

D – TECHNICKÁ ZPRÁVA

133220030 - VD PARDUBICE, HAVARIJNÍ OPRAVA ČLÁNKOVÝCH ŘETĚZŮ STŘEDNÍHO POLE

**Technické podmínky vymezující předmět veřejné zakázky
formou požadavků na výkon a funkci**



Investor:

Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951/8
Slezské Předměstí
500 03 Hradec Králové

Vypracoval:

Ing. Pavel Hačecký
Pod Krocínkou 467/6
190 00 Praha 9

Duben 2022

Obsah:

1	Identifikační údaje.....	3
1.1	Údaje o stavbě.....	3
1.2	Údaje o stavebníkovi	3
1.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace.....	3
2	Členění stavby na provozní soubory	3
3	Dokumentace opravy.....	3
4	Základní charakteristika opravy	3
4.1	Dispoziční řešení jezu.....	3
4.2	Havarijní porucha článkového řetězu ovládání jezové klapky	4
4.3	Předpokládaný rozsah opravy	4
5	Popis pohybovacího mechanismu	4
5.1	Dispoziční řešení mechanismu	4
5.2	Princip funkce pohybovacího mechanismu	5
5.3	Zatížení článkové řetězu klapky.....	5
6	Navržený článkový řetěz	6
7	Principiální technologický postup opravy	6
7.1	Provizorní hrazení.....	7
7.2	Pomocné konstrukce a přípravky, výroba nových dílů	7
7.3	Výroba nových dílů	8
7.4	Protikorozní ochrana.....	8
8	Požadavky na použité materiály	8
9	Kontrola jakosti provádění prací.....	8
9.1	Výrobní kontrola	8
9.1.1	Kontrola při výrobě.....	8
9.1.2	Kontrola při montáži.....	8
9.1.3	Kontrola provedení protikorozní ochrany	9
9.2	Komplexní zkoušky.....	9
9.2.1	Suché zkoušky	9
9.2.2	Mokrý zkoušky.....	9
9.2.3	Dokumentace kontroly	9

1 Identifikační údaje

1.1 Údaje o stavbě

Název stavby	VD Pardubice, havarijní oprava článkových řetězů středního pole
Číslo akce	133220030
Katastrální území	Pardubice [717657]
Obec	Pardubice [555134]
Místo stavby	VD Pardubice, ř. km 967,423
Název DM	Labe, Pardubice - jez
Číslo DM	9051003313
Identifikátor ISYPO	400038902

1.2 Údaje o stavebníkovi

Název (obchodní firma):	Povodí Labe, státní podnik
IČ:	70890005
DIČ:	CZ70890005
Adresa sídla:	Víta Nejedlého 951/8 Slezské Předměstí, 500 03 Hradec Králové
Zastoupen:	Ing. Mariánem Šebestou, generálním ředitelem

1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Název (obchodní firma):	Ing. Pavel Hačecký
IČ:	44842643
DIČ	CZ6306230568
adresa sídla:	Pod Krocínkou 467/6, 190 00 Praha 9

2 Členění stavby na provozní soubory

Stavba není členěna na jednotlivé provozní soubory.

3 Dokumentace opravy

Zhotovitel před zahájením opravy předloží investorovi zpracovaný plán BOZP, návrh povodňového a havarijního plánu, plán kontrol a zkoušek, technologický postup prací, firemní materiály a reference (zvláště o způsobilosti zhotovitele k provádění montážních prací na strojně – technologických zařízeních na VD). V případě potřeby si zhotovitel zajistí dílenskou dokumentaci vyráběných přípravků a dílů. Po dokončení opravy bude zhotovitelem zpracována dokumentace skutečného provedení pro každé jezové pole ve 3 paré.

4 Základní charakteristika opravy

4.1 Dispoziční řešení jezu

Pohyblivý jez VD Pardubice na Labi (ř. km 967,423) je umístěn kolmo k toku a je složen ze tří polí o světlosti 18 m. Každé pole je hrazeno ocelovým zdvižným stavidlem s nasazenou dutou klapkou pro jemnou regulaci průtoku. Celková hrazená výška je 4,1m (z toho stavidlo 2,8 m a klapka 1,3 m). Tento pohyblivý jezový uzávěr dosedá na spodní stavbu ve tvaru Jamborova prahu.

Ovládání každého uzávěru je zajištěno jedním společným elektromotorem a oboustrannými mechanickými pohybovacími mechanismy s Gallovými a článkovými řetězy. Pohybovací mechanismy jsou umístěny ve strojovnách v pilířích jezového pole. Přenos kroutícího momentu z mechanismu s elektromotorem na mechanismus téhož pole bez elektromotoru pole (na protějším pilíři) je řešen mechanickou transmisí, uloženou na spojovací lávce mezi pilíři jezu.

Oba mechanismy pomocí Gallových a článkových řetězů tak v daném poli společně ovládají jak pohyb nasazené klapky, tak i zdvihání celého uzávěru jako celku.

4.2 Havarijní porucha článkového řetězu ovládání jezové klapky

Dne 7.3.2022 došlo při manipulaci k přetržení dolního koncového článku ovládacího článkového řetězu jezové klapky. Hradící konstrukce v tomto jezovém poli je mimo provoz, klapka byla provizorně zajištěna ve vztýčené poloze.

4.3 Předpokládaný rozsah opravy

Požadavky investora na rozsah opravy jsou:

- demontáž stávajících řetězů
- montáž nových řetězů stejné nebo vyšší pevnosti

Provedená oprava v plném rozsahu obnoví provozuschopnost klapky, zvýší bezpečnost i provozní spolehlivost a prodlouží životnost pohybovacího mechanismu.

5 Popis pohybovacího mechanismu

5.1 Dispoziční řešení mechanismu

Pohybovací mechanismy jednoho pole jsou z hlediska pohonu dvou typů:

- mechanismus s elektromotorem (hnací mechanismus)
- mechanismus bez elektromotoru (hnaný mechanismus)

Přenos kroutícího momentu z hnacího mechanismu, umístěného v jednom pilíři, na hnaný mechanismus, umístěný v protějším pilíři, zajišťuje transmise umístěná na mezipilířové lávce.

Elektromotor hnacího mechanismu

Mechanismus je poháněn třífázový elektromotor o výkonu 5,5 kW / 950 1/min s kroutícím momentem 55,3 Nm.

Čelní převodovka

Otáčky elektromotoru jsou redukovány jednostupňovou čelní převodovkou s převodovým poměrem $i_1 = 3$.

Úhlová převodovka transmise

Transmise, přenášející kroutící moment z hnacího mechanismu na mechanismus hnaný, je osazena dvojicí úhlových převodovek.

Šneková převodovka

Základní komponentem pohybovacího mechanismu je mohutná šneková převodovka s primárním planetovým převodem na vstupu. Celkový převodový poměr této kombinované převodovky je $i_2 = 1000$.

Spojovací hřídele

Jednotlivé součásti pohonného řetězce jsou propojeny vloženými spojovacími hřídeli. Jsou vybaveny pevnými spojkami, hřídel mezi čelní převodovkou a šnekovou převodovkou má samostatné ložisko.

Hnací řetězka

Na výstupním hřídeli šnekové převodovky nasazena hnací řetězka pro ovládací Gallův řetěz jezového uzávěru (stavidla) s nasazenou klapkou.

Vzhledem k značnému radiálnímu zatížení je výstupní hřídel šnekové převodovky podepřen za řetězkou samostatným ložiskem.

Volná dolní řetězka

Stavidlo je ve své spodní části na obou bocích opatřeno shodnou volně otočnou řetězkou, takže celý mechanismus pro zvedání jezového uzávěru má vlastnosti kladkostroje s jednou pohyblivou kladkou.

Gallův řetěz

Ovládací Gallův řetěz je netypický s roztečí $t = 120$ mm. Pevný konec řetězu je upevněn v závěsu na základu pohonného mechanismu. Z tohoto bodu je řetěz veden dolů a přes volnou řetězku na tělese stavidla zpět nahoru na hnací řetězku mechanismu. Zde se opět otáčí dolů a končí na regulačním napínačce, kterým je napojen na článkový řetěz ovládání nesené klapky stavidla.

Článkový řetěz

Pro ovládání nesené klapky stavidla současně slouží dlouhočlánkový řetěz průměru $d = 40$ mm. Vnitřní rozměr článku je $p = 140$ mm. Materiálem článkového řetězu je konstrukční ocel.

Základový rám

Základový rám je svařenec z ocelových válcovaných profilů. Na rámu jsou ustaveny základy elektromotoru, čelní i kombinované šnekové převodovky a základ vnějšího ložiska hřídele s hnací řetězkou.

5.2 Princip funkce pohybovacího mechanismu

Pohybovací mechanismus plní dvě funkce:

Ovládání nesené klapky stavidla

Pomocí článkového řetězu, napojeného na Gallův řetěz, lze pohybem hnací řetězky v obou směrech regulovat sklon nesené klapky stavidla. Nezatížená větev Gallova řetězu dílem volně klesá směrem ke stavidlu, dílem se ukládá v ukladači pod základovým rámem soustrojí. Stavidlo při manipulaci s klapkou leží na dolním prahu. Smyčka Gallova řetězu je největší při plně zdvižené klapce, při plně sklopené klapce smyčka Gallova řetězu zmizí a řetěz se mezi hnací a volnou řetězkou napne.

Ovládání stavidla jako celku

Při napnutém Gallově řetězu je nesená klapka plně sklopena a pohybem hnací řetězky je možno zvedat stavidlo jako jeden celek. Smyčka řetězů na větví ke klapce se zvětšuje úměrně zvedání stavidla.

5.3 Zatížení článkové řetězu klapky**Silové účinky na klapku**

Při stanovení zatížení článkového řetězu klapky se vychází údajů v původní projektové dokumentaci ČKD Blansko, kde v části 4 OCK 9901-487 „Výpočet hradidlové tabule pro jez Pardubice“ je na straně 3 uvedena Tabulka zatížení, vycházející ze statického výpočtu Hydroprojektu (4-11260-1718 str.11). Hladina horní vody je uvažována po přelivnou hranu klapky ve výšce 1,30 m nad osou otáčení klapky.

V tabulce jsou uvedeny velikosti výsledných statických momentů sil působících na klapku vzhledem k její ose otáčení. Hodnoty momentů jsou v tabulce uvedeny pro několik poloh otevírání klapky a jsou vztaženy na 1 m délky klapky.

Poloha klapky	ΣM [kNm / m]	
0	9,30	klapka plně vztýčená
1	9,80	
2	12,40	
3	9,90	klapka plně sklopená
4	8,90	
5	6,40	

Při délce klapky (šířka jezového pole) $L = 18$ m činí maximální celkový statický moment M_k k ose klapky

$$M_k = 18 \times 12,40 = 223,20 \text{ tm}$$

Zatížení článkových řetězů

Tento moment M_k je zachycován dvojicí článkových řetězů. Síly R_t v řetězech působí na klapku rameni $r = 0,87$ m k ose klapky.

Teoretická síla v jednom řetězu tedy činí

$$R_t = (M_k / r) / 2 = (223,20 : 0,87) / 2 = \mathbf{128,30 \text{ kN}}$$

Z důvodů bezpečnosti bude skutečná jmenovitá síla R v jednom řetězu dále uvažována o velikosti

$$\mathbf{R = 150 \text{ kN}}$$

Tato síla se blíží hodnotě uvažovaného zatížení jednoho z Gallových řetězů pohybovacího mechanismu jezového uzávěru, jak je uvedeno v původní projektové dokumentaci (4 OCK 9901-487)

6 Navržený článkový řetěz

Pro obnovení provozuschopnosti jezového pole v plném rozsahu a zároveň pro zvýšení bezpečnosti i provozní spolehlivosti při manipulaci je navržen nový článkový řetěz se dvěma koncovými oky, která má následující základní parametry:

Rozteč článků	p	96	mm
Průměr článků	d	32	mm
Průměr koncového oka	d₁	40	mm
Vnitřní rozměry koncového oka		80 x 170	mm
Nosnost řetězu		315	kN
Výrobní zkušební síla		804	kN
Galvanické zinkování		min. 6	μm
Počet článků vč. koncových	n	1 + 63 + 1	ks
Stavební délka řetězu (oko oko)	L	6388	mm
Počet kusů pro střední jezové pole		2	ks

Poznámka:

Uvedené parametry článkového řetězu jsou potvrzeny atestem dodavatelem řetězu.

7 Principiální technologický postup opravy

Veškeré práce budou prováděny v souladu s obecnými normami i předpisy platnými v místě opravy i na pracovišti zhotovitele. Zhotovitel i jeho případní subdodavatelé musí doložit oprávnění provádět odborné práce na VD a zároveň musí prokázat dostatečný počet vyškolených pracovníků pro tyto práce.

Havarijní oprava (výměna) článkových řetězů pohybovacího mechanismu jezových uzávěrů bude prováděna přímo na staveništi v jezovém poli zahrazeném z horní vody.

Výměna řetězů bude probíhat v následujících krocích:

Přípravné práce

- zřízení pracoviště zhotovitele na VD
- zahrazení jezového pole z HV (provede investor a zhotovitel zajistí asistenci potápěčů)
- odstavení jezového pole ze systému řízení jezu, ponechání možnosti místního ovládání soustrojí
- průběžné odvádění případných průsaků do DV

D – Technická zpráva

- spuštění stavidla i nesené klapky stavidla do dolní polohy
- instalace lešení pro přístup k oběma závěsným čepům klapky a k oběma regulačním napínákům (2x)
- očištění pracoviště, stavidla a klapky v okolí čepů tlakovou vodou (2x)

Demontážní práce (2x)

- demontáž ochranných sítí, krytů kolem soustrojí ve strojovně
- instalace pomocného zdvihacího zařízení s nosností 500 kg ve strojovně
- odpojení článkového řetězu od klapky
- vyzdvižení uvolněného konce čl. řetězu do strojovny
- odpojení článkového řetězu od Gallova řetězu
- demontáž regulačního napínáku spoje řetězů
- demontáž závěsu řetězu na klapce
- odvoz článkového řetězu (cca 250 kg) ke šrotaci
- odvoz regulačního napínáku a závěsu klapky (cca 50 kg) ke zhotoviteli k repasi

Díleňské práce, výroba nových dílů, subdodávky (2x)

- výroba článkového řetězu dle specifikace (subdodávka)
- repase regulačního napínáku
- repase závěsu řetězu na klapce

Montážní práce (2x)

- přivezení nového článkového řetězu, regulačního napínáku a závěsu řetězu na staveniště (strojovna pohonu)
- zpětné propojení článkového a Gallova řetězu pomocí regulačního napínáku
- připojení volného konce článkového řetězu k závěsu klapky
- vyrovnání délky článkového řetězu regulačním napínákem pro správné ustavení klapky
- zpětná montáž ochranných sítí, krytů kolem soustrojí ve strojovně

Dokončovací práce

- oprava nátěrů poškozených pohybovacího mechanismu poškozených při opravě
- funkční suché zkoušky pohybu stavidla a nesené klapky v celém rozsahu pohybu
- funkční mokré zkoušky
- vyhrazení jezového pole (zajistí společně investor a zhotovitel)

7.1 Provizorní hrazení

Před zahájením opravy bude jezové pole provozovatelem vodního díla zahrazeno provizorním hrazením na straně horní vody. Takto bude staveniště předáno zhotoviteli. Asistenci potápěčů při zahrazení, případně vyhrazení, zajistí a hradí zhotovitel. Voda z jezového pole (průsaky, srážková voda) se bude trvale odvádět do dolní vody, tuto činnost provádí a hradí v rámci zakázky zhotovitel. Vyhrazení prov. hrazení provádí provozovatel vodního díla.

Poznámka:

Vzhledem k tomu, že potápěčské práce budou probíhat v letních měsících a do max. hloubky 5m, nejsou potápěčské práce omezeny žádným časovým limitem (viz dekompresní tabulky), ani není potřeba zvláštních opatření.

Potápěčské práce mohou provádět pouze odborně způsobilé osoby s kvalifikací "Potápěč pracovní 69-014-H"

7.2 Pomocné konstrukce a přípravky, výroba nových dílů

Pro demontáž i montáž článkových řetězů bude nutno použití pomocných konstrukcí a přípravků.

Lešení

Napojení článkového řetězu na Gallovy řetězy i na závěsy nesené klapky budou pro demontážní a montážní práce zpřístupněny lehkým lešením přístupným z dolní plošiny jezových pilířů žebříky.

Pomocné zdvihací zařízení

Strojovny v jezových pilířích nejsou uzpůsobeny pro manipulace s těžkými břemeny: stěny jsou vybaveny pevnými okny, střecha není jednoduše demontovatelná, ocelové prvky konstrukce strojoven nejsou dimenzovány pro přenos sil při manipulaci s těžkými břemeny.

Do každé strojovny tedy bude nutno nainstalovat dočasné pomocné zdvihací zařízení, skládající se z rozebíratelné ocelové konstrukce a z ručního kladkostroje s nosností 0,5 t a zdvihem cca 13 m. Návrh zařízení vč. výpočtu a technické dokumentace je součástí dodávky zhotovitele a předkládá se zadavateli ke schválení použití na VD.

Plovoucí nosič jeřábové techniky

Je nutno mít na paměti, že žádné jezové pole není přímo dosažitelné mobilní jeřábovou technikou pro malou únosnost spojovací lávky mezi pilíři. Pro její případné použití by bylo nutné použití pomocného plovoucího nosiče s autojeřábem na palubě. Nosičem může být samostatný ponton, sestava spojených menších pontonů a podobně. Použití nosiče s instalovaným jeřábem je podmíněno platnými dokumenty SPS samotného nosiče a kontrolním výpočtem plovatelnosti a stability pro použití nosiče s konkrétní uvažovaným mobilním jeřábem. Výpočet bude schválen inspekční organizací (např. CS Lloyd).

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem i pro relativně malé hmotnosti přemísťovaných dílů (do 250 kg) se s použitím plovoucí jeřábové techniky při opravě článkových řetězů neuvažuje.

7.3 Výroba nových dílů

Novými díly jsou článkové řetězy – subdodávky.

7.4 Protikorozní ochrana

Z protikorozní ochrany bude provedeno její obnovení v místech, kde došlo k jejímu poškození při opravě článkových řetězů. (ve strojovnách i na stavidle a na klapce). Nové článkové řetězy ovládání klapky budou dodavatelem řetězu galvanicky zinkovány **vrstvou min. 6 μm** .

8 Požadavky na použité materiály

Pro veškeré materiály a subdodávky použité při opravě musí mít zhotovitel k dispozici příslušné certifikáty a osvědčení o zkouškách pro použití ve výstavbě.

9 Kontrola jakosti provádění prací

Všechny díly dodávky a kvalita montáže budou průběžně sledovány a zkoušeny ve všech fázích výroby i montáže. Všechny kontrolní zkoušky jsou součástí dodávky. O provedení každé zkoušky bude proveden zápis, všechny zápisy budou dokladovány. Kontrola jakosti prováděných prací se zaměřuje na dodržování schválených technologických postupů, na dodržení rozměrů a požadovaných vlastností použitých materiálů a na kvalitu povrchové ochrany.

9.1 Výrobní kontrola**9.1.1 Kontrola při výrobě**

Všechny nově vyráběné díly podléhají výstupní kontrole ve výrobě. Kontroluje se jakost materiálu a rozměrová přesnost provedení.

9.1.2 Kontrola při montáži

Při montáži dílů se kontroluje kompletnost montáže, vizuálně kvalita svarů, dotažení šroubových spojů, případně poloha, pohyblivost a funkce některých dílů.

9.1.3 Kontrola provedení protikoroze ochrany

Během provádění protikoroze ochrany se průběžně kontroluje kvalita přípravy povrchu a dodržování technologických postupů. Po dokončení se kontroluje tloušťka nátěru včetně případné kontroly jednotlivých vrstev.

9.2 Komplexní zkoušky

Komplexní zkoušky probíhají ve dvou fázích.

9.2.1 Suché zkoušky

Regulačními napínáky se nastaví správná délka článkových řetězů a tím i celé klapky. Kontroluje se správnost a plynulost pohybu v celém rozsahu stavidla a kapky. Kontroluje se seřízení koncových spínačů a jednoznačnost bodů sepnutí (rozepnutí).

Pro ochranu před suchým třením se pryžová těsnění zvlhčí vodou s přídavkem mýdla. Po zkouškách se provede oprava případně při montáži poškozené PKO.

9.2.2 Mokrý zkoušky

Rozsah zkoušky mechanismů jsou obdobné jako u suchých zkoušek. Po zaplavení prostoru mezi PHr a jezovým uzávěrem se kontroluje případné porušení těsnosti všech těsnění způsobené poškozením při výměně článkových řetězů.

9.2.3 Dokumentace kontroly

Všechny uskutečněné kontroly jakosti provedených prací musí být písemně dokumentovány. Stejně musí být dokumentována provedená nápravná opatření k odstranění kontrolou zjištěných závad a následná kontrola účinnosti těchto opatření.

Dokumentace provedených kontrol a nápravných opatření se vede v rámci stavebního deníku, obvykle jako jeho samostatná část nebo příloha. Podrobné požadavky na způsob a rozsah dokumentace kontroly se určí v rámci technologického předpisu.

Z dokumentace kontroly musí být zřejmé, jaké kontrolní zkoušky byly provedeny, v jakém rozsahu a dále v kterých místech konstrukce a v které době byly provedeny. Pro každou zkoušku musí být v dokumentaci uvedeny jejich výsledky a zhodnocení těchto výsledků.

V případě, že zkouška nevyhoví předepsaným kritériím, zaznamená se do dokumentace požadavek na nápravná opatření a poté údaje o jejich realizaci s následným jejich zhodnocením.

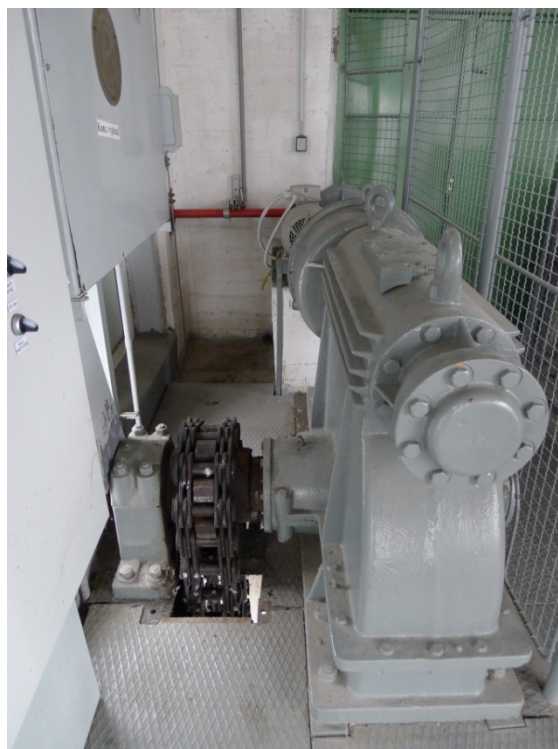
V dokumentaci kontroly musí být obsažena i zjištění vizuálních kontrol se všemi identifikačními údaji v obdobném rozsahu a s fotodokumentací.

Duben 2022

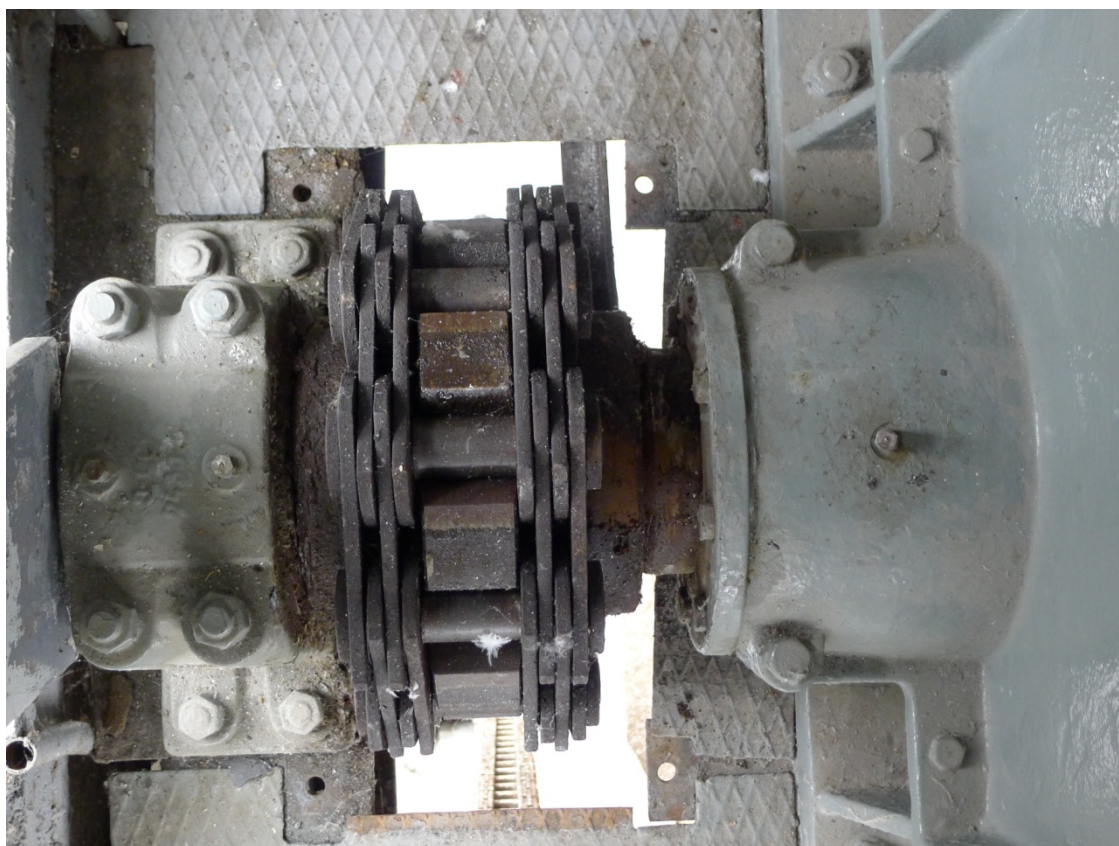
vypracoval : Ing. Pavel Hačecký



Strojovna s hnacím mechanismem



Hnací mechanismus



Hnací řetězka (bez krytu) na výstupním hřídeli šnekové převodovky



Regulační napínák horního závěsu článkového řetězu



Dolní závěs článkového řetězu – přetržené koncové oko