

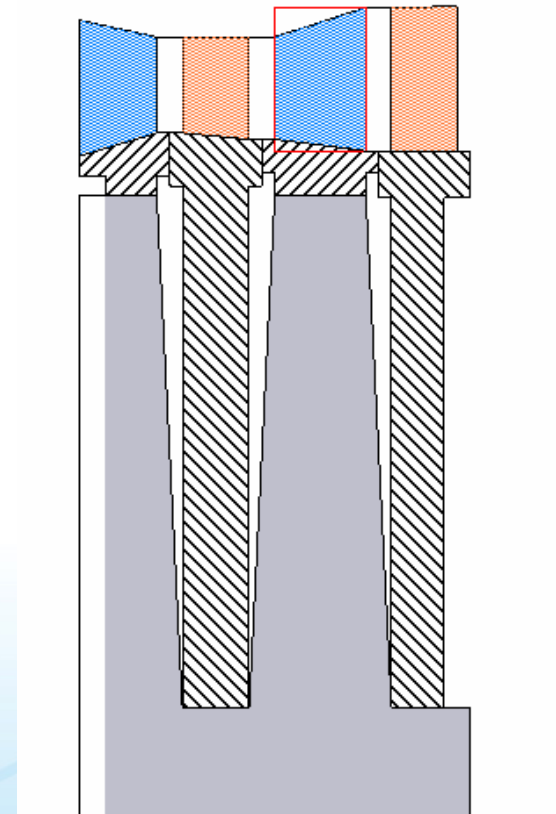


Two-stages turbine optimization ***IOSO-Axial***



Axial model settings

1. Cooled first stage
2. Redesign option – minimum loss mode for inlet blade angle; ensuring the defined value of outlet pressure for outlet blade angle
3. Radii of hub and tip at blade row inlet are the same as that at outlet of previous blade row
4. Simulation is based on inlet flow rate value

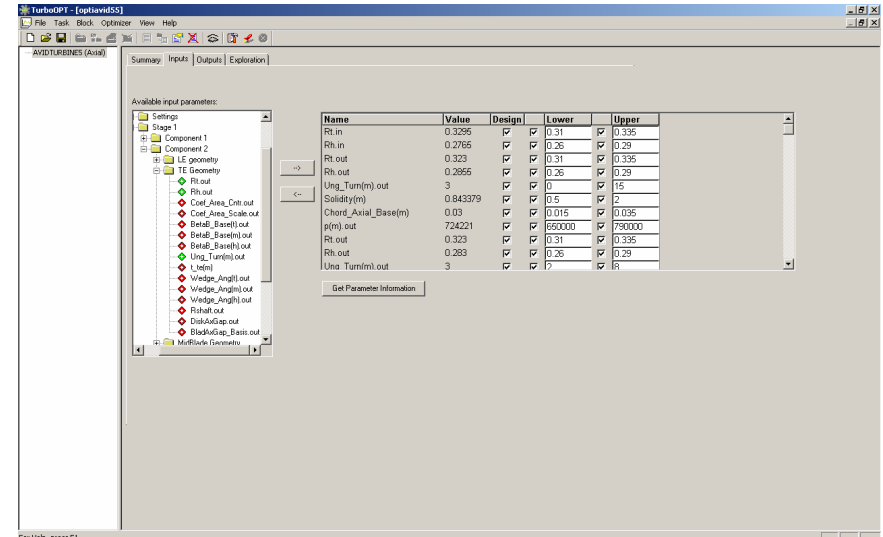




Design parameters of Optimization

1. Hub and tip radii
2. Axial chord of blade row
3. Step to chord ratio
4. Airfoil chamber angel downstream of throat
5. Static pressure at row outlet

26 parameters total



Nr	ID	Имя	Тип	Определение
1	IV1	START v\Axial	Зависимый	0
2	IV2	Md11zzStg1zzComp1zzLEoGEOOMETRYzzRtoIN	Независимый	0.31<IV2<0.335
3	IV3	Md11zzStg1zzComp1zzLEoGEOOMETRYzzRHoIN	Независимый	0.25<IV3<0.29
4	IV4	Md11zzStg1zzComp1zzTEoGEOOMETRYzzRtoOUT	Независимый	0.3<IV4<0.335
5	IV5	Md11zzStg1zzComp1zzTEoGEOOMETRYzzRHoOUT	Независимый	0.25<IV5<0.29
6	IV6	Md11zzStg1zzComp1zzTEoGEOOMETRYzzLUNGxxTURNmrolOUT	Независимый	0<IV6<15
7	IV7	Md11zzStg1zzComp1zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzSOLIDITYm	Независимый	0.5<IV7<1.4
8	IV8	Md11zzStg1zzComp1zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzCHORDxxVIALxxBASEm	Независимый	0.015<IV8<0.035
9	IV9	Md11zzStg1zzComp1zzE\XT oAEROzzPIMrolOUT	Независимый	600000<IV9<850000
10	IV10	Md11zzStg1zzComp2zzTEoGEOOMETRYzzRtoOUT	Независимый	0.31<IV10<0.335
11	IV11	Md11zzStg1zzComp2zzTEoGEOOMETRYzzRHoOUT	Независимый	0.25<IV11<0.29
12	IV12	Md11zzStg1zzComp2zzTEoGEOOMETRYzzLUNGxxTURNmrolOUT	Независимый	0<IV12<15
13	IV13	Md11zzStg1zzComp2zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzSOLIDITYm	Независимый	0.5<IV13<1.4
14	IV14	Md11zzStg1zzComp2zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzCHORDxxVIALxxBASEm	Независимый	0.015<IV14<0.035
15	IV15	Md11zzStg1zzComp2zzE\XT oAEROzzPIMrolOUT	Независимый	400000<IV15<580000
16	IV16	Md11zzStg2zzComp1zzTEoGEOOMETRYzzRtoOUT	Независимый	0.31<IV16<0.335
17	IV17	Md11zzStg2zzComp1zzTEoGEOOMETRYzzRHoOUT	Независимый	0.23<IV17<0.29
18	IV18	Md11zzStg2zzComp1zzTEoGEOOMETRYzzLUNGxxTURNmrolOUT	Независимый	0<IV18<15
19	IV19	Md11zzStg2zzComp1zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzSOLIDITYm	Независимый	0.5<IV19<1.4
20	IV20	Md11zzStg2zzComp1zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzCHORDxxVIALxxBASEm	Независимый	0.015<IV20<0.04
21	IV21	Md11zzStg2zzComp1zzE\XT oAEROzzPIMrolOUT	Независимый	280000<IV21<370000
22	IV22	Md11zzStg2zzComp2zzTEoGEOOMETRYzzRtoOUT	Независимый	0.31<IV22<0.335
23	IV23	Md11zzStg2zzComp2zzTEoGEOOMETRYzzRHoOUT	Независимый	0.23<IV23<0.29
24	IV24	Md11zzStg2zzComp2zzTEoGEOOMETRYzzLUNGxxTURNmrolOUT	Независимый	0<IV24<15
25	IV25	Md11zzStg2zzComp2zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzSOLIDITYm	Независимый	0.5<IV25<1.4
26	IV26	Md11zzStg2zzComp2zzMIDBLADEoGEOOMETRYzzCHORDxxVIALxxBASEm	Независимый	0.015<IV26<0.045
27	IV27	Md11zzStg2zzComp2zzE\XT oAEROzzPIMrolOUT	Независимый	190000<IV27<240000



Objectives and constraints

1. Efficiency to maximize
2. Mass of blades to minimize
3. Flow residual whirl, less than 20°
4. Outlet Mach number, less than 0,45
5. Turbine Power, greater than 9,179 megawatt
6. Tzfaifel coeff, less than 1 (for stator), less than 1,2 (for rotor)
7. Degree of reaction at mean radius less than 0,65; at hub from 0 to 0,4

Входные параметры		Выходные параметры		Синтетические параметры		Начальные точки		Алгоритм		Инфо	
Нижняя граница:											
Nr	ID	Имя		Критерий	Ограничение	Диапазон					
1	RS1	STARTxxAxial		Не контролировать	Не ограничивать						
2	RS2	Mdl1zzPERFORMANCEzzETAxxTxxAD		Максимизировать	Не ограничивать						
3	RS3	Mdl1zzSTRESSwMECHANICALzzWEIGHTxxBLD		Минимизировать	Не ограничивать						
4	RS4	Mdl1zzEXIToMASSoAVEofzzFOoIOUT		Не контролировать	Не ограничивать						
5	RS5	Mdl1zzEXIToMASSoAVEofzzTOoIOUT		Не контролировать	Не ограничивать						
6	RS6	Mdl1zzEXIToAEROzzALPHAITroIOUT		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS6<20					
7	RS7	Mdl1zzEXIToAEROzzALPHAHroIOUT		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS7<20					
8	RS8	Mdl1zzEXIToAEROzzALPHAHroIOUT		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS8<20					
9	RS9	Mdl1zzEXIToAEROzzMABSITroIOUT		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS9<0.45					
10	RS10	Mdl1zzEXIToAEROzzMABSITroIOUT		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS10<0.45					
11	RS11	Mdl1zzEXIToAEROzzMABSITroIOUT		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS11<0.45					
12	RS12	Mdl1zzPERFORMANCEzzPOwERxxAERO		Не контролировать	Ограничивать снизу	9179000<RS12					
13	RS13	Mdl1zzStg1zzComp1zzPERFORMANCEzzZwEIFELIMr		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS13<1					
14	RS14	Mdl1zzStg1zzComp2zzPERFORMANCEzzZwEIFELIMr		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS14<1.2					
15	RS15	Mdl1zzStg1zzComp2zzPERFORMANCEzzREACTIONxxTSIMr		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS15<0.65					
16	RS16	Mdl1zzStg1zzComp2zzPERFORMANCEzzREACTIONxxTSIMr		Не контролировать	Огр. с двух сторон	0<RS16<0.3					
17	RS17	Mdl1zzStg2zzComp1zzPERFORMANCEzzZwEIFELIMr		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS17<1					
18	RS18	Mdl1zzStg2zzComp2zzPERFORMANCEzzZwEIFELIMr		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS18<1.2					
19	RS19	Mdl1zzStg2zzComp2zzPERFORMANCEzzREACTIONxxTSIMr		Не контролировать	Ограничивать сверху	RS19<0.65					
20	RS20	Mdl1zzStg2zzComp2zzPERFORMANCEzzREACTIONxxTSIMr		Не контролировать	Огр. с двух сторон	0<RS20<0.3					
21	RS21	SOLVERSTATUS		Не контролировать	Огр. с двух сторон	-1<RS21<1					
22	RS22	SHUTxxAxial		Не контролировать	Не ограничивать						

2 objectives, 15 constraints

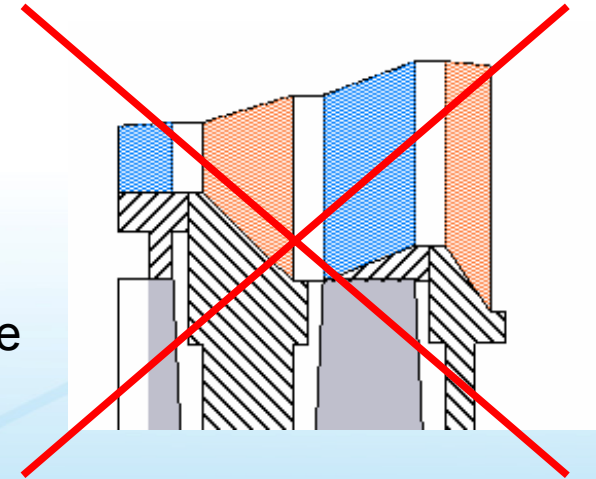


Synthetic optimization parameters

№	ID	Имя	Критерий	Определение	Ограничение	Диапазон
1	SV1	alfa21	Не контролировать	$(V10-V4)/V14$	Ограничивать сверху	SV1<0.2
2	SV2	alfa22	Не контролировать	$(V5-V11)/V14$	Ограничивать сверху	SV2<0.2
3	SV3	alfa23	Не контролировать	$(\sqrt{V10^2+V11^2})-\sqrt{V4^2+V5^2})/V14$	Ограничивать сверху	SV3<0.363
4	SV4	alfa31	Не контролировать	$(V16-V10)/V20$	Ограничивать сверху	SV4<0.2
5	SV5	alfa32	Не контролировать	$(V11-V17)/V20$	Ограничивать сверху	SV5<0.2
6	SV6	alfa33	Не контролировать	$(\sqrt{V16^2+V17^2})-\sqrt{V10^2+V11^2})/V20$	Ограничивать сверху	SV6<0.363
7	SV7	alfa41	Не контролировать	$(V22-V16)/V26$	Ограничивать сверху	SV7<0.2
8	SV8	alfa42	Не контролировать	$(V17-V23)/V26$	Ограничивать сверху	SV8<0.2
9	SV9	alfa43	Не контролировать	$(\sqrt{V22^2+V23^2})-\sqrt{V16^2+V17^2})/V26$	Ограничивать сверху	SV9<0.363
10	SV10	SynParam1	Не контролировать	$V5-V11$	Ограничивать снизу	0<SV10
11	SV11	SynParam2	Не контролировать	$V11-V17$	Ограничивать снизу	0<SV11
12	SV12	SynParam3	Не контролировать	$V17-V23$	Ограничивать снизу	0<SV12
13	SV13	SynParam4	Не контролировать	$V10-V4$	Ограничивать снизу	0<SV13
14	SV14	SynParam5	Не контролировать	$V16-V10$	Ограничивать снизу	0<SV14
15	SV15	SynParam6	Не контролировать	$V22-V16$	Ограничивать снизу	0<SV15
16	SV16	alfa11	Не контролировать	$(V4-V2)/V8$	Ограничивать сверху	SV16<0.2
17	SV17	alfa12	Не контролировать	$(V3-V5)/V8$	Ограничивать сверху	SV17<0.2
18	SV18	alfa13	Не контролировать	$(\sqrt{V4^2+V5^2})-\sqrt{V2^2+V3^2})/V8$	Ограничивать сверху	SV18<0.363

Synthetic constraints

1. Passage hub and tip angles, less than 11°
2. Passage equivalent divergence (conical diffuser) angle less than 20°
3. Monotony of passage hub and tip angles along the stage (except 1st Nozzle Vane)

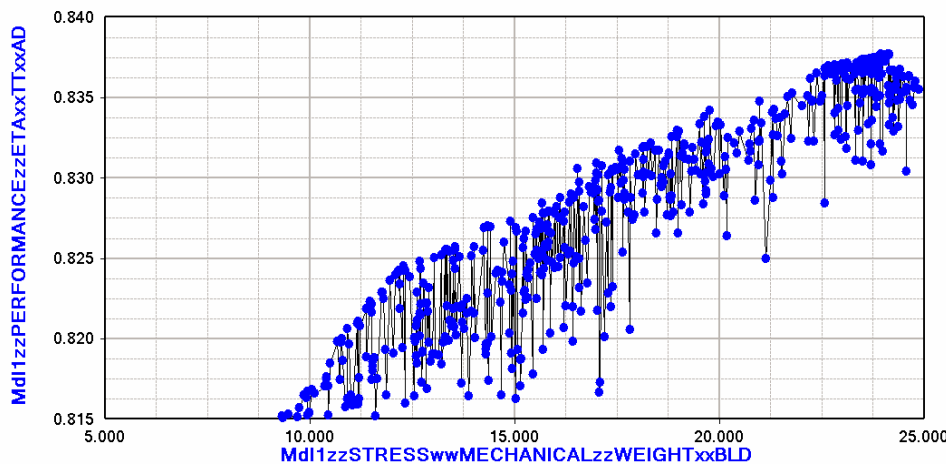
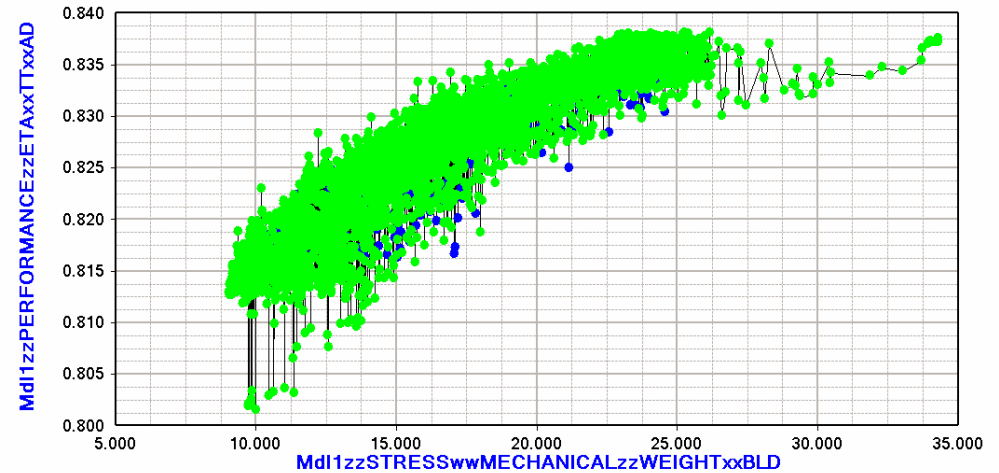


18 additional constraints



Optimization Results

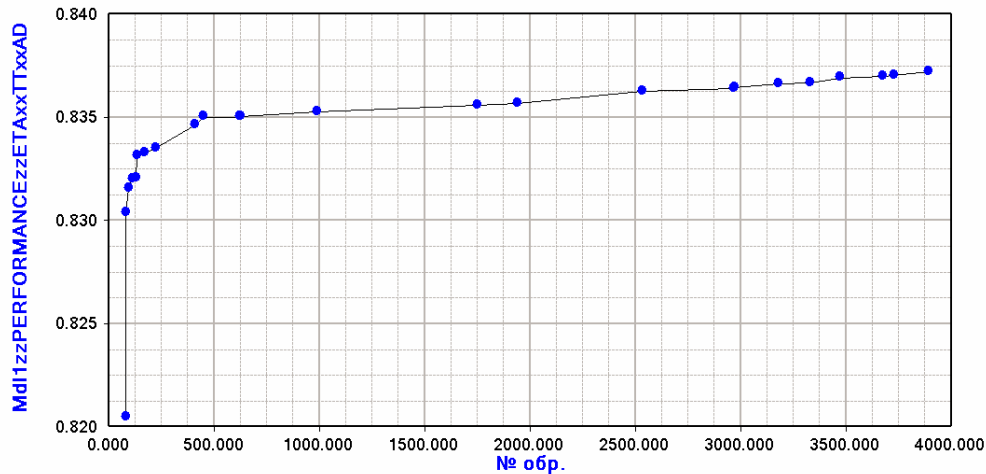
Whole search history Mass-Efficiency (points that do not satisfy constraints are marked green)



Whole search history Mass-Efficiency (only points that satisfy constraints)

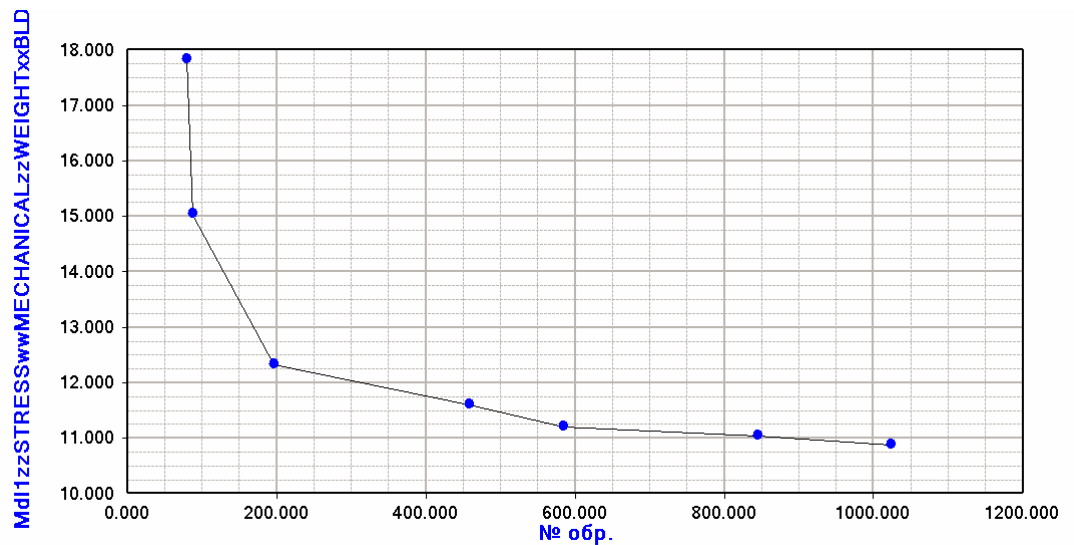


Optimization Results



Efficiency objective improvement

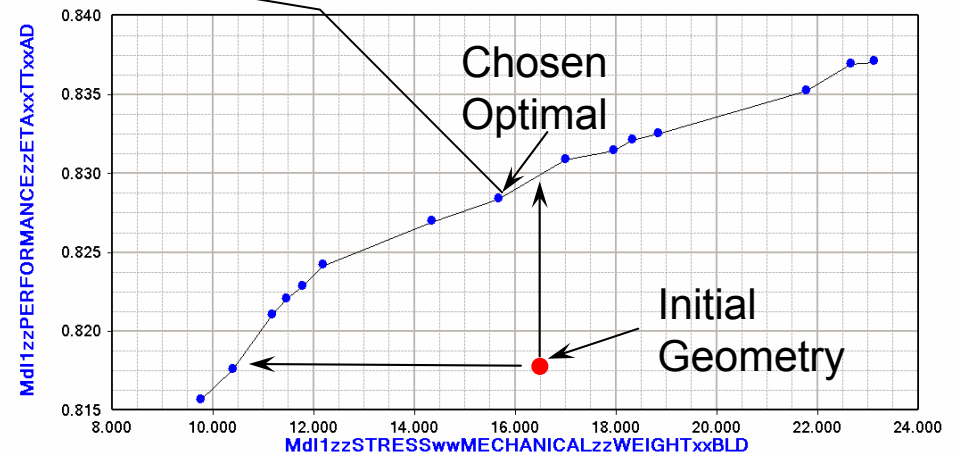
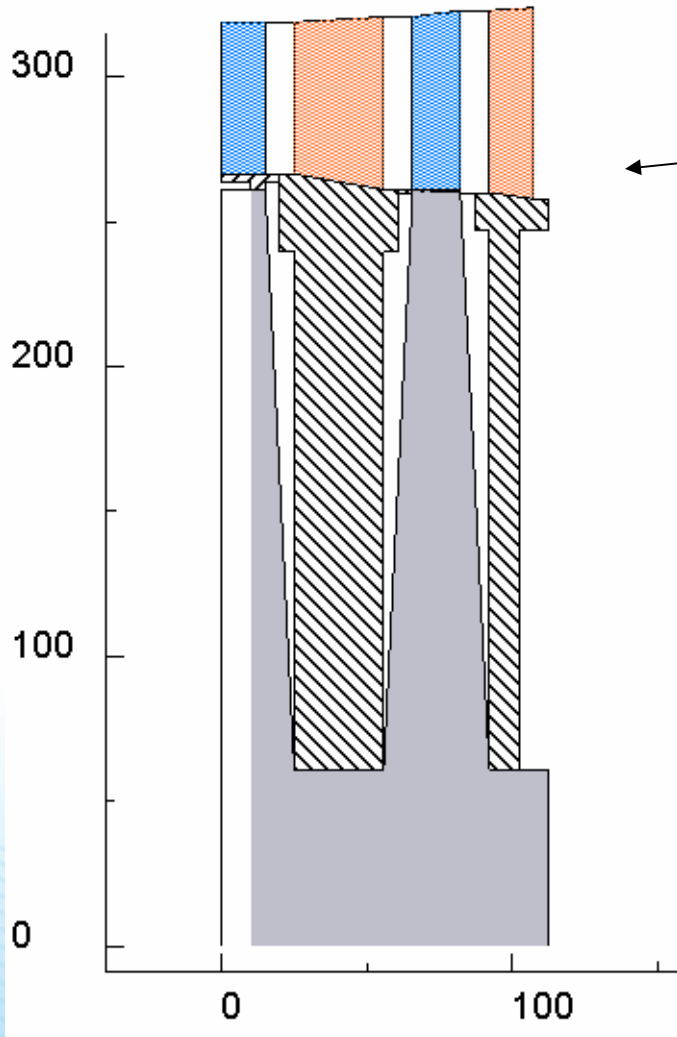
Mass objective improvement





Optimization results

Pareto Set dependency results Mass - Efficiency



Variant	Mass, kg	Eff*, %
Initial	16,3	81,8
Chosen Optimal	15,7	82,9
Difference	-0,6	+1,1