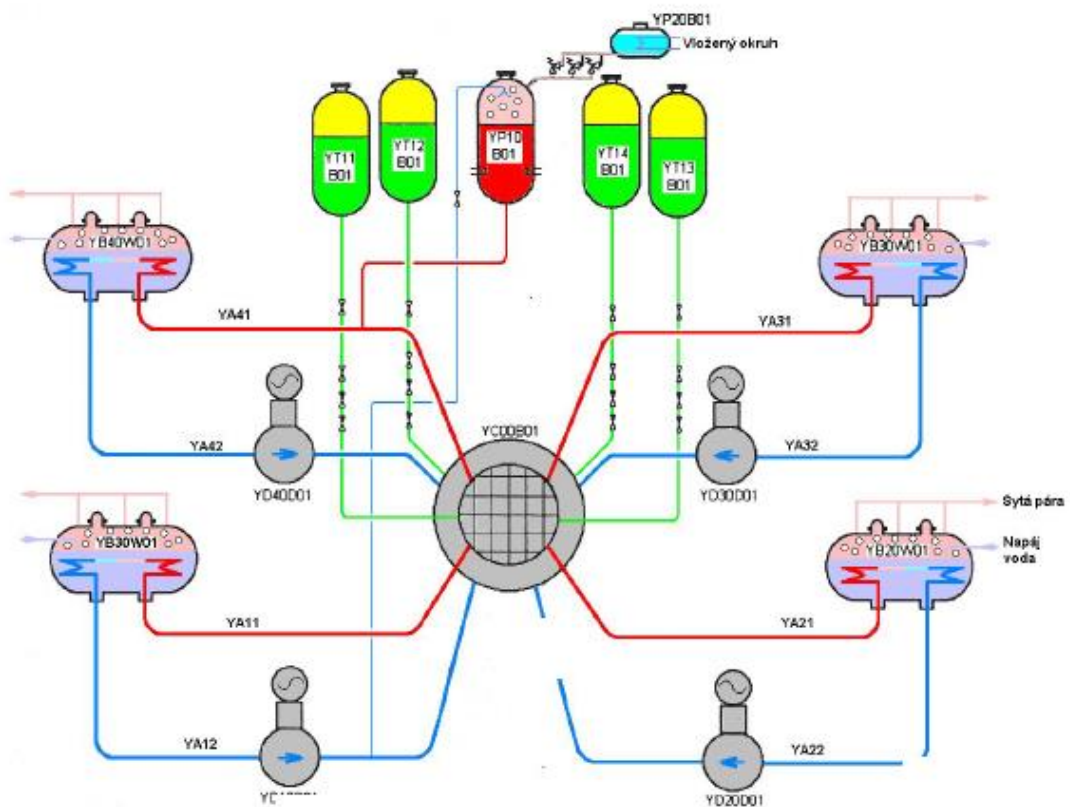
2.1 Primární část

Základním prvkem primárního okruhu jaderné elektrárny je tlakovodní tepelný heterogenní reaktor typu V-320 VVER 1000. Reaktor se nachází v hlavním výrobním bloku, který je z důvodu bezpečnosti uzavřen v ochranné hermetické obálce zvané kontejnment. Výroba energie zde probíhá pomocí štěpné reakce. Štěpná jaderná reakce je jaderná reakce, při níž dochází k rozbití jádra nestabilního atomu vniknutím libovolné cizí částice (většinou neutronu) za vzniku energie. Ke štěpné jaderné reakci dochází u těžkých atomových jader (např. ²³⁵U) při jejich ostřelování neutrony. Při rozštěpení jádra uranu se rovněž uvolní dva až tři okamžité (rychlé) neutrony. Tyto neutrony mají většinou vysokou kinetickou energii. Aby se zvýšila pravděpodobnost štěpení dalšího jádra ²³⁵U, musíme tyto neutrony zpomalit – moderovat. Zpomalování rychlých neutronů probíhá pomocí moderátoru, kterým je v tomto případě demineralizovaná voda s případnými chemickými reagenty (H₃BO₃, KOH, NH₃, N₂H₄). Současně se štěpná reakce řídí změnou koncentrace kyseliny borité v moderátoru, zpětnovazebnými výkonovými efekty reaktivity, nebo mohou být využity regulační tyče – klastry, které slouží k okamžitým změnám hustoty neutronového toku a případnému zastavení štěpné reakce. [6]



Obrázek 7: Řízená štěpná reakce v jaderném reaktoru [7]

Uvolněná kinetická energie štěpných trosk je předávána do chladiva ve formě tepelné energie. Chladivo vstupuje přes hlavní cirkulační potrubí do parogenerátoru při teplotě 320 °C. Parogenerátor (PG) je uzavřený tepelný výměník a probíhá v něm předání tepla chladiva z primární části za vzniku syté páry v části sekundární. Ochlazené chladivo primárního okruhu opouští PG při teplotě 290 °C a pomocí hlavních cirkulačních čerpadel se vrací zpět do reaktoru. [6]



Obrázek 8: Základní schéma primárního okruhu JE VVER 1000 [6]

Bezpečnostní systémy primární části rozdělujeme na aktivní a pasivní havarijní systémy. Jako první se spouští aktivní havarijní systémy. V závislosti na případném poškození technologie (a vnosu kladné reaktivity) dojde ke spuštění příslušného bezpečnostního systému. Jednotlivé bezpečnostní systémy se pak dokáží prosadit podle tlaku v primárním okruhu a začít do primárního okruhu vnášet zápornou reaktivitu. Za nejvyššího tlaku až 20 MPa pracují systémy vysokotlakého havarijního vstřikování (TQ14, 24, 34), které doplňují roztok kyseliny borité do primárního okruhu. Při tlaku až 9,8 MPa zapůsobí systém vysokotlakého havarijního doplňování (TQ13, 23, 33). Systém normálního a havarijního dochlazování (TQ12, 22, 32 a TQ40) se používá od tlaku 2,1 MPa a zajišťuje odvod zbytkového tepelného výkonu z aktivní zóny. Ke snížení tlaku v hermeticky uzavřené zóně kontejnmentu slouží sprchový havarijní systém (TQ11, 21, 31). [8]

Při tlaku 6,3 MPa se prosadí pasivní havarijní bezpečnostní systém – hydroakumulátory (systém YT). Hydroakumulátory (4x60 m³) by v případě havárie zaplavily aktivní zónu reaktoru roztokem kyseliny borité o odstavné koncentraci. K pasivnímu bezpečnostnímu systému se také řadí rekombinátory vodíku, k jehož produkci může v případě havárie dojít. [8]

2.2 Sekundární část

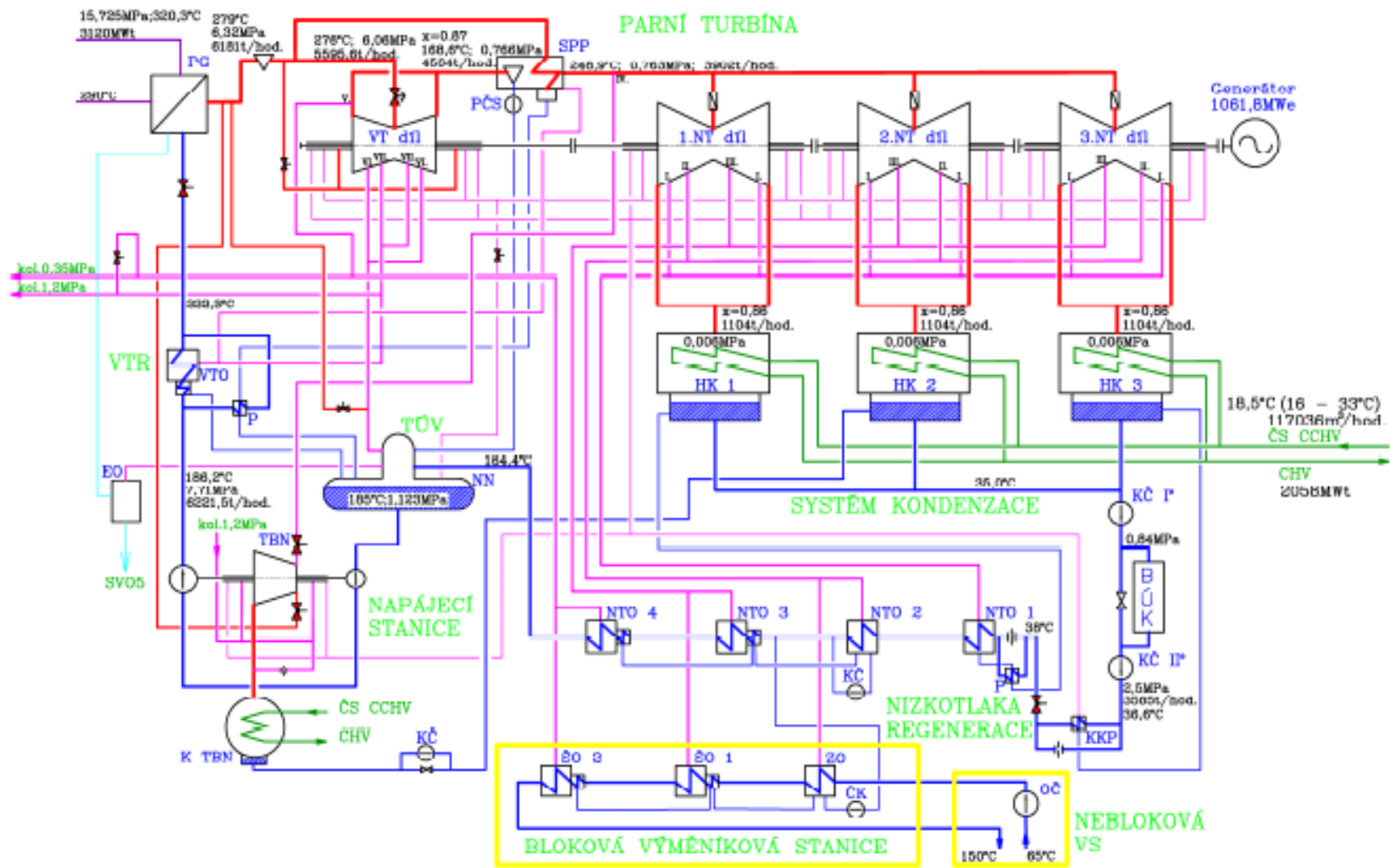
Sekundární okruh jaderné elektrárny zajišťuje především přeměnu přiváděné tepelné energie z primárního okruhu na energii mechanickou a následně energii elektrickou. Kromě toho systémy sekundární části přispívají k co nejvyšší ekonomičnosti a bezpečnosti elektrárny, a nejen z těchto důvodů jsou tvořeny rozsáhlým souborem technologických systémů. [9]

Sytá pára je odváděná z primární části do sekundární přes parogenerátor při tlaku 6,22 MPa a teplotě 278 °C a následně je přiváděna rozvody ostré páry k parní turbíně. Část páry je z tohoto potrubí odváděna pro technologické účely, například na

přihřívání páry před vstupem do nízkotlaké části parní turbíny. Pára o tlaku 6,05 MPa a teplotě 276 °C proudí do vysokotlakého dílu turbíny, kde expanduje a dochází k přeměně tepelné energie na mechanickou. [9]

Na výstupu z vysokotlakého dílu turbíny má pára tlak 0,727 MPa, teplotu 166,5 °C a vlhkost přibližně 14 %. Za účelem snížení vlhkosti se pára přivádí do systému separace a přihřívání. V systému separace a přihřívání se zbavíme vzniklé vlhkosti a páru přihřejeme na parametry 245 °C, 0,727 MPa. Odtud pára putuje na tři nízkotlaké díly turbíny. Směs mokré páry pokračuje do hlavních kondenzátorů, kde dochází ke změně skupenství z plynného na kapalné (kondenzaci). Nízko potenciální tepelná energie je odváděna pomocí okruhu cirkulační chladící vody do chladících věží a dochází ke kondenzaci. Kondenzát stéká do sběračů, ze kterých je pomocí kondenzátních čerpadel odváděn na nízkotlaké regenerace (NT), případně do blokové úpravny kondenzátu. NT regenerace je tvořena třemi paralelními větvemi se čtyřmi nízkotlakými ohříváky napájenými parou z neregulovaných odběrů parní turbíny. [9]

Dále je kondenzát dodáván do systému tepelné úpravy vody. Zde dochází k termickému odplynění kondenzátu a následnému stékání do napájecí nádrže. Odtud systém napájení (turbonapájecí soustrojí) parogenerátorů dopravuje 6270 tun napájecí vody za hodinu do vysokotlaké regenerace (VT). Ve výměnících VT regenerace dochází k přihřívání vody o teplotě 184,5 °C na teplotu 223 °C za pomoci páry z dalšího neregulovaného odběru parní turbíny. Kondenzát je následně odváděn přes velké a malé napájecí hlavy zpět do PG. [9]



Obrázek 9: Tepelné schéma sekundárního okruhu JE Temelín [9]

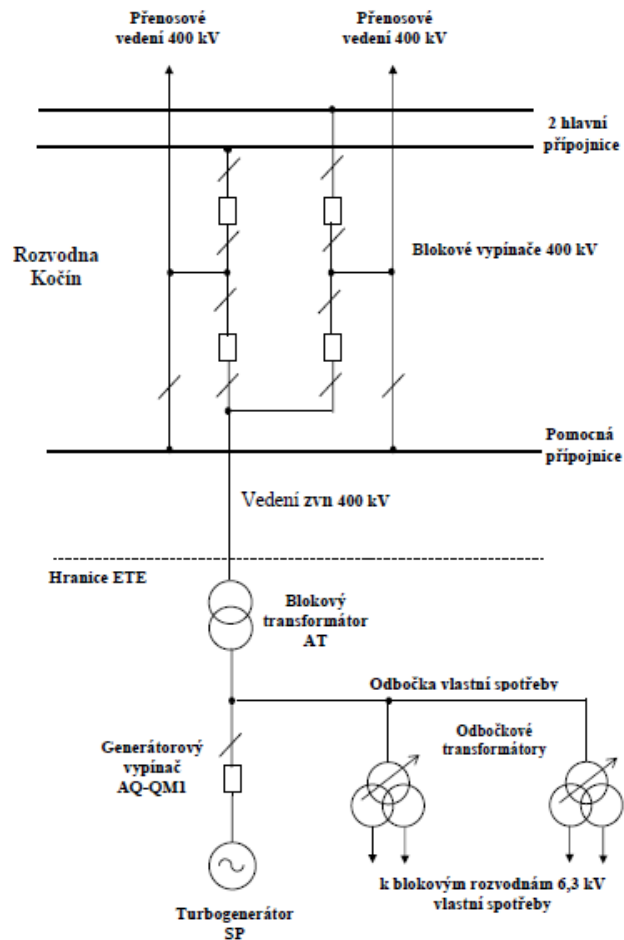
Bezpečnostní systémy sekundární části jsou označovány jako systémy TX a patří mezi ně systém havarijního napájení parogenerátoru. Systém havarijního napájení parogenerátoru se skládá z nádrže havarijní zásoby „demi“ vody o objemu $3 \times 500 \text{ m}^3$ a havarijního napájecího čerpadla. Systémy havarijního napájení zapůsobí v případě poklesu hladiny vody v parogenerátoru na jeho sekundární straně. [10]

Proti přetlakování parovodů slouží impulzní pojistný ventil parogenerátoru (TX50, 60, 70, 80) a přepouštěcí stanice do atmosféry. Impulzní pojistný ventil parogenerátoru zabraňuje zvýšení tlaku nad povolenou hranici a přepouštěcí stanice do atmosféry odvádí přebytek páry mimo parovody. [10]

2.3 Elektrická část

Elektrická část jaderné elektrárny Temelín začíná blokovým turbosoustrojem. Zde dochází k přeměně mechanické energie na elektrickou. Turbogenerátor má jmenovitý výkon 1125 MW_e (štitková hodnota). Každý výrobní blok má své vlastní vyvedení výkonu za účelem spolehlivého provozu a zamezení ovlivnění druhým blokem. [11]

Pro vyvedení elektrické energie je použito zapouzdřených vodičů k vedení elektřiny přes generátorový vypínač (vypínač a odpojovač). Následně se dělí na napájení vlastní spotřeby ETE (blokové rozvodny 6,3 kV) a vyvedení výkonu do elektrizační soustavy přes rozvodnu Kočín. K tomu slouží blokové transformátory, kde dochází k přeměně svorkového napětí z turbogenerátoru (24 kV) na napětí přenosové soustavy (420 kV), a venkovní lanové vedení, které přenáší energii do rozvodny Kočín 400 kV. [11]



Obrázek 10: Vyvedení výkonu reaktorového bloku ETE [12]

Bezpečnostní systémy elektrické části slouží k zajištění napájení z autonomního zdroje. V případě ztráty napájení je u systémů kategorie I (měření, signalizace, ochrana, regulátory a automatika technologických zařízení primárního okruhu) nutné přejít bez výpadku na náhradní zdroj. K tomuto účelu slouží akumulátorové baterie Varta bloc, které jsou díky své konstrukci vhodné pro krátkodobé vybíjení vysokým proudem. Při provozu reaktoru jsou v režimu trvalého dobíjení, z důvodu možnosti okamžitého využití a zvýšení životnosti. [12]

Dále dojde ke spuštění systémů, jejichž úkolem je kontrolované a bezpečné odstavení bloku. K tomu slouží systémová, společná a rezervní dieselgenerátorová stanice. Jeden blok má tři dieselgenerátorové stanice (DGS). Jeden dieselgenerátor stačí (6,3 MW_e) k bezpečnému odstavení hlavního výrobního bloku (HVB). Pro zvýšení

požární bezpečnosti jsou DGS umístěny z obou stran HVB v samostatných stavebních objektech (kobkách). DGS jsou udržovány v tzv. „horké rezervě“ za účelem okamžitého spuštění. K rychlému uvedení do provozu pomáhá přehřátý olej pro blok motoru a hlavy válců, zásoba startovacího vzduchu a předmazání třecích ploch soustrojí. [13]

Společná a rezervní dieselgenerátorová stanice (SRDGS) se nachází mezi HVB 1 a HVB 2. SRDGS má výkon $2 \times 6,3 \text{ MW}_e$ a slouží k napájení spotřebičů sekundární části potřebných k havarijnímu odstavení bez případných škod na technologii. SRDGS napájí například čerpadlo technické vody „nedůležité“, otáčecí (natáčecí) zařízení turbogenerátoru nebo olejová a kondenzační čerpadla. [13]

3 Armatury

Pro ovládání a kontrolu průtoku pracovní látky potrubím a zajištění bezpečnosti provozu potrubní sítě se do potrubí instaluje celá řada zařízení, která se souhrnně nazývají výstroj potrubí neboli armatury. Armatury jsou často využívány v energetickém průmyslu. Z důvodu rozdílnosti armatur jsou rozděleny dle funkce, konstrukce uzavíracího členu a typu pohonu. [14]

3.1 Rozdělení armatur podle funkce

- Uzavírací armatury

Uzavírací armatury jsou určeny k úplnému zastavení průtoku pracovní látky. Schopnost úplného uzavření je ovlivněna výběrem materiálu a konstrukce armatury, z důvodu velkých rozdílů mezi tlakem a teplotou u jednotlivých armatur, a způsobem provozu. Uzavírací klapky smí být používány pouze ve dvou polohách – otevřeno a uzavřeno. Mezilehlé polohy armatury vedou k vytvoření nestandardních podmínek a mohou vést k poškození uzavíracích členů sedlo/klín, kuželka, klapka. Uzavírací armatury tvoří přibližně 80 % používaných armatur, jelikož jsou do nich zahrnovány i kontrolní najížděcí a kontrolní vypouštěcí armatury, armatury používané ke kontrole hladiny v nádobách, k odebrání vzorků, odvodu vzduchu či drenáží. Na ETE se používají například uzavírací ventily V30, vlnovcové A10 od výrobce Arako, šoupátka SE 150 (Persta), uzavírací klapky EBRO atd. [15; 16]

- Regulační armatury

Regulační armatury slouží ke změně nebo udržování parametrů pracovní látky jako jsou tlak, teplota, hladina a průtok. Regulace je prováděna pomocí změny průtočného průřezu. Schopnost vytvoření požadovaných podmínek je ovlivněna výběrem komponentů sestavy. U regulačních armatur se používají ventily jednosedlové

a dvousedlové, klapky, šoupátka a kulové kohouty. Mezi regulační armatury se řadí i armatury škrtkící. Na ETE se používají regulační ventily VSS od výrobce Sempell, přepouštěcí stanice do atmosféry/kondenzátoru, ventily vlnovcové A10 a A11 a regulační ventily G46 (LDM). [15; 16]

- Rozdělovací armatury

Rozdělovací armatury slouží k rozdělení pracovní látky. Jsou to armatury vícecestné a rozdělují proud do více směrů. [15]

- Pojistné armatury

Pojistné armatury jsou určeny k vypuštění pracovní látky v případě překročení přípustné hodnoty. Lze je rozdělit podle možnosti opakovaného použití na jednorázové a s periodickou funkcí. Jednorázové pojistné armatury využívají membránu pro získání absolutní těsnosti. Jsou velice rychlé (0,002 - 0,03) s při všech velikostech armatury. Významným nedostatkem po samovolném nebo nuceném protržení je jejich otevřenost, a proto se membrány obvykle kombinují s pojišťovacím ventilem. [15; 16]

Pojistné armatury s periodickou funkcí jsou dále děleny na přímočinná a impulzní zařízení. Přímocinné armatury využívají tlakového rozdílu mezi pracovní látkou proudící pod kuželkou a vnější opačné síly vyvolané pružinou nebo závažím. Nedostatkem přímočinných armatur jsou silné rázy vznikající při zavírání armatury. Ty deformují třecí plochy a snižují tak citlivost a těsnost ventilu. Problematika silných rázů je řešena u impulzních pojistných armatur, které jsou určeny k odpouštění velkého množství páry při zachování těsnosti hlavních ventilů a možnosti vysokého počtu pracovních cyklů, nebo přidáním elektromotoru sloužícímu k udržení otevřené armatury. [15; 16]

Na Jaderné elektrárně Temelín se používají pojistné armatury od společnosti Sempell řady VS, VSE, PSE, VTS a ruské armatury IPZ UF, IPV PG a PV PG. [16]

- **Bezpečnostní armatury**

Bezpečnostní armatury slouží podobně jako armatury pojistné k ochraně před vznikem havarijního stavu a svou stavbou jsou podobné uzavíracím armaturám. Bezpečnostní armatury v případě překročení pracovního parametru uzavírají systém, aby nedošlo k vypuštění pracovní látky do okolí a dalších částí potrubí. Mezi bezpečnostní armatury patří rychločinné armatury, zpětné klapky a uzavírací zařízení. Rychločinné armatury slouží k rychlému uzavření pomocí tlaku pružiny, vzduchu nebo kapaliny, použitím elektromotoru nebo přímým tlakem hnacího média (např. páry, vzduchu, dusíku). V Jaderné elektrárně se rychločinné armatury používají na oddělení kontejnmentu od ostatní technologie v rozmezí (3–5) s. Zpětné armatury a uzavírací zařízení jsou uzavírány pomocí klapek nebo ventilů a jsou montovány výhradně po směru proudění pracovní látky. Pro jejich ovládání není potřebný elektrický signál, ale zavírají se samy působením například proudu nebo gravitace. Na Jaderné elektrárně Temelín se používají rychločinné armatury: ventily Edvard valves, rychločinné ventily RCVP 1,2,3,4,5 společnosti Persta a rychločinná šoupátka A01 společnosti MSA a rychločinné ventily A13 společnosti Arako. [15; 16]

- **Armatury pro oddělení fází**

Armatury pro oddělení fází slouží k automatickému rozdělení fází pracovní látky (voda a pára). V jaderné elektrárně jsou instalovány odvaděče kondenzátu sloužící k automatickému vypouštění kondenzátu vznikajícího při provozu elektrárny. V současné době jsou využívány 3 typy odvaděčů: plovákový (ovládaný plovákem), termický (ovládaný termostatem) a proudový (ovládaný silami působícími na uzávěr, které vznikají působením aerodynamického efektu a termodynamickými vlastnostmi pracovní látky). [15; 16]

3.2 Rozdělení podle uzavíracího členu

- Ventily

Ventil je nejpoužívanější typ armatury a může být použit jako armatura uzavírací, regulační nebo redukční. Značná výhoda spočívá ve 4x menším zdvihu kuželky, než je u šoupátek. Dále mají uzavírací ventily podstatně vyšší součinitel hydraulického odporu než šoupátka, a proto se používají především v místech, která jsou za nominálního provozu uzavřena a otevírají se pouze při havarijní situaci, přepouštění obtokem nebo odvodušňování. Výhoda ventilu je také v možnosti použití vlnovce. Vlnovec na rozdíl od běžně používané ucpávky pomáhá k hermetickému uzavření soustavy vřeteno-víko. Hermetické uzavření je často využíváno v jaderných elektrárnách z důvodu bezpečnosti. U vlnovcových ventilů pro vysoké tlaky se může použít dělené vřeteno. To se skládá z austenitické spodní části určené pro vysoké teploty a legované horní části sloužící k omezení zadírání za chodu. Vřeteno je ovládáno pomocí závitové dvojice, která převádí rotační pohyb pohonu na přímočarý pohyb kuželky. Uzavírací doba je určena konstrukcí pohonu a účelem armatury. Obvyklá doba uzavření armatur s ventily je od 0,1 s do řádu minut. Pístové pohony u rychločinných armatur se uzavírají nejpozději do 0,6 s. [15; 17]

- Šoupátka

Šoupátka jsou po ventilech nejpoužívanější a nejpočetnější potrubní uzávěry. Používají se pro všechny tlaky a média za užití klínu, desky nebo paralelní desky jako uzavíracího orgánu. Paralelní šoupátka mají menší uzavírací sílu a je možné je použít i pro regulaci z důvodu přiléhání alespoň jedné plochy k sedlu. I přes tyto výhody jsou v energetice upřednostňována klínová šoupátka pro jejich vyšší těsnost i při malých tlakových spádech na uzávěru. Za účelem snížení hydraulických ztrát se klín konstruuje co nejmenší. Uzavírání šoupátek obvykle probíhá kolmo na směr protékajícího média, ale až na speciální případy může být směr uzavírání libovolný. Výhoda šoupátek spočívá v nízkém hydraulickém odporu při plném otevření a malé přestavné síle působící v ose vřetena. Šoupátka jsou jednoduchá na čištění a promývání vnitřních

prostorů těles a dají se dobře drenážovat. K utěsnění se používají ucpávkové kroužky nebo ucpávací šňůry, jelikož není vlnovec z důvodu velkého zdvihu použitelný. [15; 17]

- **Klapky**

Klapky slouží k použití na potrubí s nižším tlakem (do 4 MPa), nižší pracovní teploty (do 150 °C) a pro velké průměry. Mají jednodušší konstrukci než šoupátka, jejich ovládání je rychlejší a mají nižší pořizovací cenu. Hydraulický odpor klapky je nízký jako u šoupátek. Nevýhodou klapek je složité dosažení úplné těsnosti a nutnost vysokého krouticího momentu pro otáčení. Těsnost klapek se zlepšuje použitím pružných materiálů (pryž, polyetylen, chloropren) na výrobu těsnících kroužků. Dále se používá posunutí z roviny osy talíře klapky a následnému „nasunutí“ na sedlo. V jaderné elektrárně Temelín se na vzduchových potrubích používají hermetické klapky určené pro malé přetlaky do teplot 50 °C. Talíř má pryžový kroužek (2x vyšší životnost než uhlíková ocel) a klapka je ovládána elektropohonem. [15; 17]

- **Kohouty**

Kohouty jsou používány za nízkých tlaků (0,6 - 1,6) MPa a do průměru 150 mm. Obvykle jsou vyráběny ze šedé litiny, nerez, mosazi nebo bronzu. Základními typy kohoutů jsou: s kuželovým uzávěrem, s mazaným kuželem, s nadzvedávacím kuželem, s inverzním kuželem a kulové. Výhodou kohoutů je jejich rychlé uzavření, při kterém stačí otočení o pouhých 90 stupňů. Nevýhoda kohoutů je jejich choulostivá výroba, snadné porušení těsnosti a nebezpečí zadření kuželů. Tyto problémy jsou částečně řešeny kulovými kohouty, kde koule dosedá na dělené těleso nebo na úkosové vložky vkládaných sedel. Sedla se vyrábí z kované oceli, z plastických hmot nebo jsou navařena slitinou bronzu. Na ETE jsou používány např. regulační kulové kohouty společnosti Argus nebo uzavírací kohouty C09 společnosti Arako. [15; 17]

3.3 Rozdělení podle způsobu ovládání

- Ruční ovládání

Ruční ovládání armatur obvykle není určené pro běžné použití, ale slouží k případnému použití při selhání primárního způsobu ovládání armatury. Ruční ovládání není v porovnání s ostatními metodami účinné, je fyzicky náročné a vyžaduje přítomnost personálu, což může být v havarijních případech značná komplikace. [14]

- Elektrické servopohony

Elektrické armatury využívají pohonu elektromotoru vytvářejícího vysoké otáčky, které jsou pomocí silové převodovky zpomalovány a využity k převádění záběru na výstupní hřídel. Dále je výkon elektromotoru přenášen přes ovládací převodovku na momentovou, koncovou a signalizační jednotku. Po usazení elektromotoru je důležité nastavení koncových a momentových poloh, aby vzniklým tlakem nedošlo ke zničení armatury. Tato problematika je řešena mikrospínačem nainstalovaným na koncové jednotce s vačkou. Mikrospínač vypne servopohon při překročení nastavené polohy nebo momentu vypočítaném konstruktérou pro daný typ armatury. Nejčastěji se využívá momentového spínače, jelikož při určení koncové polohy může dojít k „podcházení“ armatury. Údaje o poloze servopohonu jsou u uzavíracích serv přenášeny koncovou jednotkou a u regulačních serv jsou pro určení polohy využívány indukční vysílače. Hlavními výrobci v České republice jsou ZPA Pečky a ZPA Nová Paka se servopohony řad MOA a MOA – OH využívaných v pro armatury nižších bezpečnostních tříd a MOA – OC pro hermetické zóny. [14; 15]

- Pneumatický pohon

Armatury s pneumatickým pohonem se obvykle skládají ze dvou hlavních částí, kterými jsou ventil nebo šoupátko a pohon. Pohony u pneumatických armatur jsou s pružinovou membránou nebo s pístem a mohou být ovládány lineárním nebo

rotačním pohybem. Pohony s pružinovou membránou se dále dělí na přímé (vzduch otevírá armaturu) nebo nepřímé (vzduch armaturu zavírá). K pohybu u pohonů s pružinovou membránou dochází, když membránový tlak překročí tlak pružiny (včetně zanedbatelných třecích sil). V případě armatur pracujících pouze v polohách otevřeno – zavřeno se mohou použít pohony bezpružinové, které zajišťují vyšší sílu při dovření oproti pohonům s membránovou pružinou. Pístové pohony vyvíjí oproti membránovým pohonům při dostatečném zdroji tlaku mnohem vyšší sílu. Pohon a válcová sestava se pohybují pomocí rozdílu tlaků vznikajících při pohybu pístu. K vyvolání pohybu se využívají vratné pružinové typy, kde tlak působí z opačné strany pístu proti pružině, nebo dvoučinné a vyvážené pružinové typy, u kterých působí tlak s obou stran. [14; 18]

Armatury jsou na jaderných elektrárnách zastoupeny v hojném množství a jsou pro provoz elektrárny nezbytně důležité. Pro snadnou orientaci v armaturách je vhodné rozdělení do kategorií s náležitými informacemi. Takovéto rozdělení zajišťuje personálu nejen přehled, ale také možnost jednoduššího výběru a následného zavedení diagnostiky, sloužící ke zvýšení bezpečnosti a snížení nákladů spojených s neplánovaným odstavením bloku.

4 Diagnostika

Správný chod armatur je zásadní kritérium pro chod elektrárny bez nucené odstávky. Z tohoto důvodu elektrárny po celém světě přecházejí z korektivní na prediktivní údržbu. Prediktivní údržba slouží k dlouhodobému pozorování stavu sestavy pohon-armatura a pomocí shromážděných údajů se snaží minimalizovat nutnosti přímého zásahu do armatury či pohonu. Takto vytvořená analýza zvyšuje bezpečnost elektrárny, snižuje náklady a pravděpodobnost nutnosti neplánovaného servisního zákroku. [18; 19]

4.1 Obecné typy diagnostik

- Vizuální

Vizuální zkouška může být prováděna přímou metodou bez pomocných zařízení nebo metodou nepřímou. K nepřímé metodě se obvykle využívá boroskop s nitkovým křížem, pomocí kterého může být měřena lineární indikace. Boroskop se do armatury vkládá prostřednictvím vypouštěcích průchodů v tělese armatury nebo prostřednictvím jiné armatury nacházející se v blízkosti. Vizuální přímá metoda může být použita na všech typech armatur a nepřímá metoda se využívá ke kontrole ventilů v provozu nebo odtlakovaných a vypuštěných armatur. [20; 21]

- Radiografie

Radiografická zkouška je nejstarší způsob zkoušení armatur nedestruktivním způsobem. Měření probíhá pomocí průchodu x-paprsků nebo gama paprsků a obraz je zachycován na použitý film. Novější způsob měření probíhá pomocí odchyty elektronů a zdigitalizování výsledků pro další zpracování. Radiografická metoda se může použít i bez odtlakování armatury a má větší plochu měření než boroskop. Obvykle se používá

na menší ventily, jelikož u větších ventilů omezují kombinované tloušťky stěn jasnost obrazu. [21; 22]

- **Akustická emise**

Metoda akustické emise se stala velice vhodnou po zavedení nových metod filtrace hluku za provozu elektrárny. Ke kontrole se využívá akcelerometr připojený k tělesu armatury. Kontrola může být provedena porovnáním akustické úrovně na vstupní a výstupní straně armatury nebo pomocí měření akustických emisí vzniklých při vzájemném pevném kontaktu nebo prouděním kapalin a plynů v armatuře. Zařízení pro kontrolu je snadno nastavitelné a příprava pracoviště je v řádu minut. Akustická emise je převážně používána pro monitorování kmitání kuželek, dojezdů do koncových poloh a úniků pojistných ventilů. [20]

- **Monitorování teploty**

Termočlánky jsou do armatury instalovány při jejím odtlakování a zpřístupnění. Následně se pomocí infračervené termografie sleduje teplota povrchu a teplotní profily jsou používány pro korelaci výkonu armatury v závislosti na teplotních gradientech těla armatury. Zároveň mohou být termočlánky použity k detekci úniku v případech, kde se nominální teplota ve směru proudu výrazně liší od teploty proti proudu tekutiny. Tekutina unikající po spodní straně armatury by tak byla zaregistrována jako změna teploty v oblasti úniku. [20]

- **Ultrazvuk**

Měření pomocí ultrazvuku se používá k určení relativní polohy vnitřních součástí. Pomocí zvukových odrazů od vnitřních komponent se určuje konfigurace komponent, ale není poskytována přesná informace o absolutní pozici. Metoda je omezena na použití u ventilů vyrobených z uhlíkové nebo jemnozrnné ušlechtilé oceli vedoucích vodu. Není možné tímto způsobem měřit armatury vzduchových nebo

parních systémů. Ultrazvuk se používá především pro stanovení výkyvu disku jako funkce rychlosti proudění u zpětných ventilů. [21; 22]

- **Měření síly/kroucího momentu na vřetení armatury**

Nejdůležitější proměnou pro určení stavu armatur je kroucí moment nebo síla potřebná k ovládní armatury. Stav opotřebenosti armatury se zjišťuje pomocí průběhu síly / kroucího momentu. Nestálý a neopakovatelný průběh vykazuje známku případného poškození armatury. Naopak hladký a opakovatelný průběh mají armatury přiměřeně opotřebené. [23]

5 Návrh nové diagnostické metody

Návrh nové diagnostické metody se zakládá na metodách používaných americkým Výzkumným ústavem pro elektrickou energii (EPRI), který provádí výzkumné, vývojové a demonstrační projekty ve prospěch veřejnosti na mezinárodní úrovni. Důležitost diagnostiky pro EPRI je založena na údržbě elektráren a zákonech vydaných ve Spojených státech amerických. Ty v roce 1989 schválily zákon o bezpečnosti, kontrole a testování motorem ovládaných armatur. Tento zákon ukládá jaderným elektrárnám povinnost kontrolovat a validovat používané armatury, aby prokázaly jejich správný výkon a požadovanou bezpečnost. Tento zákon se zaměřuje pouze na samotnou kontrolu armatury, ale ne na dlouhodobou kontrolu, a proto byl doplněn zákonem o periodických kontrolách. Americké elektrárny tudíž mají povinnost vytvoření pravidelných kontrol za účelem kontroly potenciální degradace armatury nebo servopohonu.

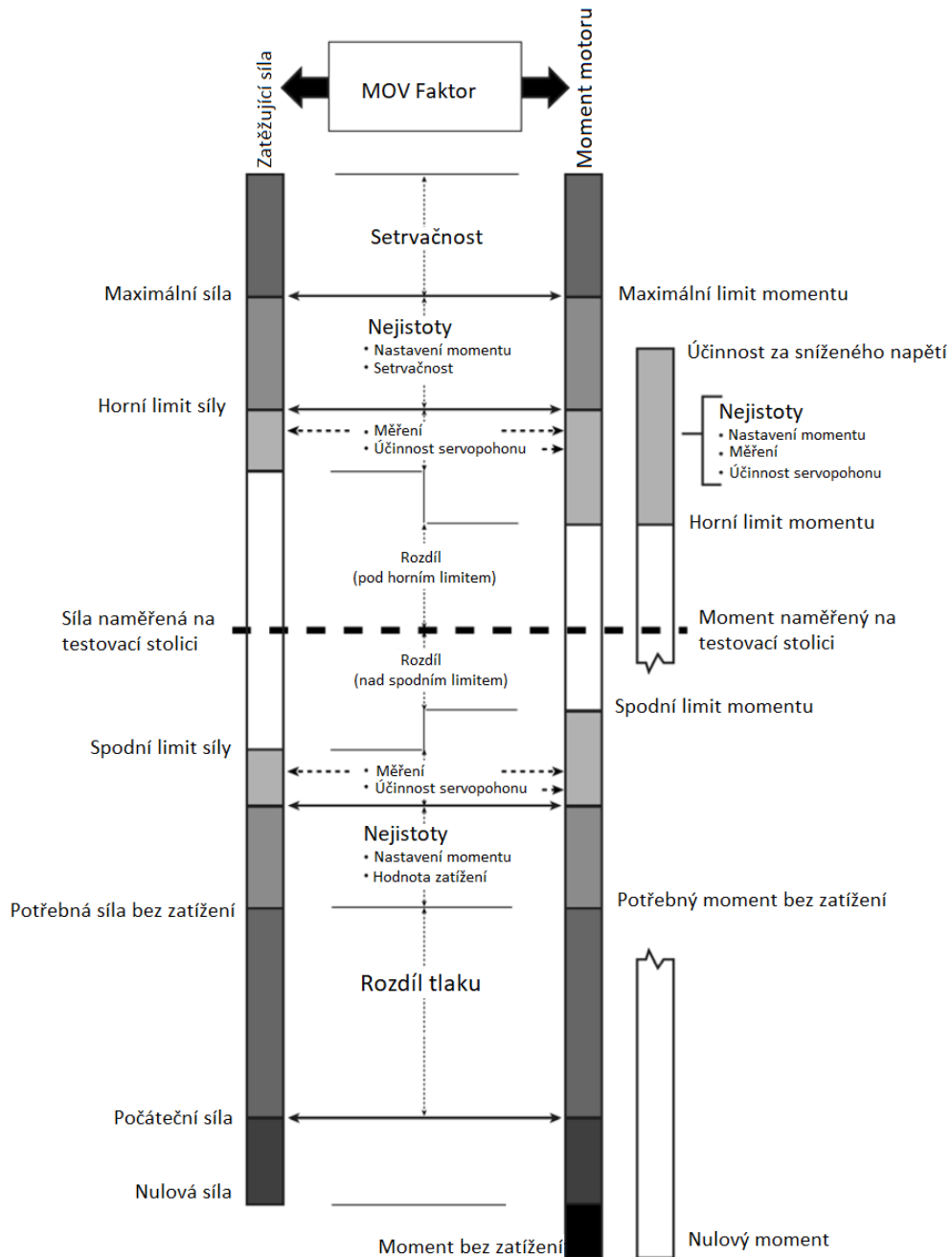
Diagnostika armatur pomocí momentových křivek je založena na periodické kontrole armatur řízených elektrickým servopohonem a získávání příslušných hodnot kroutícího momentu. Při této metodě se kontroluje uzavírání a otevírání armatur doplněné o informace z momentového spínače. Periodická kontrola kroutícího momentu motoru využívá simulačního měření armatury z testovací stolice používající brzdu s vlastním pohonem a primárního měření instalované armatury za účelem stanovení limitů, které jsou uloženy do softwaru za účelem kontroly při dalších měřeních. [24; 25]

Při prvotní kontrole armatury se získávají následující údaje:

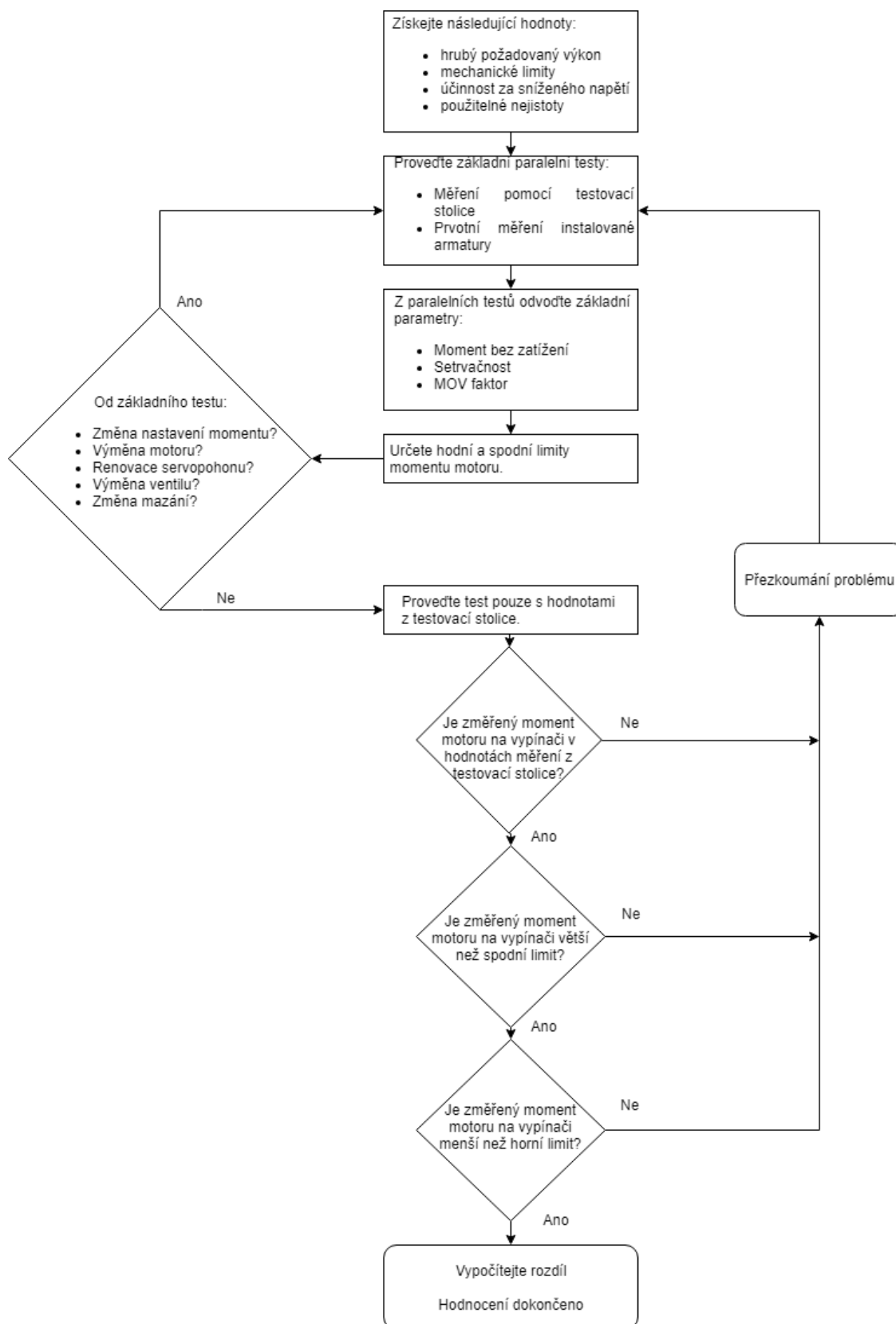
1. Stanovení horních a dolních limitů napětí, proudů a koncové polohy snímačů na základě výpočtů.
2. Testuje se přesnost, opakovatelnost momentového spínače a další nejistoty pro úpravu limitních hodnot.

3. Získaná data slouží k potvrzení, že naměřené hodnoty spadají mezi upravené limity a vyčíslení provozních rozdílů. Zároveň je důležité zohlednit pracovní parametry (tlak, teplota) a hodnoty definované v technickém listě armatury.

Získané hodnoty se zanáší na stupnici (obrázek 11) a slouží ke kontrole armatury při dalším používání podle zavedeného postupu (obrázek 12). [26]



Obrázek 11: Periodická kontrola momentu motoru – limity a rozdíly [24]



Obrázek 12: Flowchart periodické kontroly momentu motoru [24; 27]

Při aplikaci této diagnostické metody získává obsluha velké množství dat, která jsou automaticky odesílána a zpracována zabudovaným softwarem (SW). Z dat je možné zjistit informace o změnách trendu, změnách momentu, změnách charakteru signálu, účinnosti převodovky, třecí síly vřetenové matice. Z databáze je pak možno data porovnávat a vyhodnocovat v příslušném SW. Součástí SW je i odpovídající dokumentace k danému zařízení (Technické listy, Pracovní postup opravy, Pracovní postup údržby apod.). Vyhodnocením údajů zjistí diagnostik aktuální stav zařízení a při neobvyklém chování stanoví doporučení, která předá správci zařízení. Dlouhodobě správně zpracovaná data se dají uplatnit při kontrole změny opotřebení s možností predikce chování stejného typu armatury na jiné pozici. [28; 29]

5.1 Metodické pokyny pro měření

Při sběru dat je důležité dodržet bezpečnost provozu a eliminovat tak případná rizika. Z tohoto důvodu je pro každé měření vytvořen přesný pracovní postup, který je definován metodickými pokyny. Metodické pokyny jsou převzaty ze současně používaných pracovních postupů, jelikož sběr dat přes rozvaděče zůstane nezměněn.

Tabulka 1: Metodické pokyny pro měření [23]

Číslo operace	Popis činnosti
1.	Bezpečnostní a kvalifikační předpoklady pro provedení měření
1.1.	Práce může být zahájena pouze na základě správně vystaveného a vyplněného pracovního příkazu.
1.2.	Kvalifikační požadavky dle vyhlášky 50/78 sbírky: <ul style="list-style-type: none"> - vedoucí pracovní skupiny minimálně § 7 do 1000 V - ostatní pracovníci skupiny minimálně § 5 do 1000 V - zámečnické práce minimálně § 4 do 1000 §
1.3.	Vedoucí práce podpisem pracovního postupu stvrzuje seznámení pracovníků s riziky na pracovišti za účelem dodržení bezpečnosti a ochrany zdraví.
1.4.	Před započítím práce seznámí vedoucí práce ostatní pracovníky s pracovním postupem a zodpovídá za to, že měření bude prováděno

	v souladu s ním a že během měření zařízení nebude ovlivněno napájení spotřebičů příslušného systému.
2.	Příprava měření
2.1.	Provedte přesun měřicí techniky k určenému poli příslušného rozvaděče. Připravte dokumentaci a provedte obhlídku na místě měření. Instalujte měřicí techniku – připojení mobilní měřicí aparatury na požadované signály. Zapojte klešťové ampérmetry do příslušných proudových tras. Zkontrolujte uzavřenost proudových smyček klešťových ampérmetrů. Zapojte napěťové testovací vodiče do přívodního pole rozvaděče daného servopohonu. Zapojte dvouhodnotové signály – koncové polohy servopohonů. Zkontrolujte zobrazení stavu a velikostí amplitud analogových signálů napětí přívodního pole rozvaděče daného servopohonu vizualizací v měřícím programu. Zkontrolujte zobrazení stavu dvouhodnotových signálů vizualizací v měřícím programu.
3.	Provedení měření
3.1.	Po dohodě s blokovou dozornou spusťte záznam v měřícím programu. Instruujte blokovou dozornou k uvedení servopohonu do chodu – většinou ze stávající krajní polohy až do opačné krajní polohy a zpět. Po dosažení původní „počáteční“ polohy uložte záznam naměřených dat. Zapište, zda se jednalo o chod z polohy „zavřeno“ do „otevřeno“ a zpět či naopak. Ukončete komunikaci s blokovou dozornou, případně informujte blokovou dozornou o čase měření dalšího servopohonu. Provedte kontrolu správnosti uložených naměřených analogových signálů – napájecího napětí a proudů. Provedte předběžné vyhodnocení naměřených dat. V případě správnosti všech uložených dat, provedte odpojení od rozvaděčů a celkovou demontáž měřicí techniky.
4.	Kritériem je správné odměření všech požadovaných veličin.
5.	Ukliděte pracoviště, vytríděte a odevzdejte odpad. Zkontrolujte, zda se na zařízení a uvnitř něj nenacházejí cizí předměty, materiál, nářadí

	a podobně. Případně jej odstraňte.
5.1.	Kritéria: Pracoviště je řádně uklizeno a v těsné blízkosti zařízení se nevyskytují žádné cizí předměty.
6.	Uzavřete pracovní postup a předejte zařízení provozovateli. Vyhodnocení pracovního povolení – doložte protokoly. Provedte vyhodnocení pomocí počítačových programů, předejte výsledky vystaviteli pracovního příkazu.
7.	Upozornění: Se vzniklými odpady bude nakládáno předepsaným způsobem popsaných v metodikách podle místa vzniku odpadu.
8.	Upozornění: Dodržujte proces nakládání s provozními hmotami a prostředky dle příslušné metodiky.

Praktická část

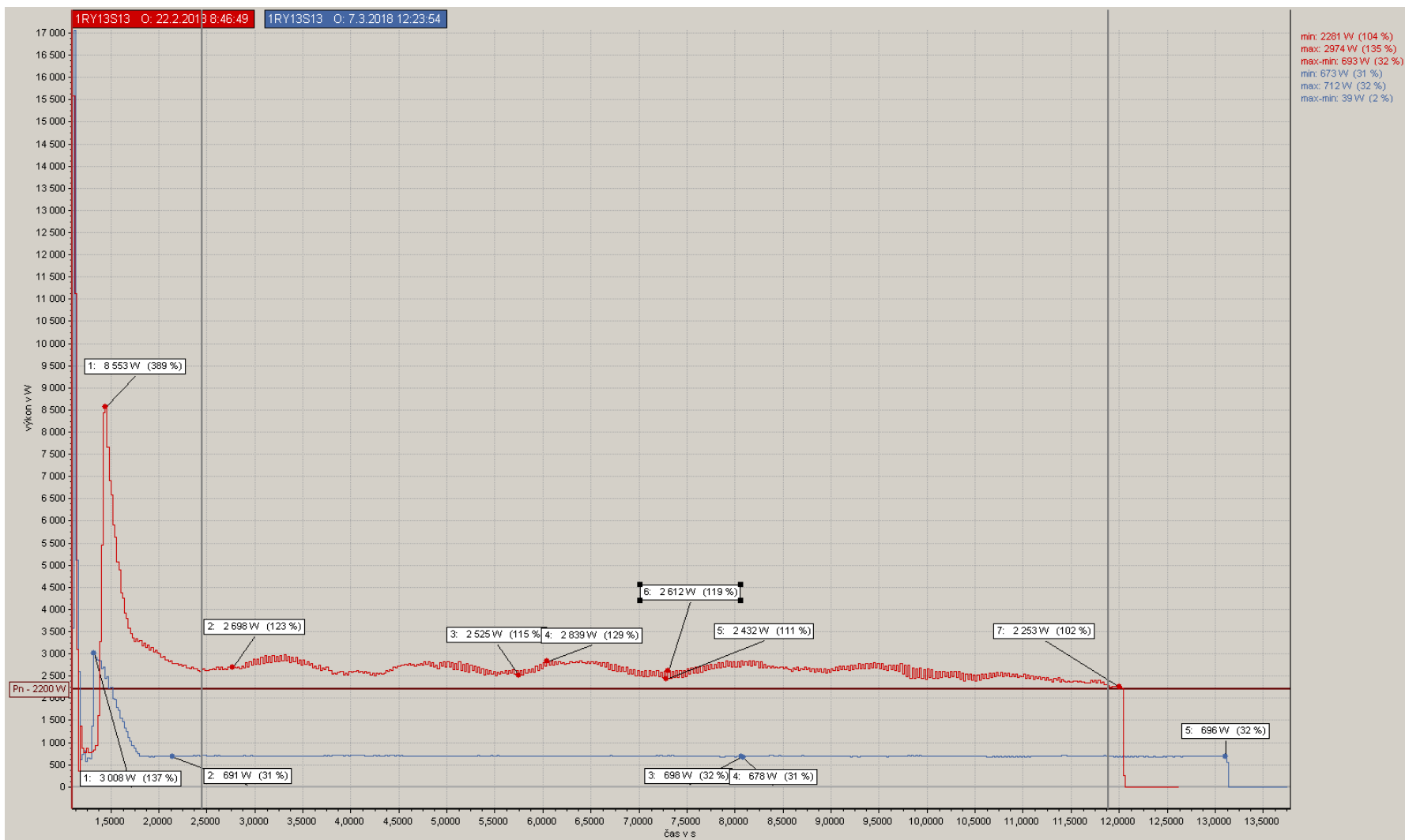
Praktická část je zaměřena na současně používanou diagnostiku armatur na Jaderné elektrárně Temelín a její význam pro chod elektrárny. Měření probíhá pomocí osciloskopu Yokogawa DL850 / 91L132690 a tří klešťových adaptérů FLUKE i310S / 14190310. Vzorkovací frekvence 5 000 Hz zaznamenává novou hodnotu každé 0,0002 s. Ze získaných hodnot je následně v programu ARM Suite vypočítána výkonová křivka, se kterou se dále pracuje. Užití diagnostiky prezentuji na čtyřech dlouhodobě sledovaných armaturách a to: 1RY13S13, 1TQ40S05, 2RL29S108 a 1RY11S03.

- **1RY13S13 – odluh a odkal parogenerátoru**

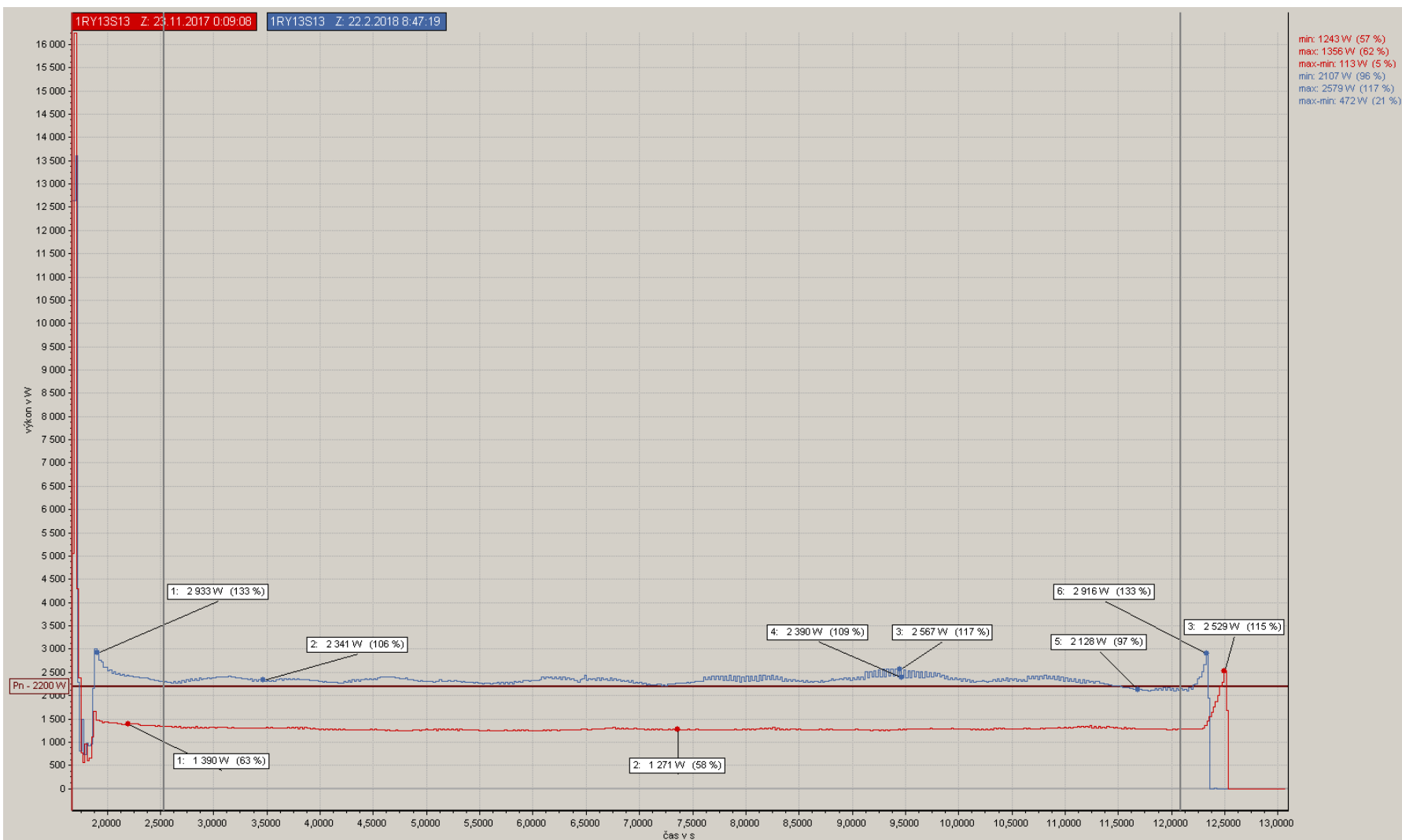
Diagnostika armatury 1RY13S13 probíhala při odstávce 1. hlavního výrobního bloku. Během této kontroly byla zjištěna změna průběhu od předchozích měření a navýšení sil. Nevyhovující výkonová křivka byla způsobena změnou teplot v kontejnmentu během odstávky, které společně s vlivem vlhkosti vytvrdily aplikované mazivo. Na doporučení diagnostika byla provedena revize armatury se zaměřením na kontrolu mechanických částí. Při revizi byly nalezeny kousky vytvrzeného maziva, které mělo negativní vliv na chod zařízení. Byla provedena výměna vřetene i vřetenové matice a zbylé části byly vyčištěny od nečistot. Pro kontrolu úspěšnosti revize byla opětovně sejmuta výkonová křivka. Ta již měla zcela plynulý charakter a došlo k rapidnímu snížení výkonu. [23]



Obrázek 13: Vytvrzené mazivo (zdroj: Archiv ETE)



Obrázek 14: Porovnání otevírání armatury 1RY13S13 před a po revizi (zdroj: Archiv ETE)



Obrázek 15: Porovnání zavírání armatury 1RY13S13 před a po revizi (zdroj: Archiv ETE)



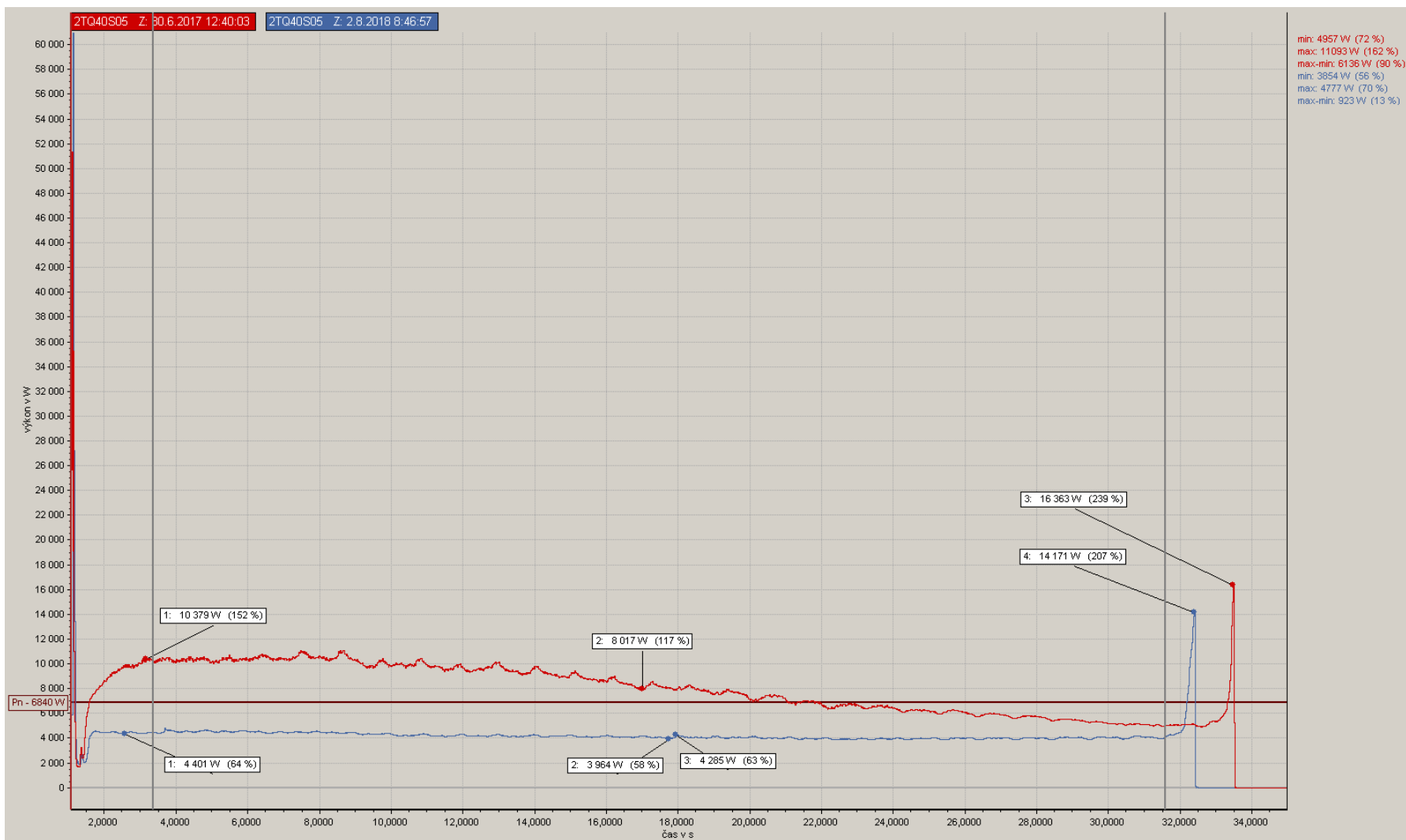
Obrázek 16: Armatuře 1RY13S13 při revizi (zdroj: Archiv ETE)



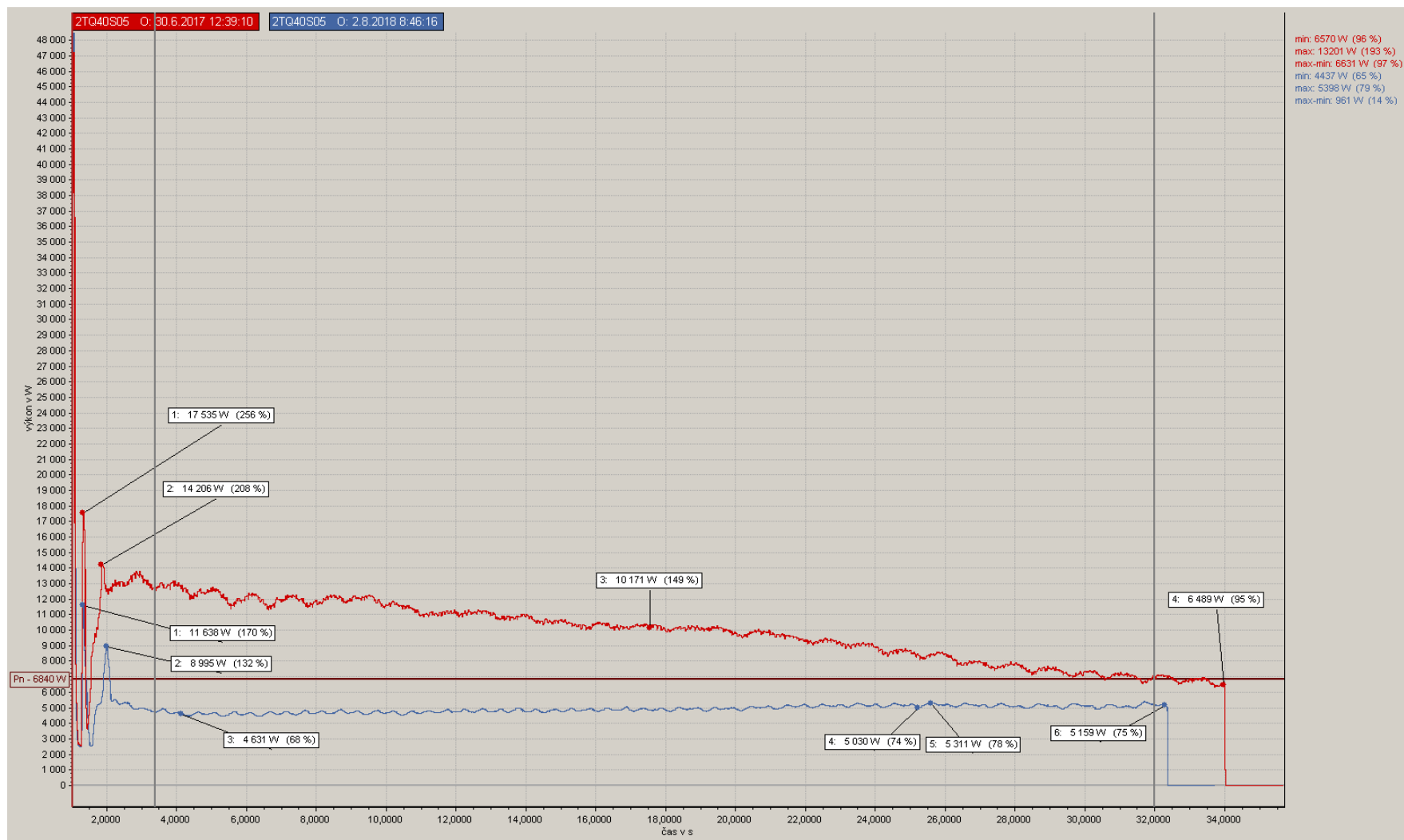
Obrázek 17: Vřeteno armatury 1RY13S13 (zdroj: Archiv ETE)

- **1TQ40S05 – normální a havarijní dochlazování bloku**

Na armatuře 1TQ40S05 byl zjištěn elektrický výpadek z důvodu velkého zatížení pohonu. Při diagnostice bylo zjištěno, že příkon pohonu je mnohonásobně vyšší než jmenovitý výkon pohonu udávaný na štítku zařízení, a proto byla provedena revize. Armatura byla zatuhlá, bylo nutné očištění a následné sestavení. Při revizi nebylo zjištěno žádné mechanické poškození. Pro obnovení správného chodu armatury byly vyměřeny vřeteno i s vřetenovou maticí. Následně byla armatura promazána dle definovaného mazacího plánu. Opakované měření výkonové křivky ukázalo plynulý chod se sníženým příkonem, a tudíž byla armatura označena jako vyhovující. [23]



Obrázek 18: Porovnání otevírání armatury 1TQ40S05 před a po revizi (zdroj: Archiv ETE)



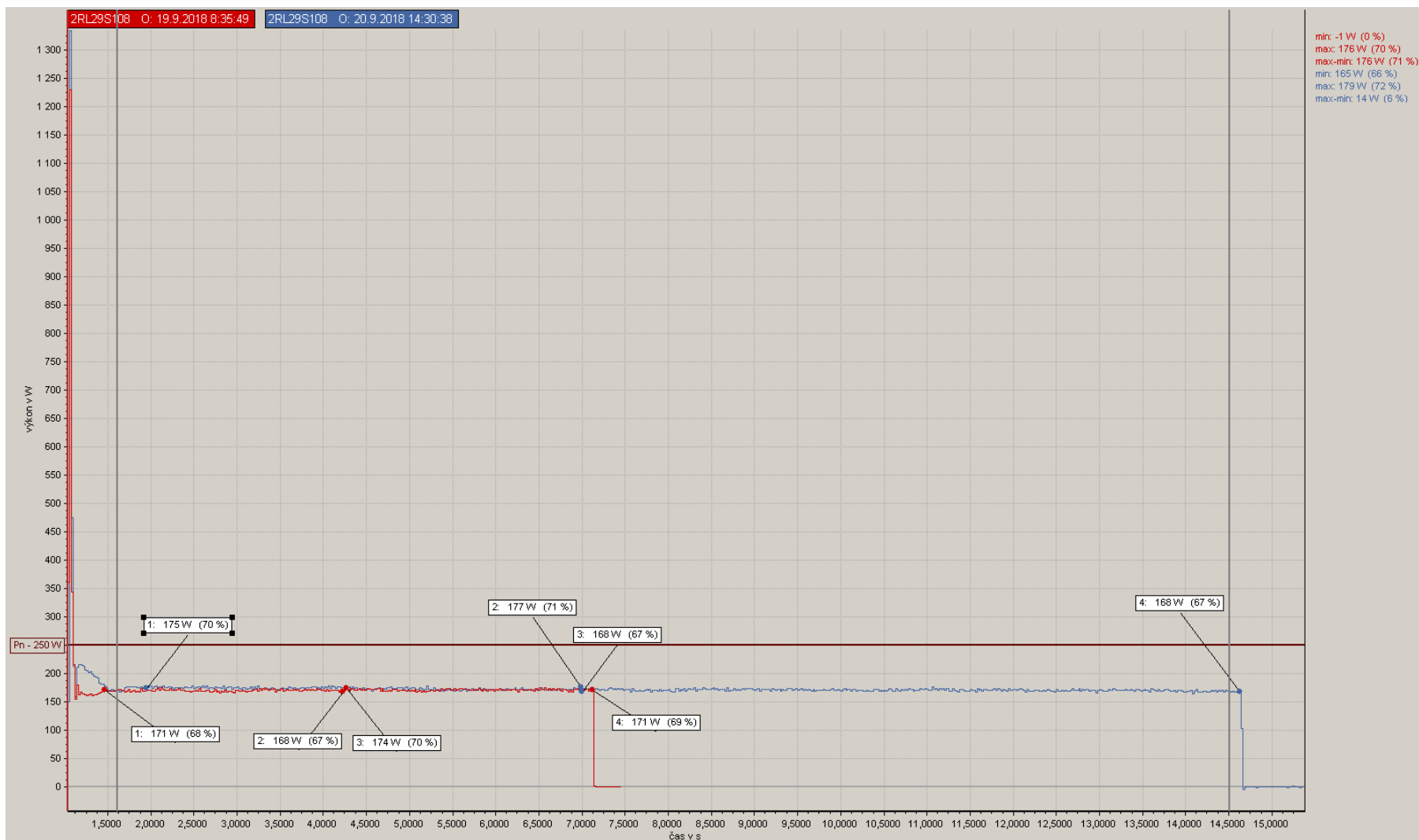
Obrázek 19: Porovnání zavírání armatury 1TQ40S05 před a po revizi (zdroj: Archiv ETE)

- **2RL29S108 – napájecí voda do parogenerátoru**

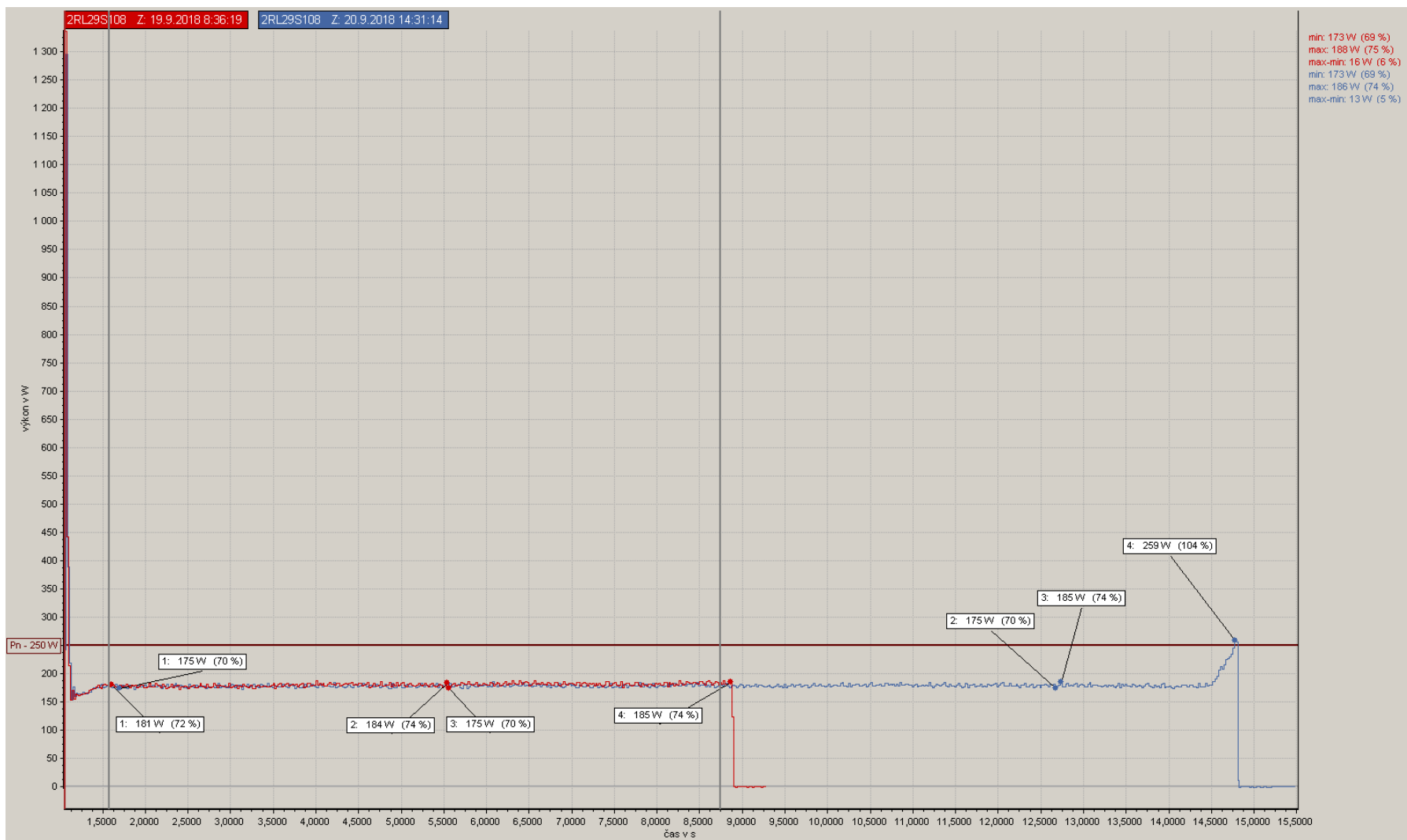
U armatury 2RL19S108 byl diagnostik obsluhou upozorněn na špatný chod armatury v podobě nedosažení koncové polohy. Dle získané výkonové křivky bylo toto tvrzení potvrzeno. Z grafů je vidět, že doba zdvihu armatury je přibližně 13 s. Při uzavírání se čas zkrátil na 6 s a neobjevil se očekávaný nárůst výkonu na dotěsnění armatury. Tyto faktory ukazovaly na vypnutí pohonu v mezipoloze. O závadě byl informován správce zařízení, který směřoval opravu na výrobce. Dle vyjádření výrobce byl rozebrán spínací mechanismus a byly na něm provedeny úpravy zajišťující snížení citlivosti. Opravená armatura bude zpět na svou pozici přemístěna při odstávce 2. hlavního výrobního bloku. [23; 30]

Začátek měření	Délka měření	Směr Δ	Energie	Změnil	Změněno
19.9.2018 8:34:13	13 s	Otevřeno	0,000653 kWl	Konvička Tomáš Ing.	19.9.2018 11:57:1
19.9.2018 8:35:49	6 s	Otevřeno	0,000297 kWl	Konvička Tomáš Ing.	19.9.2018 11:57:1
19.9.2018 8:34:38	6 s	Zavřeno	0,000312 kWl	Konvička Tomáš Ing.	19.9.2018 11:57:1
19.9.2018 8:36:19	8 s	Zavřeno	0,0004 kWh	Konvička Tomáš Ing.	19.9.2018 11:57:1
Začátek měření	Délka měření	Směr Δ	Energie	Změnil	Změněno
20.9.2018 14:30:3	14 s	Otevřeno	0,000661 kWl	Konvička Tomáš Ing.	21.9.2018 6:55:19
20.9.2018 14:33:4	14 s	Otevřeno	0,000646 kWl	Konvička Tomáš Ing.	21.9.2018 6:55:19
20.9.2018 14:31:1	14 s	Zavřeno	0,000693 kWl	Konvička Tomáš Ing.	21.9.2018 6:55:19
20.9.2018 14:34:0	14 s	Zavřeno	0,000689 kWl	Konvička Tomáš Ing.	21.9.2018 6:55:19

Obrázek 20: Porovnání doby chodu armatury 2RL29S108 (zdroj: Archiv ETE)



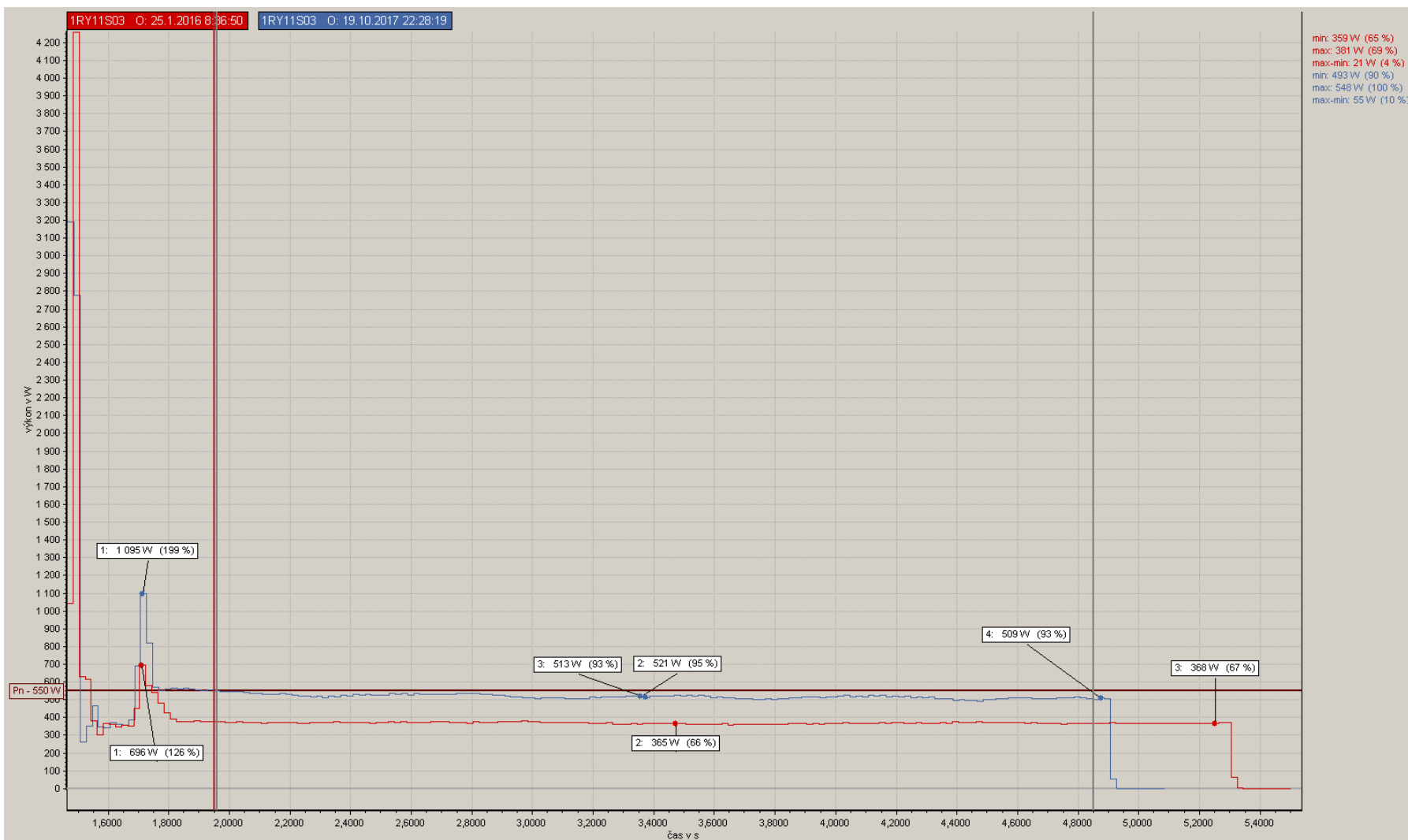
Obrázek 21: Porovnání otevírání armatury 2RL29S108 před a po výměně (zdroj: Archiv ETE)



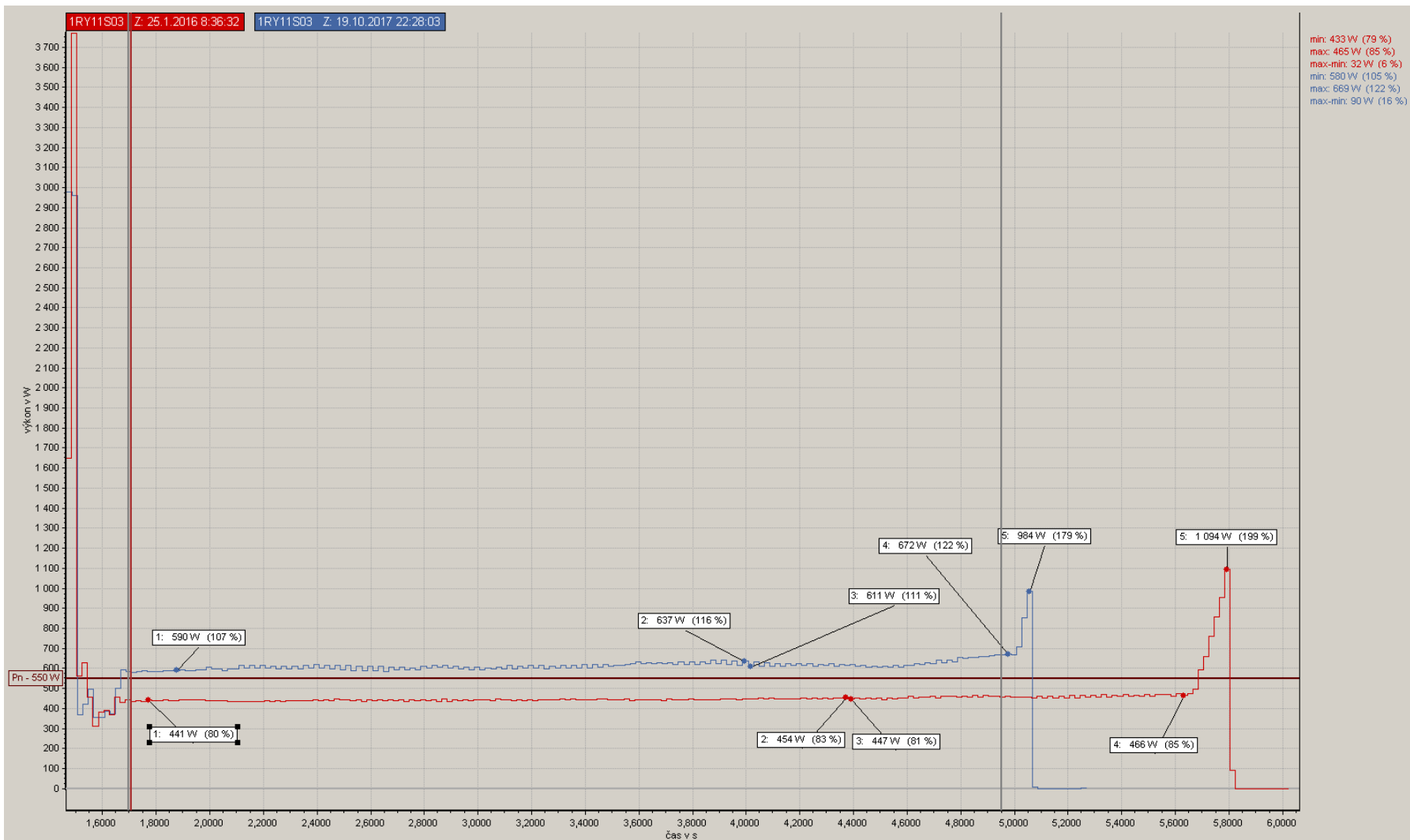
Obrázek 22: Porovnání zavírání armatury 2RL29S108 před a po výměně (zdroj: Archiv ETE)

- **1RY11S03 – odluh a odkal parogenerátoru**

Z důvodu dosažení maximálního počtu cyklů byla naplánována generální oprava armatury 1RY11S03. Všechny křivky do této doby byly vyhodnoceny jako vyhovující. Po generální opravě byla sejmuta kontrolní výkonová křivka, která ukazovala vyšší zatížení a změněný charakter signálu. Diagnostik doporučil opětovnou revizi armatury, při které bylo zjištěno nesprávné zkompletování ložiska vřetenové matice. Tento případ ukazuje na možnost výskytu lidské chyby, která může být následně zjištěna provedením diagnostiky před i po revizi. Toto řešení pomáhá analyzovat současný stav zařízení a předcházet následujícím škodám. [23]



Obrázek 23: Porovnání otevírání armatury 1RY11S03 před a po generální opravě (zdroj: Archiv ETE)



Obrázek 24: Porovnání zavírání armatury 1RY11S03 před a po generální opravě (zdroj: Archiv ETE)

- **1TQ21S02 – normální a havarijní dochlazování bloku**

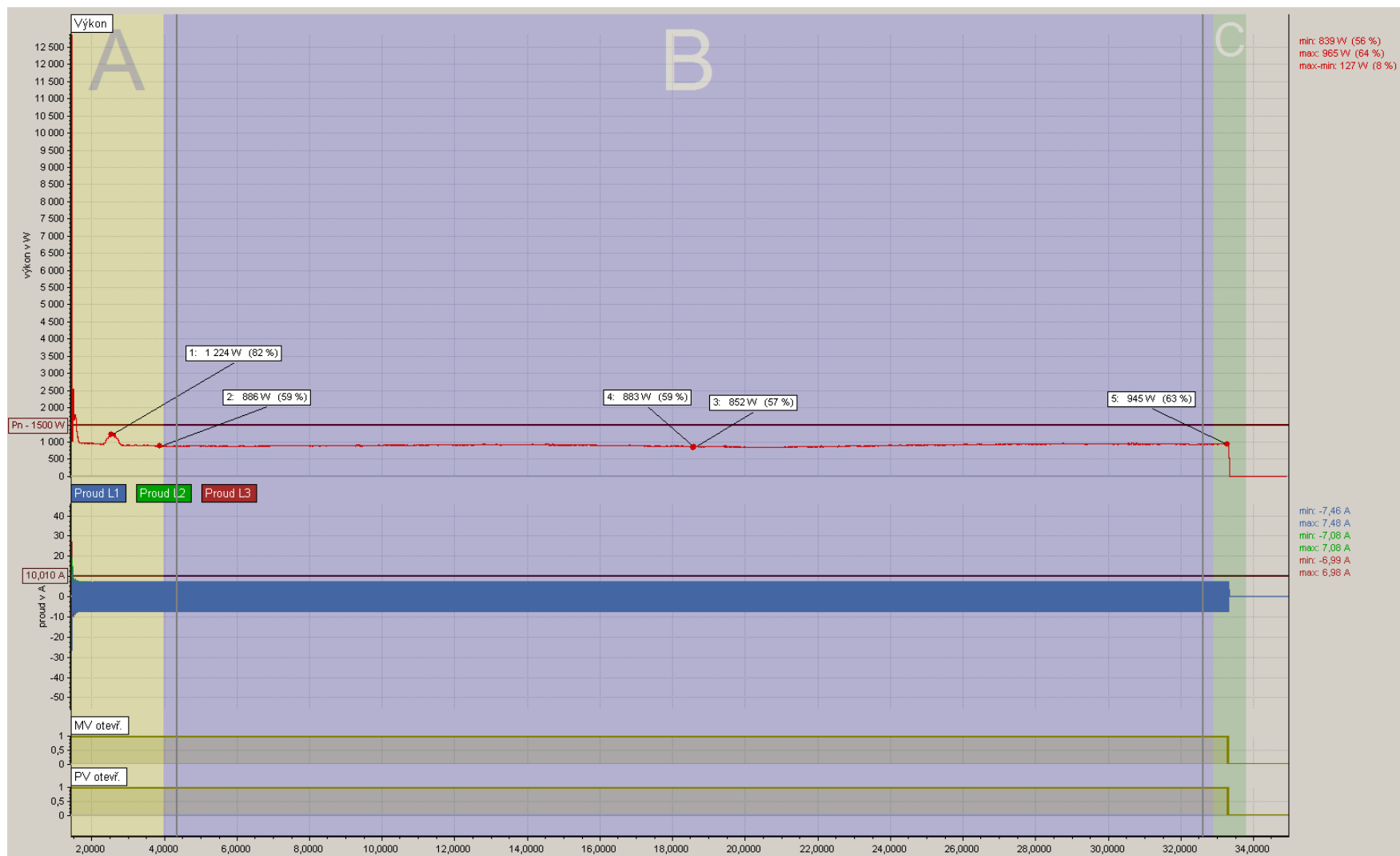
U armatury 1TQ21S02 můžeme sledovat nedostatky diagnostiky pomocí výkonových křivek. Při měřeních nebylo zjištěno žádné abnormální chování a armatura byla hodnocena jako vyhovující. Při obchůzce bylo zjištěno tření jedné z tyčí uzavíracího členu, a proto byla naplánována revize armatury. Při revizi byl zjištěn úbytek materiálu na vodících částech armatury, který se neprojevil ve výkonové křivce. Tento případ je vhodný pro doporučení použití doplňujících zkoušek, které by úbytek materiálu měly zaznamenat. [23]



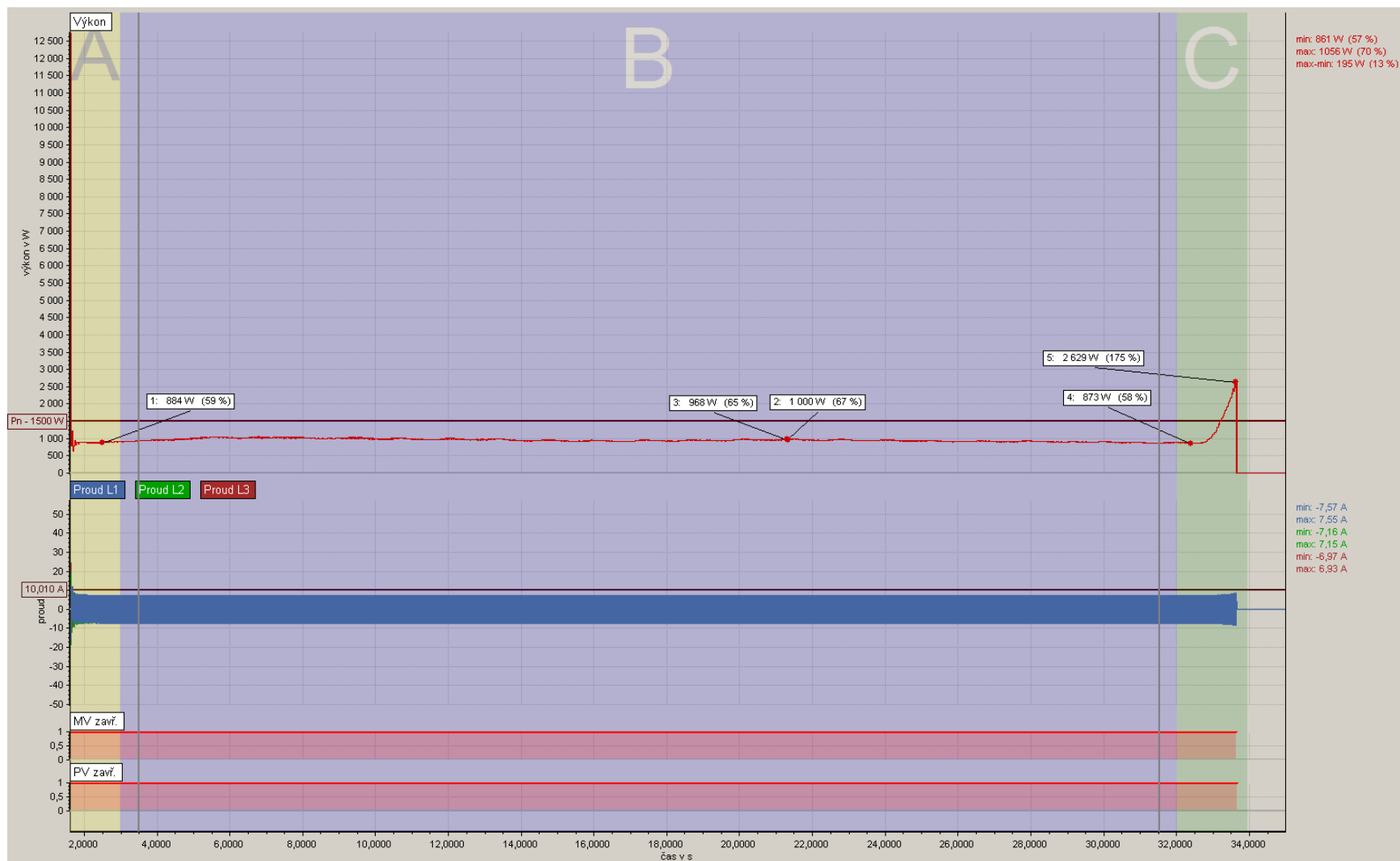
Obrázek 25: Posuv tyčí uzavíracího členu (zdroj: Archiv ETE)



Obrázek 26: Úbytek materiálu na armatuře 1TQ21S02 (zdroj: Archiv ETE)



Obrázek 27: Vyhovující křivka otevírání armatury 1TQ21S02 (zdroj: Archiv ETE)



Obrázek 28: Vyhovující křivka zavírání armatury 1TQ21S02 (zdroj: Archiv ETE)

Závěr

Náplní této bakalářské práce je analýza provozní problematiky armatur používaných na Jaderné elektrárně Temelín. Armatury slouží k regulaci toku média (pára, voda, voda s chemickými reagenty) a lze je rozdělit podle funkce, uzavíracího členu a způsobu ovládní. Provozované armatury vyžadují údržbu. Uváděné diagnostické metody jsou v současné době testovány za účelem možnosti použití v českých i slovenských elektrárnách.

Hlavním cílem práce byl návrh metody diagnostiky armatur pomocí momentových křivek včetně metodiky měření dat. Metoda je založena na měření elektrických a mechanických veličin pohonu, ze kterých je následně provedena komplexní analýza. Nejrozsáhlejšími znalostmi s touto metodou se mohou pyšnit zahraniční subjekty, jako jsou EPRI či Framatome. Data je možno použít pro získání současného stavu i trendování dlouhodobého vývoje používaných armatur. Důležitým prvkem této diagnostické metody je simulace chodu armatury na testovací stolici a prvotní měření při zkušebním chodu po instalaci na pracovní pozici. Získaná data slouží k výpočtu horních a dolních limitů napětí, proudů a koncových poloh. Určené limity jsou následně kontrolovány i při dalších měřeních a společně s dlouhodobě získávanými daty je možné sledovat vývoj opotřebení armatury. Při vychýlení parametrů mimo požadované hodnoty diagnostik zjišťuje příčiny a navrhuje doporučení na základě získaných dat. V rámci řešení této bakalářské práce byly upřesněny metodické pokyny pro měření armatur, čímž byla zajištěna opakovatelnost měření včetně správnosti měřených parametrů.

V praktické části jsou diskutovány důvody použití diagnostiky armatur na Jaderné elektrárně Temelín. Diagnostika je důležitá pro kontrolu všech elektricky ovládaných armatur. Armatury uzavřené v kontejnmentu by se bez vzdálené diagnostiky, probíhající přes měření dat z rozvaděče, daly kontrolovat pouze velice

obtížně. Za účelem bezpečnosti jsou armatury diagnostikovány při přechodu do režimů před odstávkou a při odstávce. Pomocí současné metody měření výkonových křivek lze identifikovat vady zařízení nebo případné chyby obsluhujících osob, ale z důvodu nedostatku údajů z předchozích měření není možné přesně určit charakter vady zařízení. Diagnostik vychází z předchozích měření, u kterých je absence simulačního zatížení z testovací stolice a prvotního měření po instalaci armatury, což omezuje možnosti diagnostiky.

Na základě informací získaných z EPRI a Framatomu se nejlépe jeví metoda diagnostiky pomocí momentových křivek. V tomto případě by byla použita simulace z testovací stolice a prvotní měření pro výpočet limitů, které by byly kontrolovány při periodickém měření. Pro komplexní údaje by měla být testovací stolice použita i před každou revizí. Vyšší počet měření by diagnostickému oddělení umožnil typizovat druhy vad na armatuře dle získané křivky. Díky sledování vývoje křivky by bylo možné porovnáním jednotlivých měření sledovat chování armatury v čase a zároveň by se umožnil přechod z preventivní údržby na údržbu prediktivní. Po přechodu na prediktivní údržbu je možné minimalizovat zásahy do zařízení pomocí změřených dat, čímž se významně snižují náklady a zvyšuje se efektivita provozu.

Použitá literatura

- [1] Infografika: Česká energetika v 21. století. *OEnergetice.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-08-28]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/energetika-v-cr/infografika-ceska-energetika-21-stoleti/>
- [2] Roční zpráva o provozu ES ČR 2017. In: *ERÚ.cz* [online]. Praha, 2018 [cit. 2019-01-31]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2017.pdf/521bff99-fdcf-4c86-8922-3a346af0bb88
- [3] *Energetika v ČR* [online]. Praha: Skupina ČEZ, 2018 [cit. 2018-08-8]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/cisla-a-statistiky/energetika-v-cr.html>
- [4] ŠKRANC, Karel. *Dispoziční uspořádání JE VVER 1000*. Brno, 2013.
- [5] ŠMUCR, Otakar. - ústní sdělení (vedoucí oddělení Péče o zařízení, Jaderná elektrárna Temelín, Březí u Týna nad Vltavou 71, 375 01 Temelín) dne 4.7.2018.
- [6] CENCINGER, František. *Primární část JE VVER 1000: Díl I. Základní zařízení primárního okruhu, Modul 1*. Brno, 2008.
- [7] KANTOR, Miroslav. *Příručka pro Vstupní školení do Jaderné elektrárny Temelín*. Brno, 2014.
- [8] CENCINGER, František. *Primární část JE VVER 1000: Díl III. Pomocné systémy*. Brno, 2009.
- [9] ŠKRANC, Karel. *Sekundární část JE VVER 1000: I. Díl*. Brno, 2015.
- [10] ŠKRANC, Karel. *Sekundární část JE VVER 1000: II. Díl*. Brno, 2015.
- [11] TICHÁ, Gabriela. *Elektrická část JE VVER 1000: I. část*. Brno, 2012.
- [12] TICHÁ, Gabriela. *Elektrická část JE VVER 1000: Modul 1*. Brno, 2011.

- [13] ŠKRANC, Karel. *Sekundární část JE VVER 1000: Modul 1, II. část*. Brno, 2011.
- [14] PÍSEK, Václav. - *ústní sdělení (Komponentový inženýr, Jaderná elektrárna Temelín, Březí u Týna nad Vltavou 71, 375 01 Temelín) dne 21.8.2018.*
- [15] POSPÍŠIL, . *Armatury energetických zařízení*. Brno, 1992.
- [16] ZELINKA, Josef. - *ústní sdělení (Specialista profesní podpory I., Jaderná elektrárna Temelín, Březí u Týna nad Vltavou 71, 375 01 Temelín) dne 21.8.2018.*
- [17] INDRA, Dušan. - *ústní sdělení (komponentový inženýr, Jaderná elektrárna Temelín, Březí u Týna nad Vltavou 71, 375 01 Temelín) dne 21.8.2018.*
- [18] *Nuclear Maintenance Applications Center: Air-Operated Valve Maintenance Guide, Revision 2*. EPRI, Palo Alto, 2008. 1016682.
- [19] *Lamikappa VIBNODE®: Online monitorovací systém pro standardní aplikace*. Teplice, 2002.
- [20] POSTLER, Marek. - *ústní sdělení (vedoucí oddělení Podpora provozu energetických zařízení divize Integrita a technický inženýring, Ústav jaderného výzkumu Řež, Hlavní 130, 250 68 Husinec-Řež) dne 6.8.2018.*
- [21] KOLAŘÍK, Kamil. - *ústní sdělení (nedestruktivní zkoušky, Jaderná elektrárna Temelín, Březí u Týna nad Vltavou 71, 375 01 Temelín) dne 7.8.2018.*
- [22] KRONĎÁK, Martin. - *ústní sdělení (vedoucí oddělení Podpora provozu energetických zařízení, Hlavní 130, 250 68 Husinec-Řež) dne 18.7.2018.*
- [23] KONVIČKA, Tomáš. - *ústní sdělení (diagnostik, Jaderná elektrárna Temelín, Březí u Týna nad Vltavou 71, 375 01 Temelín) dne 6.4.2019.*
- [24] *Use of MCC-Based Motor Torque Measurements for Periodic Verification of Motor-Operated Valves*. EPRI, Palo Alto, 2008. 1015069.
- [25] *SIPLUG®4 Qualification Overview*. Erlangen, 2016.

- [26] BRÜCKNER, Peter. *Framatome IBGSL - Lifetime Management: Monitoring and Diagnostics of Valves and Drives*. Karlstein, 2018.
- [27] BRÜCKNER, Peter. *Framatome: IBGSL Lifetime Management Monitoring and Diagnostics*. Karlstein, 2018.
- [28] *Technical Overview of Framatome's Valve Diagnostics System SIPLUG® / ADAM®*. Karlstein am Main, 2018.
- [29] *Technical Datasheet: ATESY: Test Bench for Actuators with AC Motors*. Karlstein am Main, 2014.
- [30] FRÖST, Andreas. *Experiences with SIPLUG®Online: Examples for detection of changes / irregularities and implementation of measures*. Erlangen, 2014.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vývoj energetiky v ČR [1].....	11
Obrázek 2: Graf změny spotřeby elektrické energie v závislosti na čase [3].....	11
Obrázek 3: Graf instalovaného výkonu českých elektráren v roce 2017	12
Obrázek 4: Graf vyrobené elektřiny v jednotlivých typech českých elektráren v roce 2017	12
Obrázek 5: Interakce sítí ve střední Evropě [2].....	13
Obrázek 6: Umístění elektrárny Temelín [4].....	14
Obrázek 7: Řízená štěpná reakce v jaderném reaktoru [7]	16
Obrázek 8: Základní schéma primárního okruhu JE VVER 1000 [6]	16
Obrázek 9: Tepelné schéma sekundárního okruhu JE Temelín [9].....	19
Obrázek 10: Vyvedení výkonu reaktorového bloku ETE [12]	21
Obrázek 11: Periodická kontrola momentu motoru – limity a rozdíly [24].....	34
Obrázek 12: Flowchart periodické kontroly momentu motoru [24; 27]	35
Obrázek 13: Vytvrzené mazivo	39
Obrázek 14: Porovnání otevírání armatury 1RY13S13 před a po revizi	40
Obrázek 15: Porovnání zavírání armatury 1RY13S13 před a po revizi	41
Obrázek 16: Armatuře 1RY13S13 při revizi.....	42
Obrázek 17: Vřeteno armatury 1RY13S13	42
Obrázek 18: Porovnání otevírání armatury 1TQ40S05 před a po revizi.....	44
Obrázek 19: Porovnání zavírání armatury 1TQ40S05 před a po revizi.....	45
Obrázek 20: Porovnání doby chodu armatury 2RL29S108.....	46
Obrázek 21: Porovnání otevírání armatury 2RL29S108 před a po výměně	47
Obrázek 22: Porovnání zavírání armatury 2RL29S108 před a po výměně	48
Obrázek 24: Porovnání otevírání armatury 1RY11S03 před a po generální opravě	50
Obrázek 25: Porovnání zavírání armatury 1RY11S03 před a po generální opravě	51
Obrázek 26: Posuv tyčí uzavíracího členu.....	52
Obrázek 27: Úbytek materiálu na armatuře 1TQ21S02	52
Obrázek 28: Vyhovující křivka otevírání armatury 1TQ21S02	53
Obrázek 29: Vyhovující křivka zavírání armatury 1TQ21S02	54

Seznam tabulek

Tabulka 1: Metodické pokyny pro měření.....	36
---	----

Přílohy

Příloha A: Datový list elektrické armatury 1RY13S13

DATOVÝ LIST EL. ARMATURY

1RY13S13

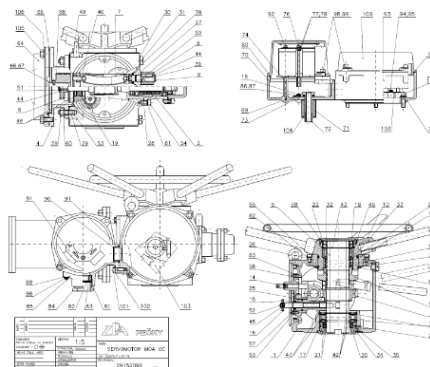
ev.č. 20194231046

KOD1 **1RY13S13**
 NAZC UV NA PERIODICKEM ODKALU 3.PG
 TYP 52074.3000
 VYR_CIS 4740003
 kom nr
 Obch.Typ ZPA Pečky - MOA OC 500-40 pro Kontejnment
 St. objekt 800/02
 Místnost Servo GA506/2
 POZN. foto 152
 k
 SJZ_ROZ 1LW04 1.58G 2
 NAZEV_VYV UV NA PERIODICKEM ODKALU 3.PG
 VYVOD.umístění
 jištění LB1-LC03M13
 CISLO_KAB W58GWC1797
 TYP_KABEL NSKB 12C*4
 Hanouskovo MDB revize:
 TYP_SERV 52074.3000
 SJZ_ROZV 2654
 POLE 06
 JISTENI_A INT32; 6,3-10; 6,8/70A
 JISTENI_B PKZMO-10; 6,3-10; 6,8/140A

SERVOPOHON bt: 3
 ovl: 2
 na: 2
 limita
 Rychlost 40ot/min
 Rozsah MO MZ 250-500Nm
 Mmax 650Nm
 Mmin U80%
 Zdvih

ELEKTROMOTOR

MOTOR TYP AJSI180B-4Z
 MOTOR VÝR.Č.
 P 2,2 2,2
 U 380 3x380
 IUM 6,8 6,8
 Motor I_Mmax
 Motor otáčky 1386
 Motor Ik 5,7In
 Motor Mk
 Motor Mjmen
 IP cosφ 0,59
 55(67 nové Brzd
 Brzd
 SELEK. IUM I.BL 6,8
 SELEK. IUM II.BL



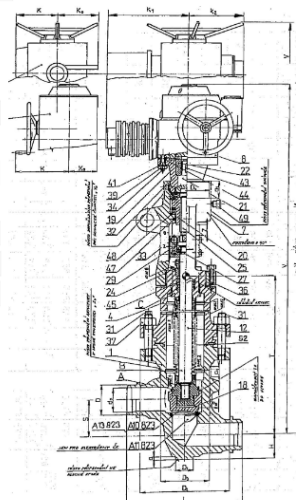
VLOŽENÉ PŘEVODY, DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

Převod
 Účinnost vlož. náhonu 1
 MZ za převodovkou
 MO za převodovkou

PŘIPOJOVACÍ ROZMĚRY SERVA

Příruba velikost F16
 Příruba norma ISO 5210
 Spojka C (prů 80-52)
 Spojka norma DIN 3338
 Tbl_PGÚ.KOD1 1RY13S13
 TYP_AR A10 823-0160/335-80
 VYROBCE Arako KRIT:
 DN 80 BT arm. 2 N
 PN 160 DPS arm. 1.21J 2
 Prac.Post. 40-VNT-110 Šablona: SAU01/6
 Místo Ar 800/01 (KNT1)*+25,70*GA506/2
 Správce Norek Sys CP CPPS
 Parametr diagnostiky 2014
 Typ diagnostiky 10
 Perioda diagnostiky
 E_code 0000419377
 TECH_PODM TP 422-C-113/88
 Odkaz T E:\POZ\SELEKTRO\pohony\ole objects\TP 42

ARMATURA



PARAMETRY ARMATURY

MZ-passport
 MO-passport
 MZ-tech. podm. 320
 MO-tech. podm. 150
 MZ-PřepKoeff 1
 MO-PřepKoeff 1
 MZ_přepočítaný 320
 MO_přepočítaný 150
 přest doba-tp 13,5s
 zdvih-tp 9ot
 Odkaz Doc-Přepočet

Příloha B: Datový list elektrické armatury 1TQ40S05

DATOVÝ LIST EL. ARMATURY

1TQ40S05

ev.č. 20194232039

KOD1 **1TQ40S05**

NAZC UA NA LINII NAHRAD.DOCHLAZOVANI

TYP 28/SMB2-80/2

VYR_CIS 900017

kom nr

Obch.Type Limitorque pro Kontejnment

St. objekt 800/02

Místnost Servo GA306/2

POZN. foto, v podlaze

321

k

SIJZ_ROZ 1DP10 1.58G **N**

NAZEV_VYV servisní napájení

VYVOD.umístění

jištění

CISLO_KAB

TYP_KABEL

Hanouskovo MDB revize:

TYP_SERV SMB2-80/2

SIJZ_ROZV 2643

POLE 03

JISTENI_A Int32; 10-16; 16/190A

JISTENI_B PKZM 0-25; 20-25; 20/350A

SERVOPOHON

bt: 2
ovl: 2
na: 2

limita
A.3.4.5
5 6

88607 Rychlost 57ot/min

SIJZ_VYV 1TQ40S05 Rozsah MO MZ 407-1491

id z vývod 14214 Mmax 2953

Umístění Rozv 800/03 IV.B Mmin U80%

AE1035/1 +41,40 Zdvih

ELEKTROMOTOR

MOTOR TYP

MOTOR VÝR.Č.

P 6,84 6,84

U 380 380

IJM 16 16

Motor I_{Mmax}

Motor otáčky 2850

Motor I_k 91,4 roz.

Motor M_k

Motor M_{jmen}

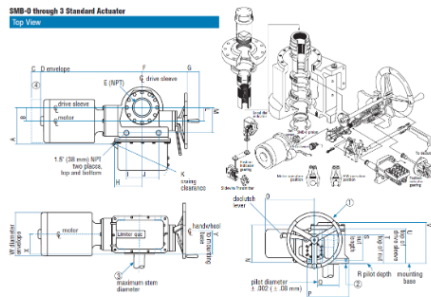
IP cosφ 0,65

Brzd

Brzd

SELEK. IJM I.BL 16

SELEK. IJM II.BL



Millimeters																									
SMB-0	224	78	102	607	78	333	102	173	109	145	304	78	160	257	404	211	127	5	155	180	226	257	267	145	163
SMB-1	240	86	102	719	152	333	102	188	124	164	304	81	180	254	427	290	152	5	179	203	251	282	305	150	168
SMB-2	277	112	102	836	127	333	102	196	130	140	304	112	208	257	455	343	179	5	219	235	283	308	160	193	
SMB-3	303	147	102	1003	152	452	102	207	229	102	307	132	287	307	518	406	216	5	238	254	315	301	400	206	236

VLOŽENÉ PŘEVODY, DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

Převod

Účinnost vlož. náhonu 1

MZ za převodovkou

MO za převodovkou

PŘIPOJOVACÍ ROZMĚRY SERVA

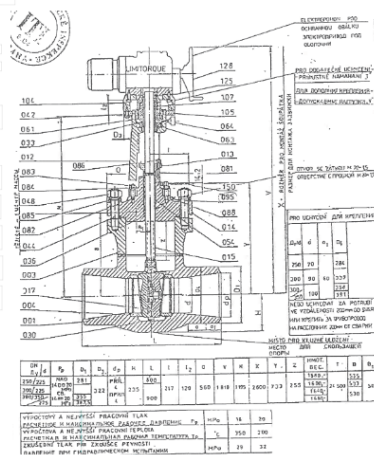
Příruba velikost G4

Příruba norma DIN 3210

Spojka C

Spojka norma din 3210

ARMATURA



PARAMETRY ARMATURY

MZ-passport

MO-passport

MZ-tech. podm. 1478

MO-tech. podm. 694

MZ-PřepKoeff 1

MO-PřepKoeff 1

MZ_přepočítaný 1478

MO_přepočítaný 694

přest doba-tp 33,6

zdvih-tp 31,9ot

Odkaz Doc-Přepočet

Tbl_PGÚ.KOD1 1TQ40S05

TYP_AR A00 123-0250/350-300

VYROBCE Mo KRIT: A

DN 300 BT arm. 1

PN 250 DPS arm. 1.20R

Prac.Post. 44-SOU-007 Šablona: TST0034

Místo Ar 800/02 (KNT1)*+13,20*GA306/2

Správce Mík Sys CP CPPH

Parametr diagnostiky 2016

Typ diagnostiky 2

Perioda diagnostiky 3

E_code 0000398950

TECH_PODM TP 422-14-15/87

Odkaz T [TE\POZ\SELEKTRO\pohony\ole objects\TP](#)

Příloha C: Datový list elektrické armatury 1RL29S108

DATOVÝ LIST EL. ARMATURY

1RL29S108

ev.č. 20194232039

KOD1 **1RL29S108**

NAZC OBTOK 1RL29S106

TYP 52020.3122S1

VYR_CIS 60200394

kom nr

Obch.Type ZPA Pečky - MOA 50-25 pro Obestavbu

St. objekt 490/01

Místnost Servo NA

POZN. 25

k

SJZ_ROZ 1DJ53 1.34T 3

NAZEV_VVY OBTOK 1RL29S106

VYVOD.umístění

jištění LB1-LC03M05

CISLO_KAB 1.34TWC0756

TYP_KABEL 1-CHKE-R 12C*2.5

Hanouskovo MDB revize:

TYP_SERV 52000.0022

SJZ_ROZV 1707

POLE 06

JISTENI_A Int.32; 0,63-1,0; 0,63/6,3A

JISTENI_B

SERVOPOHON

bt: 3

ovl: 3

na: 3

limity B.3.7.2

1 2 3 4

15746 Rychlost 25

1RL29S108-M1 Rozsah MO MZ 20-40Nm

id z vývod 15746 Mmax 181,45

Umístění Rozv 490/01 IV.B Mmin U80% 80

304 +30,00 Zdvih

ELEKTROMOTOR

MOTOR TYP

MOTOR VÝR.Č.

P 0,25 0,25

U 380 3x380

IUM 0,77 0,77

Motor I_Mmax

Motor otáčky 1350

Motor Ik 3,0In

Motor Mk

Motor Mjmen

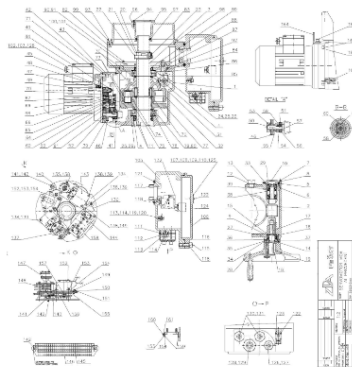
IP cosφ 0,79

Brzd

Brzd

SELEK. UM I.BL 0,63

SELEK. UM II.BL



VLOŽENÉ PŘEVODY, DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

Převod

Účinnost vlož. náhonu

MZ za převodovkou

MO za převodovkou

PŘIPOJOVACÍ ROZMĚRY SERVA

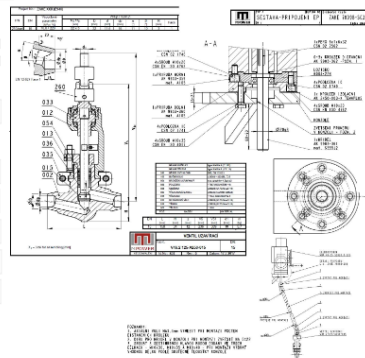
Příruba velikost F10

Příruba norma ISO 5210

Spojka E (prů 20)

Spojka norma DIN 3210

ARMATURA



PARAMETRY ARMATURY

MZ-passport

MO-passport

MZ-tech. podm. 25

MO-tech. podm. 25

MZ-PřepKoeff

MO-PřepKoeff

MZ_přepočítaný

MO_přepočítaný

přest doba-tp 14,4s

zdvih-tp 12mm(6ot)

Odkaz Doc-Přepočet

ND

POZN. k typu z tbl ND

POHON KATĚ 0100249904(52020.2122S); 0100312445(52020.3122S; minz1ks)

EKV D617

MOTOR K

OVLADAČ KATĚ

Těs

Tbl_PGÚ.KOD1 1RL29S108

TYP_AR V 46.2 125-A250-015

VYROBCE M-Power KRIT:

DN 15 BT arm. 3 N

PN 250 DPS arm. 1.34R 2

Prac.Post. Šablona: SAU01/7

Místo Ar 490/01 (STR1)*+21,00*MEZISTROJOVNA

Správce Havlík Sys CS CSKN

Parametr diagnostiky

Typ diagnostiky 5

Perioda diagnostiky

E_code 0000397545

TECH_PODM TP 422-24-01/09

Odkaz T

Příloha D: Datový list elektrické armatury 1RY13S03

DATOVÝ LIST EL. ARMATURY

1RY13S03

ev.č. **20194232039**

KOD1 **1RY13S03**

NAZC UV NA STALEM ODKALU 3.PG

TYP 52071.3040

VVR_CIS 4710006/94

kom nr

Obch.Type ZPA Pečky - MOA OC 130-40 pro Kontejnment

St. objekt 800/02

Místnost Servo GA506/2

POZN. foto 75

k

SJZ_ROZ 1LW04 1.58G 2

NAZEV_VVY UV NA STALEM ODKALU 3.PG

VVOD.umístění

jištění LB1-LC03M08

CISLO_KAB W58GWC1791

TYP_KABEL NSKB 12C*4

Hanouskovo MDB revize:

TYP_SERV 52071.3040

SJZ_ROZV 2654

POLE 06

JISTENI_A INT32; 2,5-4,0; 2,9/29A

JISTENI_B PKZM0-4; 2,5-4; 2,9/56A

SERVOPOHON

bt: 3 limita

ovl 2

na

17143 Rychlost 40ot/min

Rozsah MO MZ 63-130Nm

17143 Mmax 170Nm

Umístění Rozv 800/03 IV.B

Mmin U80%

AE607/2 +20,40 Zdvih

ELEKTROMOTOR

MOTOR TYP AISI116C-4Z

MOTOR VÝR.Č.

P 0,55 0,55

U 380 3x380

IUM 2,9 2,9

Motor I_Mmax

Motor otáčky 1403

Motor Ik 4,5In

Motor Mk

Motor Mjmen

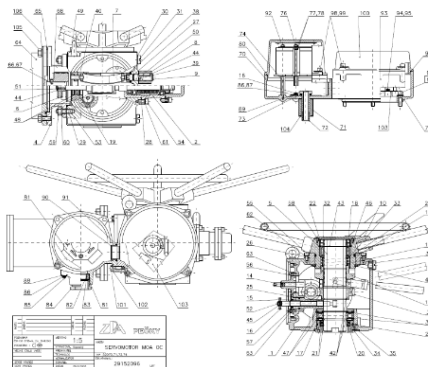
IP cosφ 0,43

55(67 nové Brzd

Brzd

SELEK. IUM I.BL 2,9

SELEK. IUM II.BL



VLOŽENÉ PŘEVODY, DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

Převod

Účinnost vlož. náhonu 1

MZ za převodovkou

MO za převodovkou

PŘIPOJOVACÍ ROZMĚRY SERVA

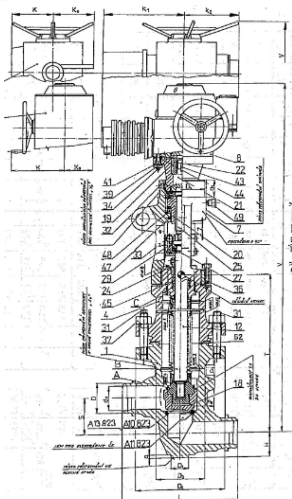
Příruba velikost F14

Příruba norma ISO 5210

Spojka C (prů 60-41,5)

Spojka norma DIN 3338

ARMATURA



Tbl_PGÚ.KOD1 1RY13S03

TYP_AR A10 823-0160/335-50

VYROBCE Arako KRIT:

DN 50 BT arm. 2 N

PN 160 DPS arm. 1.21J 2

Prac.Post. 40-VNT-110 Šablona: SAU01/6

Místo Ar 800/01 (KNT1)*+25,70*GA506/2

Správce Norek Sys CP CPPS

Parametr diagnostiky 2014

Typ diagnostiky 10

Perioda diagnostiky

E_code 0000419368

TECH_PODM TP 422-C-113/88

Odkaz T [E\POZ\SELEKTRO\pohony\ole objects\TP 42](#)

ND

POZN. k typu z tbl ND

POHON KATĚ 0100163884(52071.3040; minz2ks)

EKV D617

MOTOR K AISI116C-4Z(0810235980)

OVLADAČ KATĚ

Těs

PARAMETRY ARMATURY

MZ-passport

MO-passport

MZ-tech. podm. 110

MO-tech. podm. 15

MZ-PřepKoeff 1

MO-PřepKoeff 1

MZ_přepočítaný 110

MO_přepočítaný 15

přest doba-tp 4,5s

zdvih-tp 3ot

Odkaz Doc-Přepočet