

Smlouva o dílo

"Numerické simulace flutteru turbinových lopatek v kaskádě s vlhkým vzduchem pomocí ANSYS CFX"

uzavřená dle § 2586 a násl. zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku
(dále jen „smlouva“)

Číslo smlouvy objednatele: bude uvedeno v záznamu o uveřejnění smlouvy v registru smluv dle zák. č. 340/2015 Sb.

Číslo smlouvy zhotovitele:

Tato smlouva je uzavřena na základě výsledku zjednodušeného podlimitního řízení veřejné zakázky evidované na profilu zadavatele pod systémovým číslem: P22V00000118 (dále jen „Zadávací řízení“)

Název projektu: Optimalizace provozních parametrů energetických celků a jejich klíčových komponent

Číslo projektu: TN01000007-NCE-PB1.07

Smluvní strany

1) **NUM solution s.r.o.**

sídlo: U Pergamenky 1145/12, 170 00, Praha 7 – Holešovice, ČR

zastoupen: xxxx

IČO: 04199766 DIČ: CZ04199766

zapsaný v obchodním rejstříku vedeného u Městského soudu v Praze pod sp. zn.: C 244015

kontaktní osoba: xxxx

(dále jen „zhotovitel“)

a

2) **Západočeská univerzita v Plzni**

sídlo: Univerzitní 8, 301 00 Plzeň

IČO: 49777513 DIČ: CZ49777513

zastoupen: doc. Dr. RNDr. Miroslav Holeček, rektor

kontaktní osoba oprávněná jednat ve věcech technických (dále jen „kontaktní osoba“):

xxxx

(dále jen „objednatel“ nebo „zadavatel“)

I. Předmět smlouvy

- 1.1 Předmětem této smlouvy je závazek zhotovitele k provedení díla pod názvem „**Numerické simulace flutteru turbinových lopatek v kaskádě s vlhkým vzduchem pomocí ANSYS CFX**“. Zhotovitel se zavazuje provést dílo na vlastní náklady a nebezpečí, ve sjednaném čase, a objednatel se zavazuje zaplatit zhotoviteli za řádné a včasné provedení díla sjednanou cenu. Dílo spočívá v provedení a vyhodnocení numerických simulací pro níže uvedený případ flutteru turbinových lopatek v lineární kaskádě obtékané vlhkým vzduchem. Kaskáda je tvořena osmi tenkými lopatkami s třetivou 50 mm o stejném profilu podél výšky lopatky (80 mm). Centrální čtyři lopatky mohou kmitat ohybově i torzně, popř. kombinovaně.

Primárně jsou lopatky jednostranně uchycené a vykazují ohybové deformace při kmitání. Provedení díla zahrnuje

- a) na základě zadavatelem specifikovaných dvou geometrií zhotovitel připraví výpočtovou síť (blíže viz čl. 3.1 této smlouvy),
 - b) na základě zadavatelem specifikovaných podmínek (blíže viz čl. 3.1 této smlouvy) zhotovitel provede numerické simulace flutteru ve formě běžící vlny (bude zkoumán vliv vlhkosti na stabilitu lopatkové kaskády),
 - c) zhotovitel provede srovnání numerických výsledků s experimentálními daty, jež jsou uvedena v příloze č. 1 této smlouvy.
- 1.2 Zhotovitel se touto smlouvou zavazuje provést výše popsané dílo v souladu se zadávacími podmínkami Zadávacího řízení a za dodržení podmínek dále uvedených v této smlouvě.
- 1.3 Zhotovitel potvrzuje, že se seznámil s rozsahem a povahou díla, že jsou mu známy veškeré technické, kvalitativní a jiné podmínky nezbytné k realizaci díla, že disponuje takovými kapacitami a odbornými znalostmi, které jsou k provedení díla nezbytné.
- 1.4 Pro odstranění pochybností se stanoví, že zhotovitel je povinen provést i veškeré další v této smlouvě výslovně neuvedené činnosti, bude-li jejich provedení nutné, obvyklé či spravedlivě objednatelům očekávané a zhotovitel jejich provedení měl či mohl předvídat. Provedení taktových činností nemá vliv na cenu za dílo uvedenou v této smlouvě.

II. Doba plnění

- 2.1 Zhotovitel se zavazuje provést dílo nejpozději do 15. 12. 2022.
- 2.2 Zhotovitel se zavazuje provedené dílo vyfakturovat, resp. doručit řádnou fakturu objednateli nejpozději do 31. 12. 2022.

III. Práva a povinnosti smluvních stran

- 3.1 Zhotovitel je povinen provést dílo dle pokynů objednatele a dokumentace, jež tvoří přílohu č. 1 této smlouvy (tj. geometrie lopatkové kaskády ve formátu IGS; okrajové podmínky - celkový a statický tlak, teplota a relativní vlhkost ve vstupním bodě před kaskádou a průběh celkového a statického tlaku za kaskádou; a specifikace pohybu (amplitudy torzních, ohybových či kombinovaných kmitů)) a v souladu s obecně závaznými právními předpisy.
- 3.2 Zhotovitel je povinen provádět násl. části díla:
- a) provedení numerických simulací a
 - b) vyhodnocení výsledků a srovnání s měřením poskytnutým Objednatel
- výhradně prostřednictvím osob, kterými v Zadávacím řízení pro účely hodnocení prokazoval údaj o počtu odborných publikací. Jinými osobami lze v tomto článku specifikované části díla provádět pouze pokud Zhotovitel prokáže Objednateli, že taková jiná osoba má min. stejný počet odborných publikací s obdobným tématem jako osoba, která má být nahrazena.
- 3.3 Zhotovitel se zavazuje opatřit vše, co je zapotřebí k provedení díla podle této smlouvy.
- 3.4 Smluvní strany navzájem jsou si povinny poskytnout veškerou součinnost potřebnou k provedení díla.
- 3.5 Objednatel je oprávněn v průběhu provádění díla kontrolovat průběžný postup prací na díle. Zhotovitel je povinen na výzvu objednatele tuto součinnost umožnit.

- 3.6 Objednatel je oprávněn požadovat schůzky se zhotovitelem ohledně plnění díla dle potřeby, avšak minimálně jednou za tři měsíce. Postup plnění bude také kontrolován a upřesňován pomocí zápisů ze schůzek.

IV. Převzetí a předání díla

- 4.1 Objednatel není povinen převzít dílo vykazující vady či nedodělky.
- 4.2 K předání díla bude zhotovitelem připraven předávací protokol, který po jeho odsouhlasení podepíší zástupci obou smluvních stran. Převezme-li objednatel dílo s vadami či nedodělky, budou tyto vady či nedodělky uvedeny v předávacím protokolu včetně termínu, v němž objednatel požaduje jejich odstranění.
- 4.3 Osobami oprávněnými k podpisu předávacího protokolu jsou kontaktní osoby smluvních stran.
- 4.4 Změna kontaktních osob musí být oznámena druhé smluvní straně písemně, přičemž je účinná okamžikem doručení tohoto oznámení.
- 4.5 Místem převzetí díla je Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní, Katedra energetických strojů a zařízení, Univerzitní ul., orientační číslo 22, 301 00 Plzeň, Česká republika. Výsledky budou předány formou prezentace výsledků, dále bude předána kompletní závěrečná zpráva včetně veškerých dat dodaných v elektronické podobě na nosiči dle domluvy.

V. Vlastnické právo a nebezpečí škody na díle

- 5.1 Vlastníkem díla je od počátku zahájení plnění objednatel.
- 5.2 Nebezpečí škody na zhotoveném díle nese od uzavření smlouvy do doby předání řádně provedeného díla zhotovitel. Objednatel nese nebezpečí škody na zhotoveném díle ode dne, kdy převezme dílo.

VI. Cena za dílo a platební podmínky

- 6.1 Cena za řádně a včas dokončené dílo byla stanovena na základě nabídky zhotovitele v Zadávacím řízení a činí celkem: 500 000,- Kč bez DPH (dále jen „cena díla“).
- 6.2 DPH bude uplatněna dle platné sazby ke dni uskutečnění zdanitelného plnění.
- 6.3 Cena díla obsahuje veškeré náklady pro realizaci předmětu smlouvy včetně nákladů souvisejících (např. pojištění, veškeré dopravní náklady, zvýšené náklady vyplývající z obchodních podmínek apod.). Zhotovitel přebírá nebezpečí změny okolností ve smyslu ust. § 2620 odst. 2 a dle § 1765 odst. 2 o.z.
- 6.4 Za správnost stanovené sazby DPH nese odpovědnost zhotovitel.
- 6.5 Cena díla je pevná po celou dobu realizace díla a zahrnuje veškeré náklady zhotovitele související s realizací díla. Cena za dílo je stanovena jako nejvýše přípustná. Cena za dílo je překročitelná pouze v případě, dojde-li v průběhu realizace ke změně daňových předpisů s dopadem na cenu díla. Objednatel jiné překročení ceny díla nepřipouští.
- 6.6 Objednatel neposkytuje zálohy. Zhotoviteli bude proplacen daňový doklad (faktura) vystavený po řádném dokončení a předání díla. V případě zjištění vad či nedodělků při předání díla, je zhotovitel oprávněn vystavit fakturu až po odstranění poslední vady a nedodělku.
- 6.7 Faktura musí obsahovat veškeré náležitosti daňového a účetního dokladu dle zákona č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty a zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví. Kromě

náležitostí stanovených právními předpisy je poskytovatel povinen uvést v každé faktuře i tyto údaje:

- a) číslo a datum vystavení faktury,
- b) číslo smlouvy objednatele (uvedené v záznamu o uveřejnění této smlouvy v registru smluv dle zák. č. 340/2015 Sb.),
- c) identifikaci a kontaktní údaje osoby, která fakturu vyhotovila,
- d) označení banky a číslo tuzemského účtu zhotovitele zveřejněného v „Registru plátců DPH a identifikovaných osob“ (dle § 96 ZDPH),
- e) lhůtu splatnosti faktury 30 dní,
- f) IČO a DIČ objednatele a zhotovitele, jejich přesné názvy a sídlo.

- 6.8 Přílohou faktury musí být kopie předávacího protokolu, z něž plyne, že dílo bylo řádně provedeno.
- 6.9 Faktura musí obsahovat všechny náležitosti stanovené touto smlouvou. Faktura nesplňující předepsané náležitosti bude objednatelem vrácena do dne její splatnosti k doplnění či opravě, aniž se tak dostane do prodlení se splatností. Lhůta splatnosti počíná běžet znovu od opětovného doručení náležitě doplněné či opravené faktury objednateli.
- 6.10 Splatnost faktury je 30 dní ode dne jejího doručení objednateli.
- 6.11 Zhotovitel je podle ustanovení § 2 písm. e) zákona č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů, osobou povinnou spolupůsobit při výkonu finanční kontroly. Zhotovitel je povinen poskytnout při výkonu finanční kontroly součinnost a poskytnout přístup ke všem dokumentům souvisejícím se zadáním a realizací díla dle této smlouvy, včetně dokumentů podléhajících ochraně podle zvláštních právních předpisů. Za účelem řádného splnění této povinnosti je zhotovitel povinen smluvně zavázat i všechny své případné poddodavatele.
- 6.12 Zhotovitel je povinen archivovat originální vyhotovení smlouvy včetně jejích dodatků, originály účetních dokladů a dalších dokladů vztahujících se k realizaci předmětu této smlouvy po dobu 10 let ode dne nabytí účinnosti této smlouvy. Po tuto dobu je zhotovitel povinen umožnit osobám oprávněným k výkonu kontroly projektu provést kontrolu dokladů souvisejících s plněním této smlouvy.
- 6.13 Zhotovitel, je-li plátcem DPH, se zavazuje, že na jím vydaných daňových dokladech bude uvádět pouze čísla tuzemských bankovních účtů, která jsou správcem daně zveřejněna způsobem umožňujícím dálkový přístup (§ 98 písm. d) ZDPH). V případě, že daňový doklad bude obsahovat jiný než takto zveřejněný tuzemský bankovní účet, má objednatel právo ponížít platbu zhotoviteli uskutečňovanou na základě této smlouvy o příslušnou částku DPH a současně je oprávněn odvést částku DPH z příslušného plnění přímo na účet finančnímu úřadu. Smluvní strany si sjednávají, že takto zhotoviteli nevyplacenou částku DPH odvede správci daně sám objednatel v souladu s ustanovením § 109a ZDPH.
- 6.14 V případě, že se zhotovitel stane tzv. nespolehlivým plátcem DPH ve smyslu § 106a ZDPH, je objednatel oprávněn odvést částku DPH z příslušného plnění přímo na účet finančnímu úřadu, a to v návaznosti na § 109 a 109a ZDPH. V takovém případě tuto skutečnost objednatel oznámí zhotoviteli a úhradou DPH na účet finančního úřadu se pohledávka zhotovitele za objednatelem v částce uhrazené DPH považuje bez ohledu na další ustanovení této smlouvy za uhrazenou. Skutečnost, že se zhotovitel stal tzv. nespolehlivým plátcem DPH, bude ověřena z veřejně dostupného registru, což zhotovitel výslovně akceptuje a nebude činit sporným.

VII. Odpovědnost za vady díla

- 7.1 Dílo má vady, pokud není provedeno v souladu s podmínkami stanovenými touto smlouvou a jejími přílohami.
- 7.2 Zhotovitel dává záruku za jakost díla po dobu 24 měsíců. Po dobu záruky zhotovitel odpovídá za vady, které se na díle vyskytnou.
- 7.3 Objednatel je povinen uplatnit vady u zhotovitele, a to písemně (i e-mailem kontaktní osobě objednatel) s uvedením vytýkaných vad. Lhůta k odstranění vady se stanovuje na 14 kalendářních dní od doručení oznámení o výskytu vady zhotoviteli, pokud nebude smluvními stranami dohodnuto jinak. Zhotovitel je povinen odstranit vytknuté vady na svůj náklad.
- 7.4 Vadu díla, jakož i volbu nároku z vady lze uplatnit kdykoli v průběhu záruční doby (bez ohledu na to kdy objednatel vadu zjistí), přičemž i reklamáce odeslaná v poslední den záruční doby se považuje za včas uplatněnou. Smluvní strany vylučují aplikaci všech ust. o.z., která zkracují reklamační lhůtu, lhůtu pro uplatnění nároků z vad, jakož i samotné nároky z těchto vad, tj. zejm. ust. § 2111, § 2112 a 2618 o.z.

VIII. Odstoupení od smlouvy

- 8.1 Obě smluvní strany jsou oprávněny odstoupit od této smlouvy v případech stanovených zákonem.
- 8.2 Smluvní strany se dohodly, že Objednatel je oprávněn v souladu s § 2001 o.z. od této smlouvy písemně odstoupit z důvodu jejího porušení Zhotovitelem.
- 8.3 Objednatel je dále oprávněn odstoupit od této smlouvy v případě že:
 - a) zhotovitel bez právního důvodu přeruší nebo zastaví provádění díla na dobu delší než patnáct (15) pracovních dnů;
 - b) zhotovitel i přes písemné upozornění objednatel provádí dílo neodborně nebo v rozporu s podklady pro provedení díla nebo v rozporu s pokyny objednatel;
 - c) zhotovitel písemně oznámí objednateli, že není schopen plnit své závazky podle této smlouvy;
 - d) příslušný soud pravomocně rozhodne, že zhotovitel je v úpadku nebo mu úpadek hrozí (tj. vydá rozhodnutí o tom, že se zjišťuje úpadek zhotovitele nebo hrozící úpadek zhotovitele), nebo ve vztahu k zhotoviteli je prohlášen konkurs nebo povolena reorganizace;
 - e) je podán návrh na zrušení zhotovitele podle zák. č. 90/2012 Sb., zákona o obchodních korporacích, nebo je zahájena likvidace zhotovitele v souladu s příslušnými právními předpisy.
- 8.4 Smluvní strany výslovně vylučují použití ust. § 2591 a § 2595 o.z. ve vztahu k možnosti odstoupení od smlouvy. Smluvní strany dále výslovně vylučují použití ust. § 1978 odst. 2 o.z. ve vztahu k možnosti odstoupení od smlouvy zhotovitelem.

IX. Smluvní pokuty a náhrada škody

- 9.1 V případě prodlení zhotovitele s provedením díla nebo s odstraněním vady díla nebo s fakturací ceny díla ve lhůtách dle této smlouvy, je zhotovitel povinen uhradit objednateli smluvní pokutu ve výši 0,05 % z celkové ceny díla (bez DPH) za každý i započatý den prodlení.

- 9.2 Bude-li objednatel v prodlení se zaplacením ceny díla, je zhotovitel oprávněn požadovat po objednateli smluvní pokutu ve výši 0,05 % z neuhrazené části peněžitého závazku, a to za každý den prodlení.
- 9.3 Ujednáním o smluvní pokutě není dotčeno právo na náhradu škody způsobené porušením povinnosti, na kterou se smluvní pokuta vztahuje, a to ani v případě, že náhrada škody přesahuje smluvní pokutu.
- 9.4 Smluvní pokuta je splatná do 30 dnů od data, kdy byla povinné straně doručena písemná výzva k jejímu zaplacení ze strany oprávněné, a to na účet oprávněné strany uvedený v písemné výzvě.
- 9.5 Zhotovitel bere na vědomí, že dílo je spolufinancováno z dotačního titulu a objednatel je povinen dodržet dotační podmínky, a to zejm. mezní termín realizace stanovený poskytovatelem dotace (31.12.2022), s ohledem, na nějž je stanoven i mezní termín plnění této smlouvy a fakturace poskytnutého plnění. V případě nedodržení podmínek stanovených poskytovatelem dotace může dojít ke krácení či neposkytnutí dotace. Smluvní strany sjednávají, že zhotovitel je povinen nahradit objednateli veškerou újmu (majetkovou i nemajetkovou) ve výši sankcí, které budou objednateli uloženy v souvislosti s nedodržením mezního termínu realizace akce nebo jiných dotačních podmínek, bude-li takováto sankce uložena v souvislosti s porušením některé z povinností zhotovitele stanovených touto smlouvou (za sankci se považuje i případné neposkytnutí či krácení dotace).

X. Závěrečná ustanovení

- 10.1 Smluvní strany se dohodly, že ostatní práva a povinnosti smluvních stran se řídí občanským zákoníkem a dalšími příslušnými právními předpisy.
- 10.2 Smlouvu lze měnit a doplňovat pouze písemně, a to vzestupně číslovanými dodatky. Jiné zápisy, protokoly, e-maily apod. se považují za podklad ke změně smlouvy, nikoliv za její změnu.
- 10.3 Smlouva je vyhotovena v elektronické podobě, s kvalifikovanými nebo zaručenými elektronickými podpisy zástupců smluvních stran založenými na kvalifikovaném certifikátu.
- 10.4 Zhotovitel bere na vědomí, že objednatel je subjektem povinným uveřejňovat smlouvy dle zákona č. 340/2015 Sb., a pokud tato smlouva splňuje podmínky pro uveřejnění dané zákonem, objednatel tuto smlouvu uveřejní v registru smluv.
- 10.5 Zhotovitel je povinen tuto smlouvu uveřejnit v souladu s ust. § 5 zák. č. 340/2015 Sb. nejpozději do tří (3) měsíců od jejího uzavření, nebude-li tato smlouva zveřejněna v souladu s ust. § 5 zák. č. 340/2015 Sb. objednatelem nejpozději do jednoho měsíce po jejím uzavření.
- 10.6 Smlouva je uzavřena dnem podpisu poslední smluvní strany a nabývá účinnosti dnem jejího uveřejnění v registru smluv.

Přílohy:

Příloha č. 1 - Dokumentace dle čl. 3.1 smlouvy

Za objednatele dne (viz el. podpis)

Za zhotovitele dne (viz el. podpis)

.....
Západočeská univerzita v Plzni
doc. Dr. RNDr. Miroslav Holeček
rektor

.....
NUM solution s.r.o.
xxxx
xxxx

Parametry kaskády a podmínek testování

úhel náběhu (°)	tětiva lopatky (m)	výška lopatky (m)	úhel nastavení kasi t/blop	frekvence kmitání Fr(Hz)
-2	0,05	0,0795	-77,2	0,9365
0,762619	684732,7	0,093612	244,3149	72,8

celková teplota v b	relativní vlhkost v	přepočtená relativ	zkondenzovaná vlh	statická teplota v t	dynamický tlak v b	statický tlak v b	statický tlak v bodě 3 ps3 (Pa)
11,9928	61,9474	100	0,0033	-17,7184	31409,1	66856,9	68431,7

Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření před kmitáním:

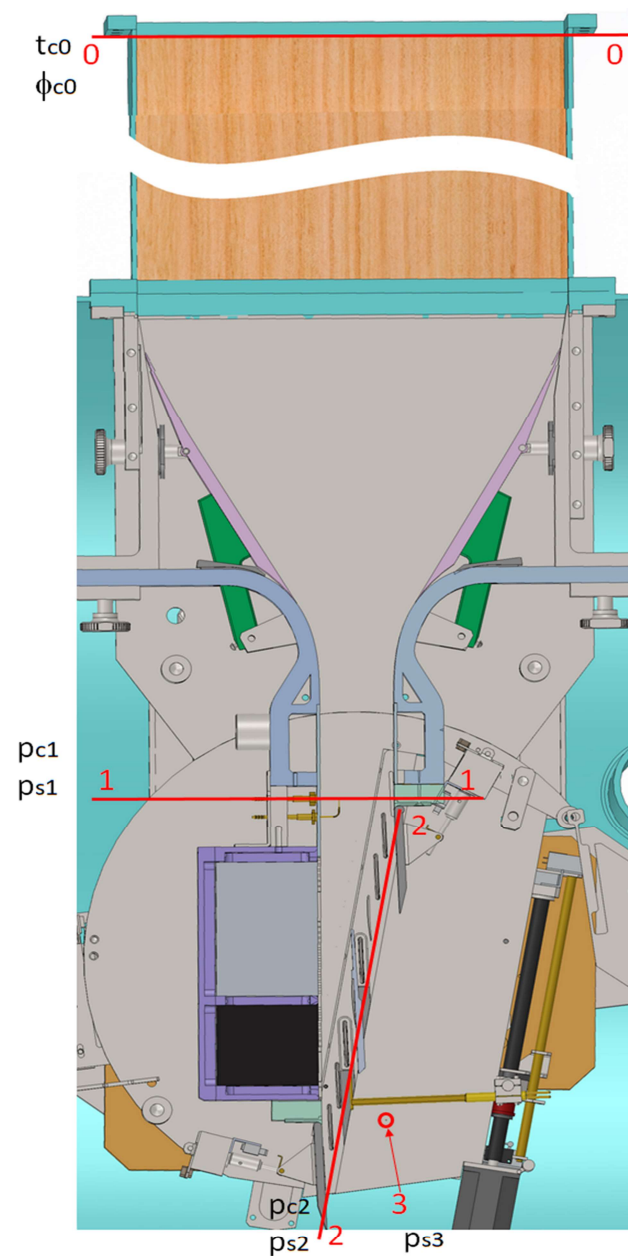
-9,859	-0,177067	-8,172	-0,206788	-6,445	-0,239812	-9,331	-0,228633
--------	-----------	--------	-----------	--------	-----------	--------	-----------

Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření po kmitání:

-7,052	-0,226794	-6,736	-0,21951	-9,543	-0,212068	-11,472	-0,218986
--------	-----------	--------	----------	--------	-----------	---------	-----------

Definice pohybu lopatkové kaskády

běžící vlna po s Δ IBPA = 30°
čistý ohyb s amplitudou 0.7 mm
čistý krut s amplitudou 0.5°



Parametry kaskády a podmínek testování

úhel náběhu (°)	tětiva lopatky (m)	výška lopatky (m)	úhel nastavení kasi t/blop	frekvence kmitání Fr(Hz)
-2	0,05	0,0795	-77,2	0,9365
0,7389458	591788,4	0,0914714	250,0322	72,8

celková teplota v b	relativní vlhkost v	přepočtená relativ	zkondenzovaná vlh	statická teplota v t	dynamický tlak v b	statický tlak v b	statický tlak v bodě 3	ps3 (Pa)
42,9102	14,3216	49,7632	0	11,7922	30028,4	68668,7	69735,8	

Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření před kmitáním:

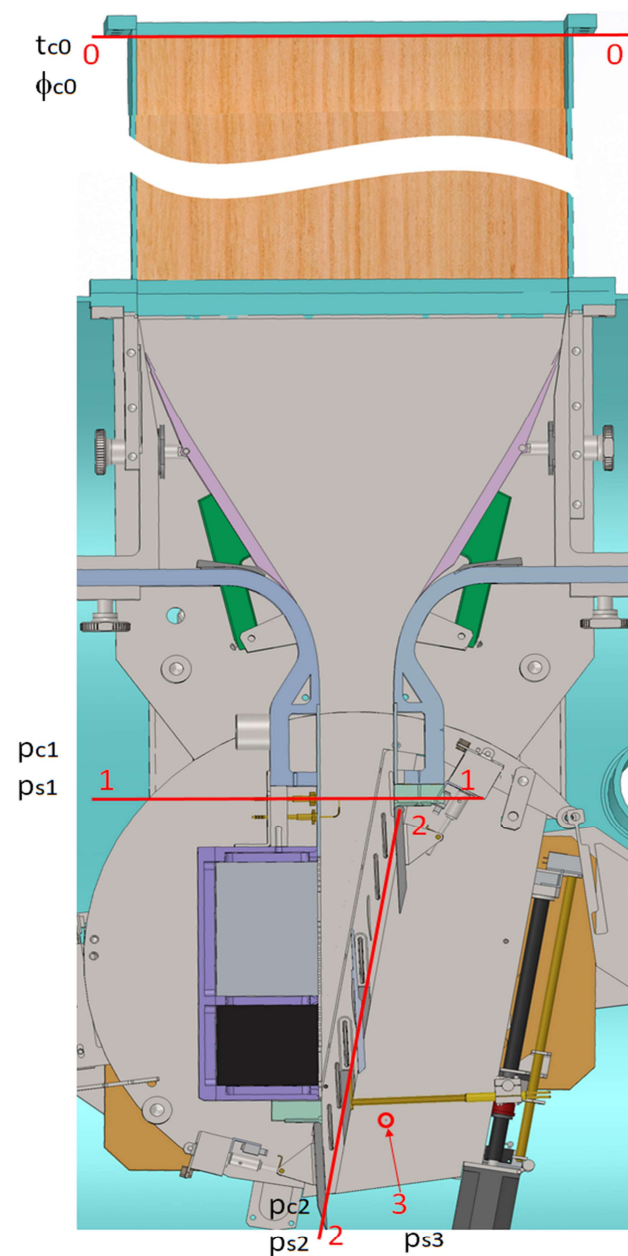
-6,288	-0,23146	-6,268	-0,211596	-11,761	-0,189233	-12,746	-0,189785
--------	----------	--------	-----------	---------	-----------	---------	-----------

Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření po kmitání:

-7,968	-0,20685	-7,211	-0,202038	-9,624	-0,202307	-11,322	-0,19842
--------	----------	--------	-----------	--------	-----------	---------	----------

Definice pohybu lopatkové kaskády

běžící vlna po s Δ IBPA = 30°
čistý ohyb s amplitudou 0.7 mm
čistý krut s amplitudou 0.5°



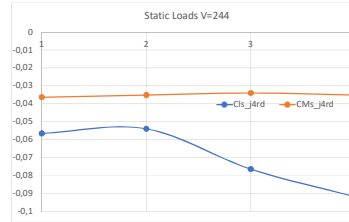
OHYB V=230 kond					
NlogY	1	2	3	4	
Cl _s j4rd	-0,05648	-0,05395	-0,07644	-0,09189	
CM _s j4rd	-0,03633	-0,03516	-0,03397	-0,03508	

OHYB V=231					
NlogY	1	2	3	4	
Cl _s j4rd	-0,06675	-0,06041	-0,08063	-0,09485	
CM _s j4rd	-0,03466	-0,03385	-0,0339	-0,03325	

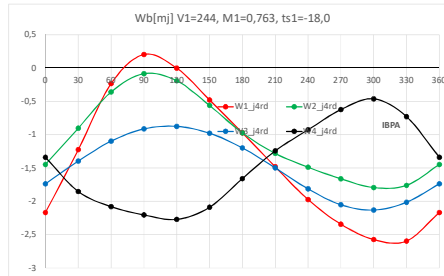
W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0	-2,16816	-1,44752	-1,73768	-1,34037	
30	-1,22551	-0,90314	-1,39646	-1,85252	
60	-0,23414	-0,3597	-1,0969	-2,08037	
90	0,20247	-0,08589	-0,91395	-2,20386	
120	-0,00214	-0,19144	-0,87619	-2,27098	
150	-0,47947	-0,56133	-0,97862	-2,08882	
180	-0,97326	-0,97339	-1,1991	-1,65958	
210	-1,4819	-1,28084	-1,499	-1,24165	
240	-1,97331	-1,48803	-1,81309	-0,92756	
270	-2,344	-1,66252	-2,05189	-0,62363	
300	-2,5794	-1,79391	-2,12097	-0,46229	
330	-2,59602	-1,76026	-2,01401	-0,73068	
360	-2,16816	-1,44752	-1,73768	-1,34037	

W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0	-2,3503	-1,40149	-1,72931	-1,47959	
30	-1,68781	-0,7831	-1,205	-1,7655	
60	-0,94331	-0,27402	-0,80664	-1,85075	
90	-0,69362	-0,15828	-0,64194	-1,94343	
120	-0,88377	-0,48023	-0,75658	-2,09449	
150	-1,09989	-1,01932	-1,12039	-2,11617	
180	-1,21151	-1,48351	-1,63493	-1,94731	
210	-1,34276	-1,73507	-2,16078	-1,76204	
240	-1,51664	-1,84087	-2,55648	-1,60407	
270	-1,72695	-1,92017	-2,71697	-1,35002	
300	-2,08004	-1,96506	-2,6008	-1,09833	
330	-2,42254	-1,82924	-2,23965	-1,14338	
360	-2,3503	-1,40149	-1,72931	-1,47959	

Ohyb



Max1 (-)	Re1	K1	w1[m/s]	tc0[°C]	Vhk f0 [%]	Vhk f1 [%]	ts1[°C]	pd1[Pa]	psa1_absl	psa3_absl[Pa]
0,762619	684732,7	0,093612	244,3149	11,9928	61,9474	#00KAZI	#00KAZI	-17,7184	31409,1	68431,7



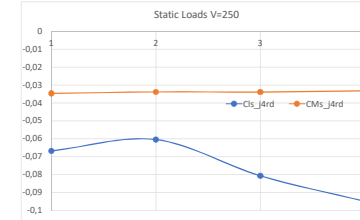
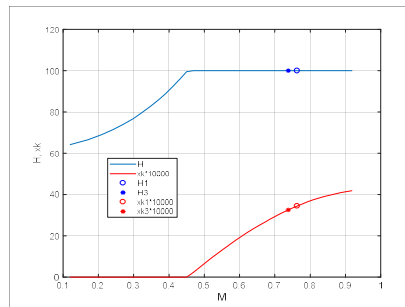
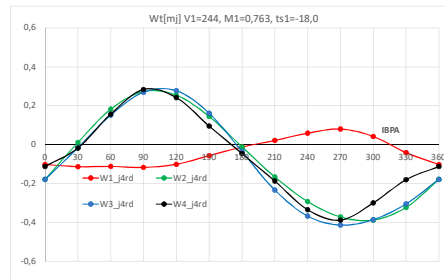
Krut

KRUT V=230 kond

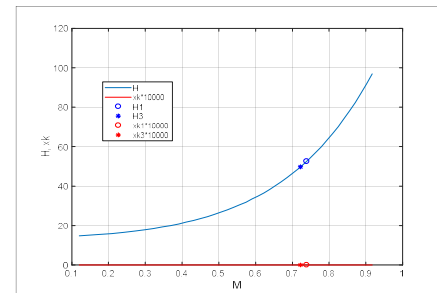
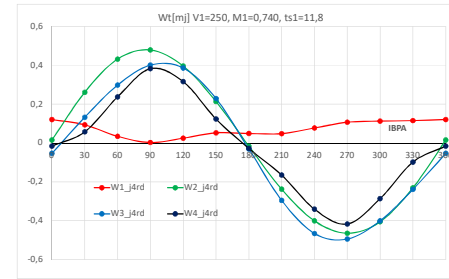
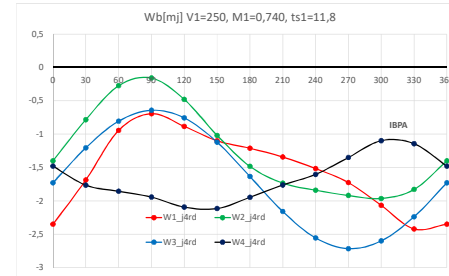
W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0	-0,102	-0,17857	-0,17856	-0,11232	
30	-0,11318	0,01091	-0,01624	-0,01732	
60	-0,11178	0,182368	0,152322	0,157004	
90	-0,11076	0,273209	0,269302	0,283947	
120	-0,10116	0,254897	0,277502	0,241968	
150	-0,05649	0,144803	0,161516	0,095474	
180	-0,01208	-0,01092	-0,03493	-0,04573	
210	0,021726	-0,16614	-0,23335	-0,18711	
240	0,059166	-0,29229	-0,36736	-0,33453	
270	0,080362	-0,37167	-0,41369	-0,38818	
300	0,04213	-0,38741	-0,3858	-0,29982	
330	-0,04138	-0,32383	-0,30437	-0,18024	
360	-0,102	-0,17857	-0,17856	-0,11232	

KRUT V=231

W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0	0,120091	0,010505	-0,05385	-0,01588	
30	0,093136	0,260584	0,132016	0,056835	
60	0,033995	0,431086	0,297468	0,236685	
90	0,002187	0,478117	0,400186	0,381868	
120	0,024357	0,39511	0,385525	0,315248	
150	0,051709	0,2131	0,228479	0,123182	
180	0,048629	-0,01638	-0,03069	-0,02854	
210	0,047818	-0,23789	-0,29541	-0,16509	
240	0,076961	-0,40085	-0,46582	-0,34059	
270	0,106537	-0,46437	-0,49444	-0,41719	
300	0,112133	-0,40539	-0,40072	-0,28634	
330	0,114779	-0,23092	-0,23072	-0,09862	
360	0,120091	0,010505	-0,05385	-0,01588	



Max1 (-)	Re1	K1	w1[m/s]	tc0[°C]	Vhk f0 [%]	Vhk f1 [%]	ts1[°C]	pd1[Pa]	psa1_absl	psa3_absl[Pa]
0,738946	591788,4	0,091471	250,0322	42,9102	14,3216	#00KAZI	#00KAZI	0	11,7922	30028,4



Parametry kaskády a podmínek testování

úhel náběhu (°)	tětiva lopatky (m)	výška lopatky (m)	úhel nastavení kaskády(°)	t/blop	frekvence kmitání	
-3	0,05	0,0795	-77,2		0,9365	72,8
vstupní Machovo číslo v bodě 1		redukovaná frekvence K1 (-)	vstupní rychlost v bodě 1 w1 (m/s)			
Ma1 (-)	Reynolds Re1 (-)					
0,7198041	677239,4	0,094222				230,0372

		přepočtená	zkondenzovaná				
celková teplota v bodě 0 tc0 (°C)	relativní vlhkost v bodě 0 Vlhk f0 [%]	relativní vlhkost v bodě 1 Vlhk f1 [%]	vlhkost xk1 (kg/kgsv)	statická teplota v bodě 1 ts1 (°C)	dynamický tlak v bodě 1 pd1 (Pa)	statický tlak v bodě 1 Ps1 (Pa)	statický tlak v bodě 3 ps3 (Pa)
7,3795	74,7594	100	0,0031	-18,9605	28690,2	69615,1	71536,4

Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření před kmitáním:							
-1,094	-0,193224	-2,471	-0,189076	-5,089	-0,198622	-6,272	-0,214126

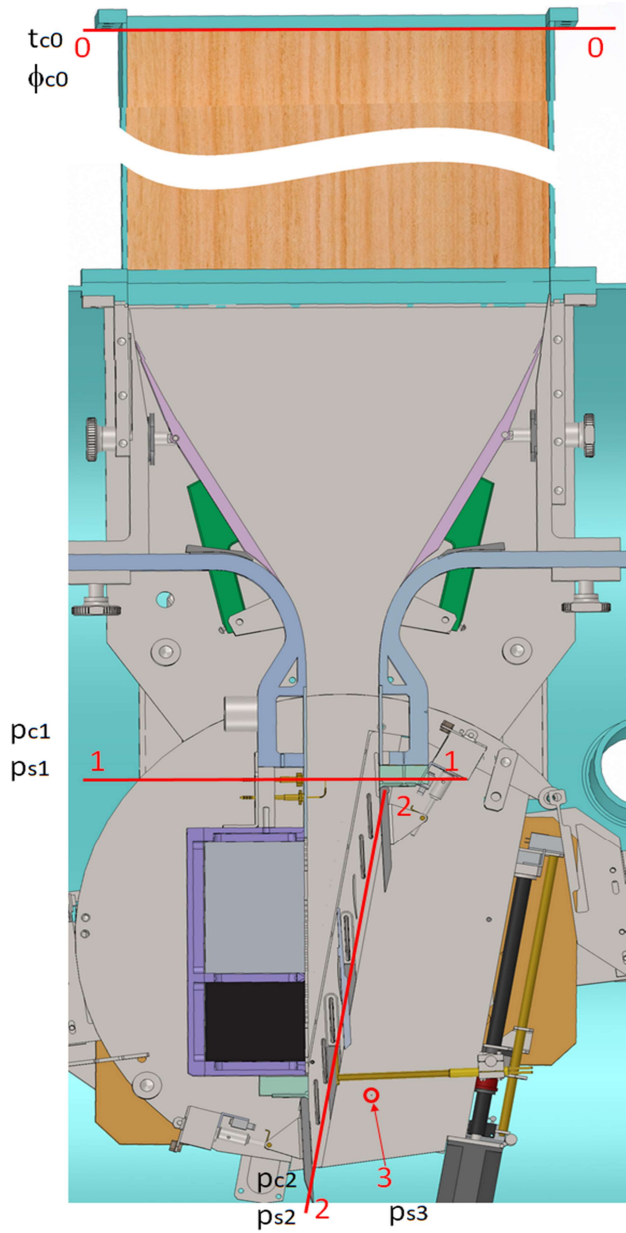
Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření po kmitání:							
-1,627	-0,206221	-3,337	-0,18866	-4,409	-0,197877	-5,474	-0,208661

Definice pohybu lopatkové kaskády

běžící vlna po s Δ IBPA = 30°

čistý ohyb s amplitudou 0.7 mm

čistý krut s amplitudou 0.5°



Parametry kaskády a podmínek testování

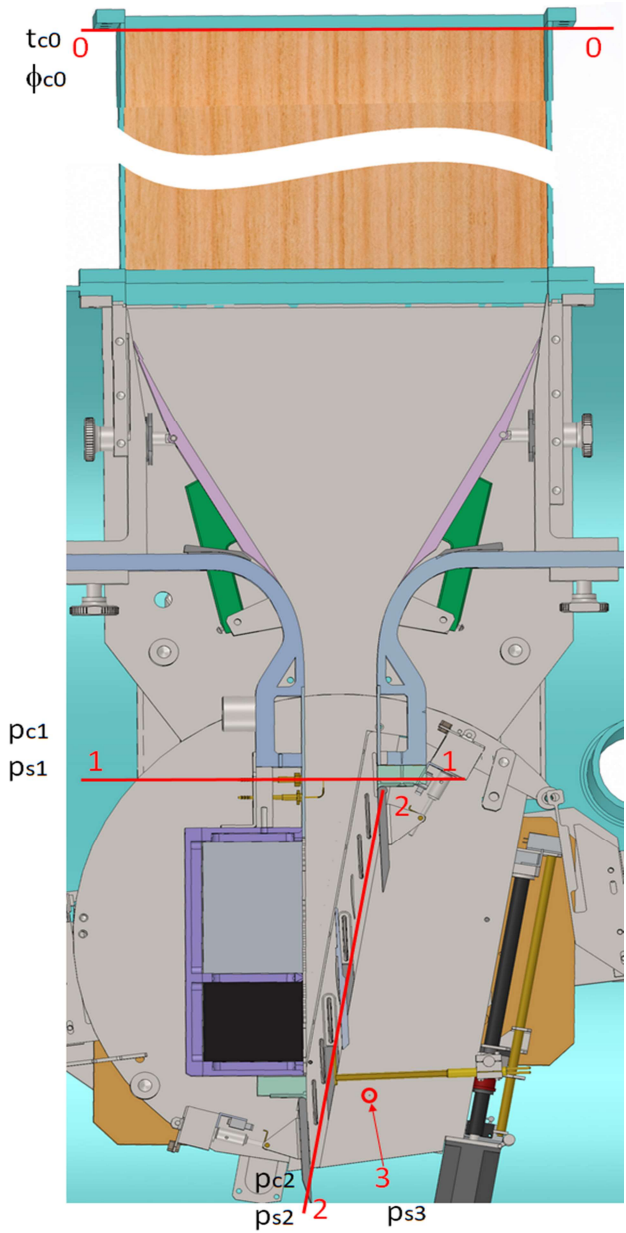
úhel náběhu (°)	tětiva lopatky (m)	výška lopatky (m)	úhel nastavení kaskády(°)	t/blop	frekvence kmitání	
-3	0,05	0,0795	-77,2		0,9365	72,8
vstupní Machovo číslo v bodě 1		redukovaná	vstupní rychlost v			
Ma1 (-)	Reynolds Re1 (-)	frekvence K1 (-)	bodě 1 w1 (m/s)			
0,691813	585441,3	0,0987734	231,548			

		přepočtená	zkondenzovaná				
celková teplota v bodě 0 tc0 (°C)	relativní vlhkost v bodě 0 Vlhk f0 [%]	relativní vlhkost v bodě 1 Vlhk f1 [%]	vlhkost xk1 (kg/kgsv)	statická teplota v bodě 1 ts1 (°C)	dynamický tlak v bodě 1 pd1 (Pa)	statický tlak v bodě 1 Ps1 (Pa)	statický tlak v bodě 3 ps3 (Pa)
32,3385	17,0552	50,0782	0	5,6513	26605,7	70562,6	71864,9

Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření před kmitáním:							
-3,181	-0,197515	-3,454	-0,183776	-5,481	-0,185109	-6,649	-0,201528

Statické síly a momenty na lopatkách 1 - 4 [N Nm], měření po kmitání:							
-3,727	-0,193549	-3,885	-0,177511	-4,939	-0,186425	-6,108	-0,20027

Definice pohybu lopatkové kaskády
běžící vlna po s Δ IBPA = 30°
čistý ohyb s amplitudou 0.7 mm
čistý krut s amplitudou 0.5°



OHYB V=230 kond

NlogY	1	2	3	4
Cl _s j4rd	-0,01427	-0,02926	-0,03866	-0,048
CM _s j4rd	-0,03617	-0,03309	-0,0347	-0,03659

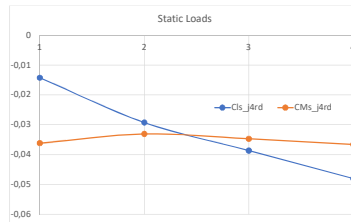
OHYB V=231

NlogY	1	2	3	4
Cl _s j4rd	-0,03524	-0,03673	-0,0467	-0,05775
CM _s j4rd	-0,0366	-0,03357	-0,03526	-0,03787

W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0		-1,98907	-1,9529	-0,95621	-0,6697
30		-1,86952	-1,35424	-0,61219	-0,7347
60		-1,4611	-1,47675	-0,44067	-0,83472
90		-1,13778	-1,62254	-0,52113	-1,05811
120		-1,04794	-1,811	-0,87077	-1,37837
150		-1,04364	-1,95757	-1,40115	-1,64939
180		-1,02705	-1,93046	-1,93663	-1,80915
210		-1,04708	-1,67845	-2,29495	-1,86883
240		-1,10255	-1,30314	-2,37488	-1,75039
270		-1,17304	-0,99762	-2,18851	-1,38637
300		-1,163	-0,90222	-1,82456	-0,94266
330		-1,72025	-1,00844	-1,38578	-0,68882
360		-1,98907	-1,9529	-0,95621	-0,6697

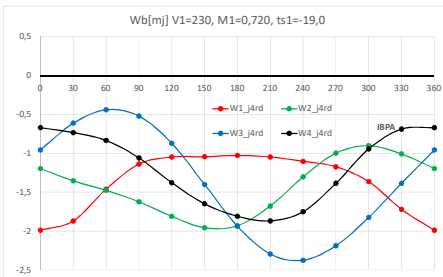
W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0		-1,51665	-0,85377	-0,99861	-0,63235
30		-0,88518	-0,61383	-0,72867	-0,96178
60		-0,23902	-0,40025	-0,4961	-1,18877
90		0,045365	-0,34833	-0,27256	-1,33059
120		-0,0615	-0,49256	-0,43309	-1,43471
150		-0,3552	-0,73676	-0,69413	-1,45328
180		-0,71847	-0,9374	-1,07441	-1,35703
210		-1,11692	-1,02017	-1,43553	-1,19065
240		-1,45478	-1,02041	-1,64262	-0,96381
270		-1,66389	-1,01615	-1,65152	-0,6587
300		-1,79004	-1,02909	-1,50181	-0,39192
330		-1,80464	-0,99824	-1,26624	-0,37319
360		-1,51665	-0,85377	-0,99861	-0,63235

Ohyb



Max1(-) Re1 K1 w1[m/s] t2[°C] Vthk f0 [%] Vthk f1 [%] xk1 ts1[°C] pd1(Pa) Psa1_absl psa3_absl(Pa)

0,719804 677239,4 0,099422 230,0372 7,3795 74,7594 100 0,0031 -18,9605 28690,2 69615,1 71536,4



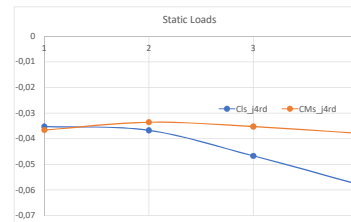
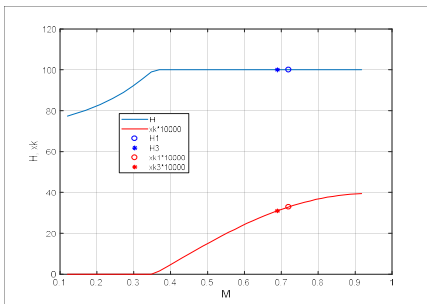
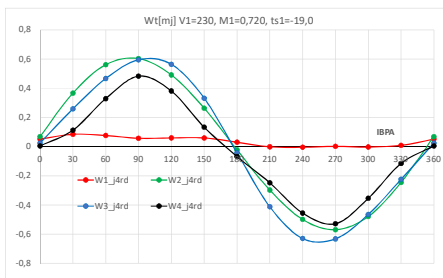
Krut

KRUT V=230 kond

W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0		0,051681	0,068997	0,024618	0,005226
30		0,084945	0,367345	0,259376	0,112833
60		0,076614	0,562269	0,467118	0,329087
90		0,057443	0,60395	0,595706	0,483384
120		0,059927	0,491724	0,564596	0,381722
150		0,059736	0,263756	0,332504	0,133516
180		0,030321	-0,02128	-0,04191	-0,06784
210		-0,00987	-0,39752	-0,41223	-0,24792
240		-0,00373	-0,49903	-0,62961	-0,4554
270		0,002169	-0,56941	-0,63228	-0,52866
300		-0,00239	-0,47929	-0,46656	-0,35433
330		0,008095	-0,24474	-0,22387	-0,11449
360		0,051681	0,068997	0,024618	0,005226

KRUT V=231

W[m]	IBFA	W1 j4rd	W2 j4rd	W3 j4rd	W4 j4rd
0		-0,062	-0,08449	-0,06465	-0,02897
30		0,041395	0,206396	0,126988	0,052423
60		0,047928	0,418777	0,295468	0,222172
90		0,027797	0,481374	0,392573	0,3452
120		0,008928	0,391039	0,372412	0,276456
150		0,007237	0,19997	0,221592	0,099929
180		-0,00685	-0,02627	-0,0184	-0,04543
210		-0,02845	-0,24069	-0,26138	-0,18366
240		-0,0297	-0,41382	-0,42891	-0,34262
270		-0,03127	-0,51364	-0,47173	-0,40002
300		-0,06679	-0,49978	-0,40022	-0,27543
330		-0,09779	-0,34796	-0,25234	-0,1087
360		-0,062	-0,08449	-0,06465	-0,02897



Max1(-) Re1 K1 w1[m/s] t2[°C] Vthk f0 [%] Vthk f1 [%] xk1 ts1[°C] pd1(Pa) Psa1_absl psa3_absl(Pa)

#ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI #ODKAZI

