

D. Conceptontwikkeling

In deze bijlage worden de concept onderdelen samengevoegd tot verschillende concepten. Met het samenvoegen van de concepten is rekening gehouden met de onderlinge samenhang zodat deze goed combineren.

D.1 Overeenstemmende keuzes

Bij de vorming van de concepten is gebleken dat een aantal keuzes overeenkomen.

Als eerst komt de enkele knieregel naar voren. Om aan de eisen van de wetgeving te voldoen is een enkele knieregel voldoende. De leuning wordt standaard uitgerust met een enkele knieregel om daarmee gewicht en kosten te besparen. Indien een klant een dubbele knieregel wenst dan is dat uiteraard mogelijk tegen een acceptabele meerprijs.

Ten tweede is de bevestiging aan de romp. Een rechtstreekse plaat bevat veel spanningsverhogende lassen die erg ongunstig zijn. Om deze te voorkomen is een schetsplaat altijd wenselijk. Gezien de arbeidsintensiteit van het op maat maken van isolatie voor profielen valt deze ook af. De schetsplaat met boutverbinding blijft als beste over.

Ten derde is er de materiaalkeuze. In hoofdstuk 4 van het verslag is al geconcludeerd dat roestvast staal en aluminium niet de voorkeur genieten om de constructie van te maken. Uitbesteding kan een kostbare zaak zijn en gespecialiseerd personeel inhuren is dat ook gezien de zeldzaamheid dat dergelijke materialen gebruikt worden.

Standaard constructiestaal is corrosiegevoelig en de meest gangbare, betrouwbare met een goede bescherming is thermisch verzinken. Grote constructies zijn mogelijk waarbij zelfs moeilijk bereikbare plekken een goede dekkingsgraad hebben.

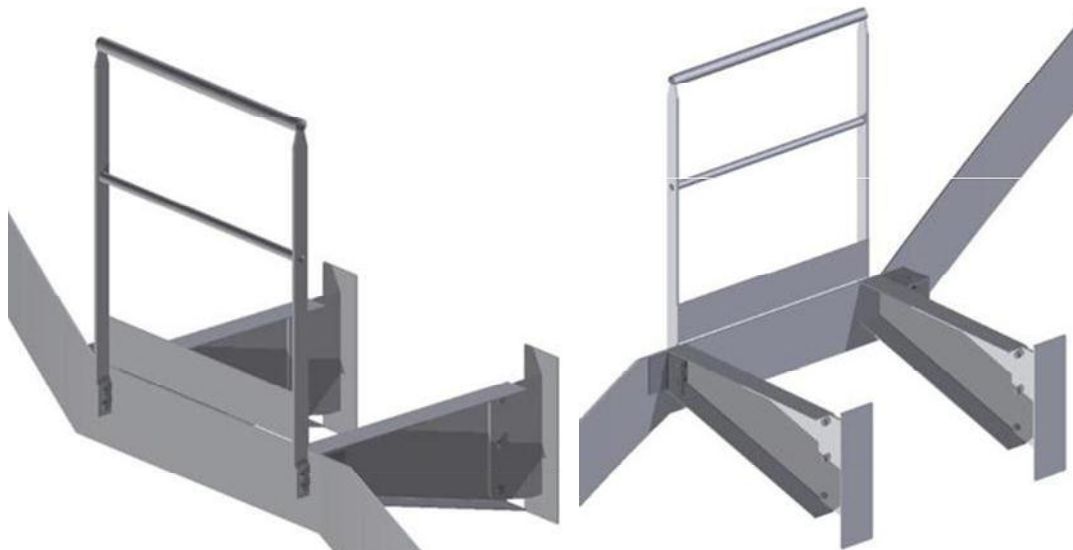
Als laatste is er de keuze voor verzinkte bouten. Deze zijn in overeenstemming met de materiaalbescherming om galvanische corrosie te voorkomen. Gebruik van andere materialen kan de corrosie van het materiaal of bevestigingsmiddel verhogen.

D.2 Concept 1

Voor concept 1 (figuur D-1) wordt gebruikt gemaakt van een ronde handregel en knieregel. De ronde handregel zorgt voor een extra goede grip met de hand. De ronde knieregel is esthetisch gezien mooi. In de staander van platstaal moet een gat worden geboord waardoor de knieregel heen kan. De knieregel wordt daarna afgelast

De gezette ondersteuningsplaten zijn arbeidsintensief om te maken. Deze platen moeten worden gesneden, geboord en uiteindelijk tweemaal voorzien zijn van een zetting. Voor het esthetisch uiterlijk is gekozen voor een inwendig hoekprofiel. De delen sluiten dan mooier aan maar zijn lastiger te bereiken.

Voor een extra bewerking zoals poedercoaten zijn de ronde vormen zeer gunstig. Een volledige dekkingsgraad is moeilijk verkrijgbaar op (scherpe)randen.



Figuur D-1: Visuele weergave concept 1

Voordelen

- Esthetisch het mooist;
- Goede grip met hand;
- Leuning door boutverbinding losneembaar;
- Gehele trap door middel van schetsplaat met boutverbinding geheel losneembaar;
- Gewicht besparing door aangepast profiel;
- Goede dekking van extra coating door gebruik van ronde knieregel;

Nadelen

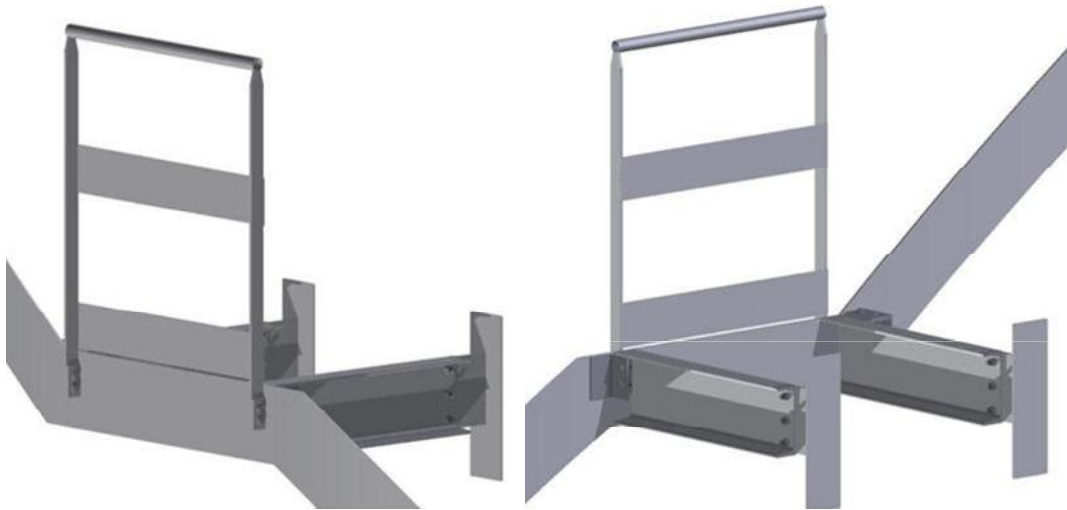
- Trap ondersteuning is arbeidsintensief om te maken;
- Het geheel niet uit standaard onderdelen;
- Verbinding bordes moeilijker bereikbaar;

D.3 Concept 2

Voor concept 2 (figuur D-2) wordt gebruik gemaakt van een ronde handregel en een platstalen knieregel. De ronde handregel zorgt voor een extra goede grip met de hand. De platstalen knieregel is esthetisch minder mooi dan een ronde buis maar is beter hanteerbaar. De bevestiging is rechtstreeks aan de staander met een paar verticale en horizontale lassen.

De staander van platstaal behoeft slechts twee keer van een afschuining voorzien te worden waarna deze gereed is voor assemblage. Het ondersteuningsprofiel is standaard waar alleen gaten in geboord hoeven te worden. Hierdoor wordt de arbeiduren behoorlijk verlaagd maar zal doorgaans meer massa hebben.

Door de platstalen knieregel is een volledige dekingsgraad moeilijker verkrijgbaar dan bij de ronde knieregel.



Figuur D-2: Visuele weergave concept 2

Voordelen

- Esthetisch mooi;
- Goede grip met hand;
- Leuning door boutverbinding losneembaar;
- Gehele trap door middel van schetsplaat met boutverbinding geheel losneembaar;
- Trapondersteuning door standaardprofiel eenvoudig te maken;
- Minder bewerkingen door platstalen knieregel;

Nadelen

- Trap ondersteuning door standaard profiel zwaarder;
- Verbinding bordes moeilijker bereikbaar;
- Mindere dekingsgraad van extra coating dan bij de ronde knieregel;

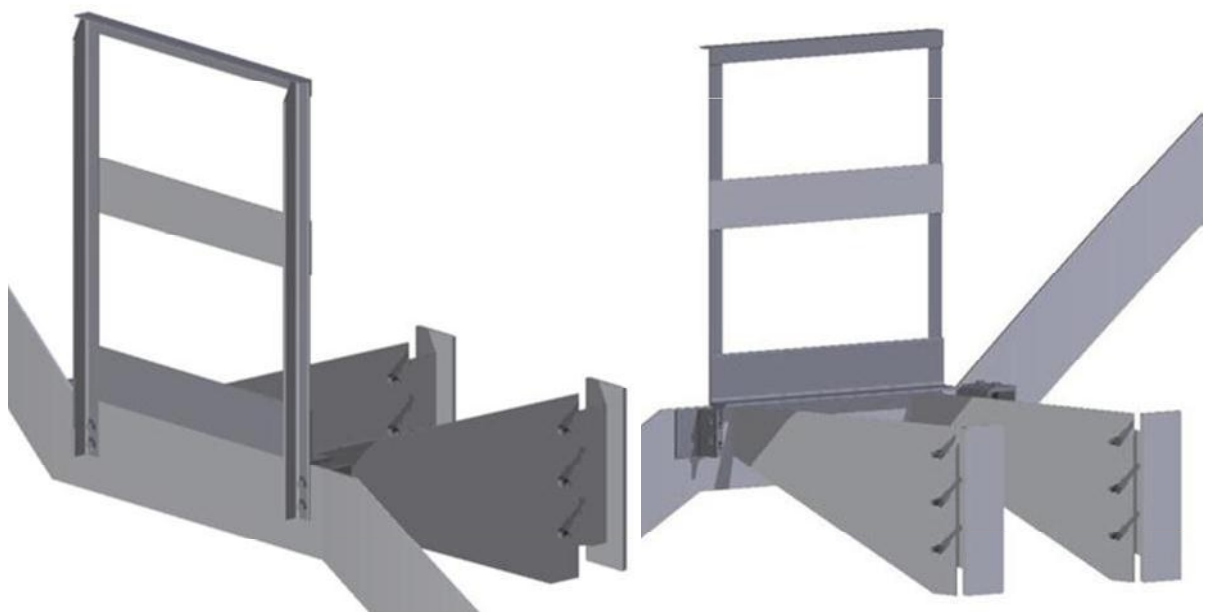
D.4 Concept 3

Voor concept 3 (figuur D-3) wordt gebruik gemaakt van hoekstalen staanders en handregel. Dit type staanders biedt meer sterkte en stijfheid in meerdere richtingen maar is esthetisch gezien niet mooi. Door de extra stijfheid en sterkte neemt het gewicht van de constructie mogelijk onnodig toe. De toepassing van een hoekstalen handregel vermindert de grip aanzienlijk

De platstalen knieregel sluit zeer goed aan op de platte kant van het hoekprofiel. Aangezien alles uit platstaal of hoekstaal bestaat is een goede dekkingsgraad van een extra coating moeilijk realiseerbaar.

Met boutverbinding 1 wordt de verbinding aan de staander gelast in plaats van aan de trapboom. Hierdoor wordt de leuning rechtstreeks aan de trapboom verbonden.

De enkel gezette trapondersteuning bespaart op bewerking en materiaal. Door efficiënt gebruik te maken van de zetting verkrijgt deze de juiste stabiliteit vanuit de trap.



Figuur D-3: Visuele weergave concept 3

Voordelen

- Extra sterke staanders en handregel;
- Leuning rechtstreeks aan trapboom verbonden;
- Leuning door boutverbinding losneembaar;
- Gehele trap door middel van schetsplaat met boutverbinding geheel losneembaar;

Nadelen

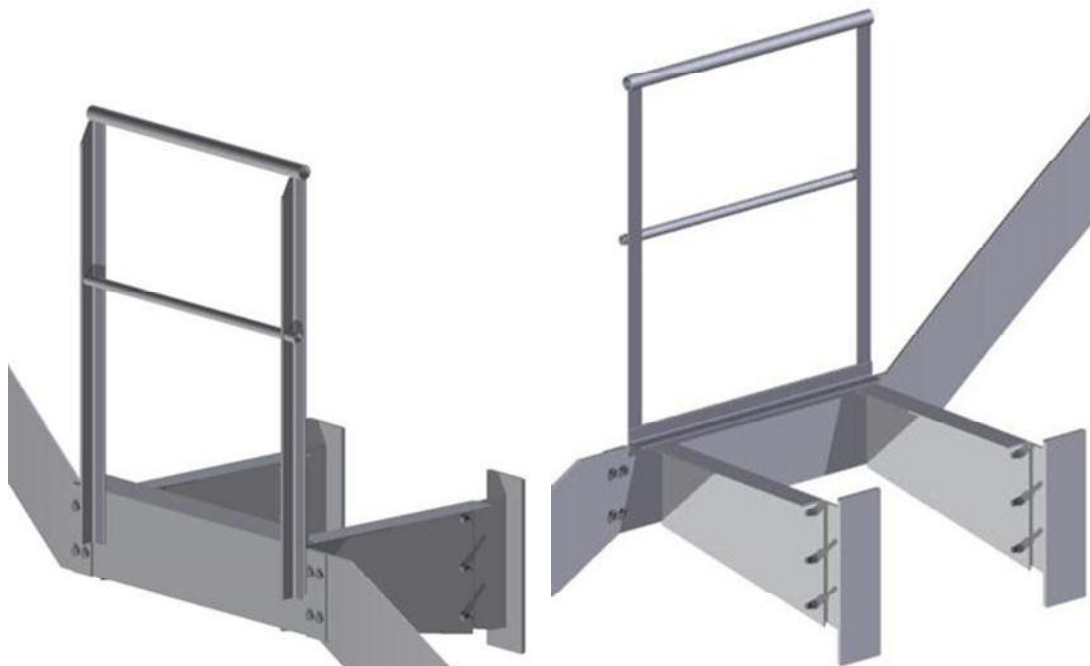
- Esthetisch niet mooi;
- Slechtere grip door hoekstaal handregel
- Trap ondersteuning is arbeidsintensief om te maken;
- Verbinding bordes moeilijker bereikbaar;
- Leuning door gebruik van hoekstaal zwaarder;

D.5 Concept 4

Concept 4 (figuur D-4) maakt weer gebruik van een rond buisprofiel voor de handregel en knieregel. Esthetisch zijn deze mooi en een goede dekkingsgraad voor een extra coating is goed realiseerbaar. De hoekstalen staander zorgt voor extra sterkte en stijfheid maar is esthetisch minder mooi. De hoekstalen voetstootlijst biedt meteen de mogelijkheid voor verbinding van de looprooster.

Door de staanders rechtstreeks aan de trapboom te lassen wordt er bespaard op materiaal en arbeid. Met verzinken kunnen deze lassen gevoelig zijn voor scheuren door de hoge temperaturen.

De trapondersteuning is zeer simplistisch door gebruik van een rechte plaat. Hierdoor kan aanzienlijk op gewicht bespaard worden maar instabiliteit is het gevolg. Om dit op te heffen moet men aan de trapbomen lassen. De constructie wordt groot en hierdoor meer arbeidsintensief om te fabriceren. Transport en het verzinken zelf kunnen hierdoor problemen geven. De uitwendige verbinding van het bordes maakt dat de constructie snel en makkelijk te verbinden is. Esthetisch gezien is de verbinding minder mooi



Figuur D-4: Visuele weergave concept 4

Voordelen

- Ronde handregel en knieregel esthetisch mooi;
- Goede grip met hand;
- Extra sterke staanders;
- Besparing op onderdelen en materiaal door lasverbinding leuning;
- Gehele trap door middel van schetsplaat met boutverbinding geheel losneembaar;

Nadelen

- Staanders esthetisch minder mooi;
- Trap ondersteuning uiteindelijk toch arbeidsintensief om te maken;
- Verbinding bordes moeilijker bereikbaar;
- Leuning door gebruik van hoekstaal zwaarder;
- Grote constructie onderdelen;

D.6 Concept 5

Concept 5 (figuur D-5) is gebaseerd op de spiraaltrap zoals deze momenteel wordt gebruikt. De hoekstalen handregel zorgt voor veel sterkte en stijfheid maar heeft minder grip voor de hand en is esthetisch niet mooi. De platstalen knieregel is goed te verbinden aan de staander zonder extra bewerkingen maar levert ook hier in op het esthetisch vlak. De hoekstalen staanders zorgen voor veel sterkte en stijfheid, maar kunnen onnodig zwaar zijn en zijn tevens esthetisch gezien niet mooi. De hoekstalen voetstootlijst biedt mogelijkheden voor rechtstreekse verbinding met de looprooster.

De ondersteuning vanuit de leuning is esthetisch gezien niet mooi en door de hoeveelheid aan onderdelen is de ondersteuning arbeidsintensief om te fabriceren. Op locatie kunnen problemen met monteren ontstaan door deze hoeveelheid aan onderdelen.

De uitwendige verbinding van het bordes is goed bereikbaar waardoor montage beter is. Op esthetisch gebied wordt weer ingeleverd met deze verbinding.



Figuur D-5: Visuele weergave concept 5

Voordelen

- Extra sterke handregels en staanders;
- Compleet opgebouwd uit standaard profielen;
- Gehele trap door middel van schetsplaat met boutverbinding geheel losneembaar;

Nadelen

- Gehele constructie esthetisch gezien niet mooi;
- Trap ondersteuning zeer arbeidsintensief om te maken;
- Gehele constructie zwaar;
- Slechte grip door hoekstalen handregel;

E. Beoordelingseisen

Zoals benoemd worden de concepten aan de hand van fabricage en functionele eisen getoetst. In de opvolgende subparagrafen worden deze eisen beschreven.

E.1 Fabricage eisen

Standaard producten

Met standaard producten wordt aangegeven in welke mate er gebruik wordt gemaakt van standaard inkoopprofielen die nauwelijks bewerkingen nodig hebben. Voor de score is de hoeveelheid gebruikte standaardprofielen maatgevend. Plaatmateriaal wordt hierin niet meegenomen omdat deze doorgaans bewerkingen nodig heeft om tot een profiel of vorm te komen.

Massa

Met massa wordt aangegeven hoe gunstig de massa van de constructie is. Een zware constructie zal een negatief oordeel krijgen.

Arbeidintensiteit

Met arbeidintensiteit wordt aangegeven hoeveel arbeid er nodig is om de constructie te fabriceren. Minder gebruik van standaard onderdelen resulteert in een hogere arbeidsintensiteit. Een hoge score betekent een lage arbeidsintensiteit.

Foutgevoeligheid

Met foutgevoeligheid wordt aangegeven hoe groot de kans is dat de constructie fout wordt gemaakt en/of verkeerd aansluit. Gebruik van standaardprofielen verlaagt de kans op fouten. Platen die gezet worden kunnen een afwijking in zetting hebben. Deze zetting kan weer resulteren in een hoekverdraaiing waardoor deze niet meer correct aansluit op constructiedelen. Een hoge score betekent een lage mate van foutgevoeligheid.

Transport

Met transport wordt de mate waarin transport mogelijk is. Hierbij wordt meegenomen dat constructiedelen naar diverse fabrikanten getransporteerd dienen te worden. Een hoge score betekent dat de constructie goed transporteerbaar is.

Aanpasbaarheid

Met aanpasbaarheid wordt bedoeld hoeveel werk er nodig is om een constructie aan te passen aan de wensen van de klant. Standaard profielen behoeven slechts een grotere maat of iets langer. Gezette platen dienen volledig getekend te worden waarbij de zettingen veranderen. Een hoge score betekent dat de constructie snel en eenvoudiger aanpasbaar is.

Dekkingsgraad corrosiebescherming op lastige plekken

Met de dekkingsgraad van de corrosiebescherming op lastige plekken wordt bedoeld in hoeverre een goede dekking realiseerbaar is. Dit betreft niet de standaard corrosiebescherming thermisch verzinken maar de eventuele extra coating van de constructie. Scherpe randen en hoeken zijn moeilijk van een goede dekking te voorzien en ronde, platte vlakken zijn goed behandelbaar. Een hoge score geeft aan dat de constructie van een goede extra dekkingslaag is te voorzien.

E.2 Functionele eisen

Esthetisch

Met esthetisch wordt bedoeld in welke mate de constructie esthetisch gezien mooi wordt bevonden. Dit is de meest subjectieve eis van de gehele spiraaltrap. Smaken verschillen per persoon en daarom wordt de lijn gevolgd binnen het bedrijf. Binnen het bedrijf worden ronde vormen worden als mooier beoordeeld dan hoekige vormen. Een hoge score betekent dat de constructie esthetisch gezien als mooi wordt beoordeeld.

Onderhoud (trap)

Met onderhoud aan trap wordt bedoeld in welke mate onderhoud goed toepasbaar is. Bereikbaarheid, reparatie en vervanging van onderdelen zijn belangrijke aspecten. Een hoge score geeft aan dat de constructie beter te onderhouden is.

Onderhoud (tank)

Met onderhoud aan de opslagtank wordt bedoeld in welke mate de constructie een belemmering is voor de opslagtank. Een vaste constructie aan de rompplaten zorgt ervoor dat onderhoud zeer moeilijk en arbeidsintensief wordt. Een hoge score geeft aan dat de constructie minimale belemmering veroorzaakt voor onderhoud aan de opslagtank.

Grip

Met grip wordt bedoeld in welke mate men grip heeft aan de handregel. Rond sluit goed aan bij de vorm van de hand. Dit resulteert in een zeer goede grip dat veel vertrouwen geeft. Hoekstalen profielen sluiten minder goed aan bij de vorm van de hand. Een hoge score geeft aan dat de constructie een goede grip biedt aan de gebruiker.

Hoeveelheid hoeken

Met de hoeveelheid hoeken wordt bedoeld in welke mate de constructie op de hoekpunten afwerkbaar is. Hierbij gaat het om het blijven haken met kleding aan de constructie. Hoekprofielen zijn moeilijk af te ronden zodat kleding erover heen glijdt. Ronde buis profielen zijn makkelijk in bochten in te kopen en te buigen. Een hoge score betekent dat de constructie goed bewerkbaar is tegen het haken van kleding aan de constructie.

Corrosiebestendigheid

Met corrosiebestendigheid wordt bedoeld hoe betrouwbaar de bescherming is tegen de invloeden. Een hoge score betekent dat de constructie goed beschermd is tegen corrosie.

Stress Analysis Report

Autodesk®

Project Info (iProperties)

Analyzed File:	50x10 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 20:00

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	21-11-2011, 19:58
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa
	Thermal Conductivity	55 W/(m K)
	Specific Heat	500 J/(kg c)

Physical

Mass	65,1189 kg
------	------------

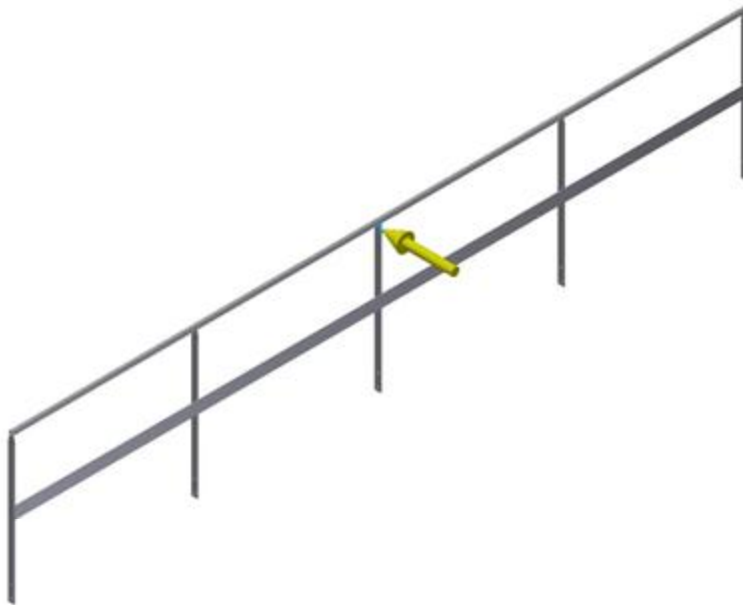
Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



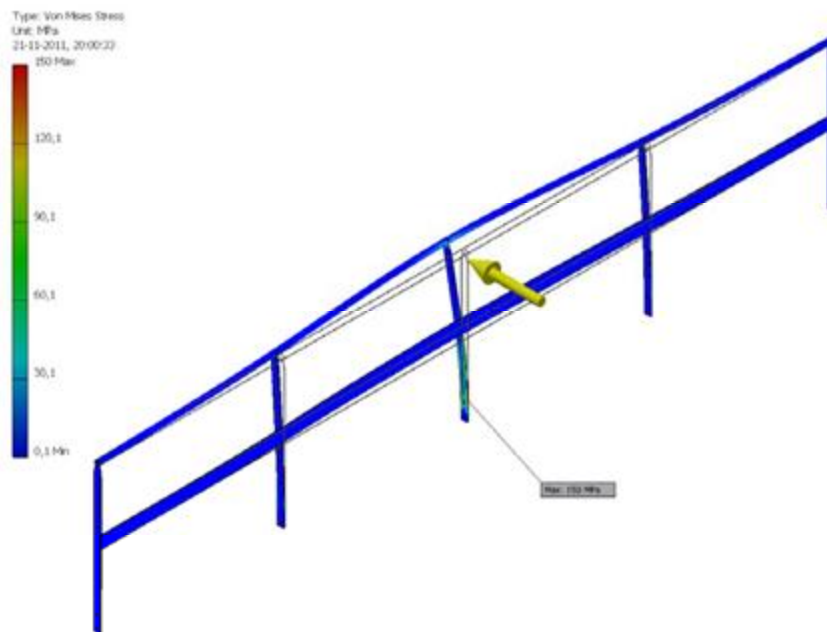
Results

Result Summary

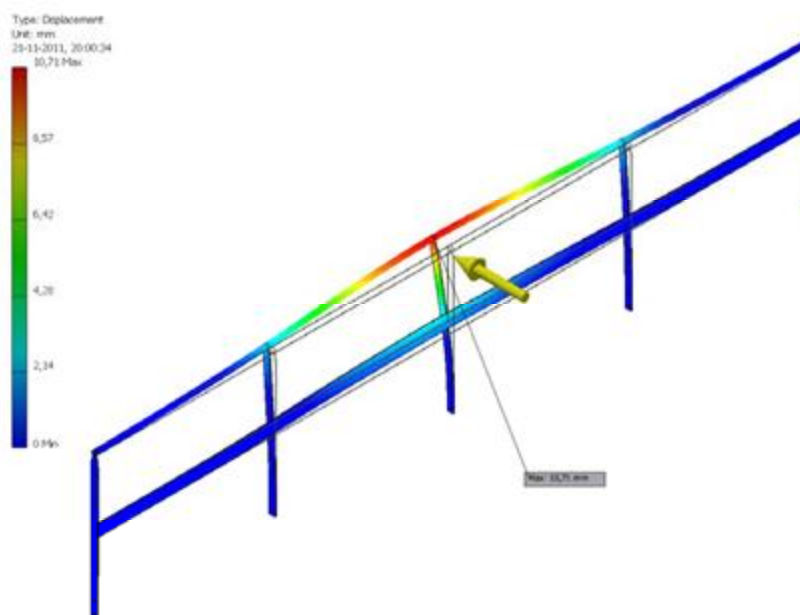
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,100664 MPa	150,04 MPa
Displacement	0,0000403154 mm	10,7067 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



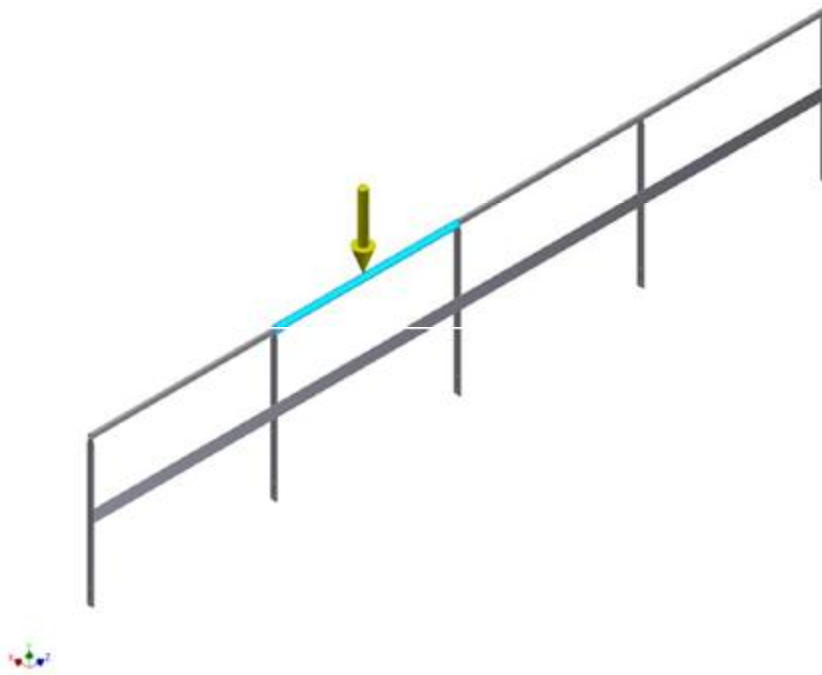
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



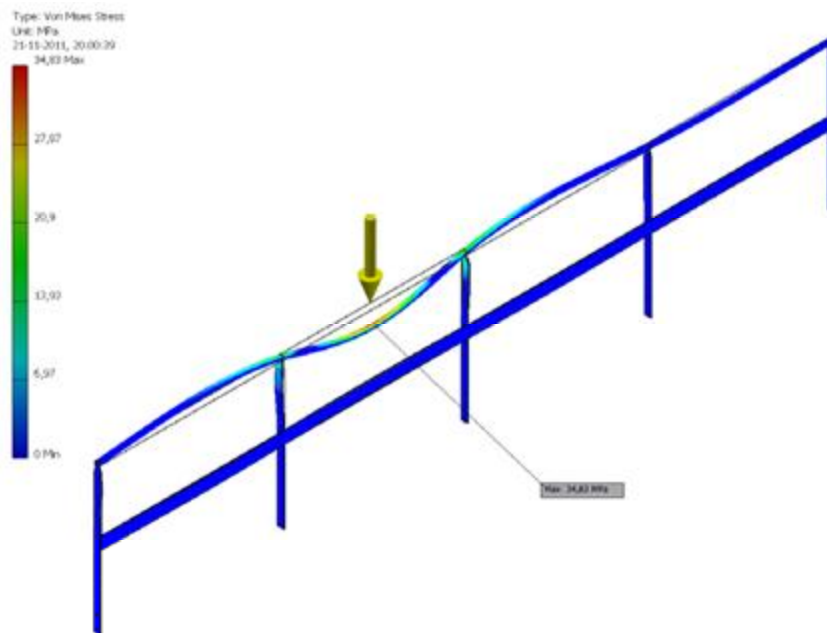
Results

Result Summary

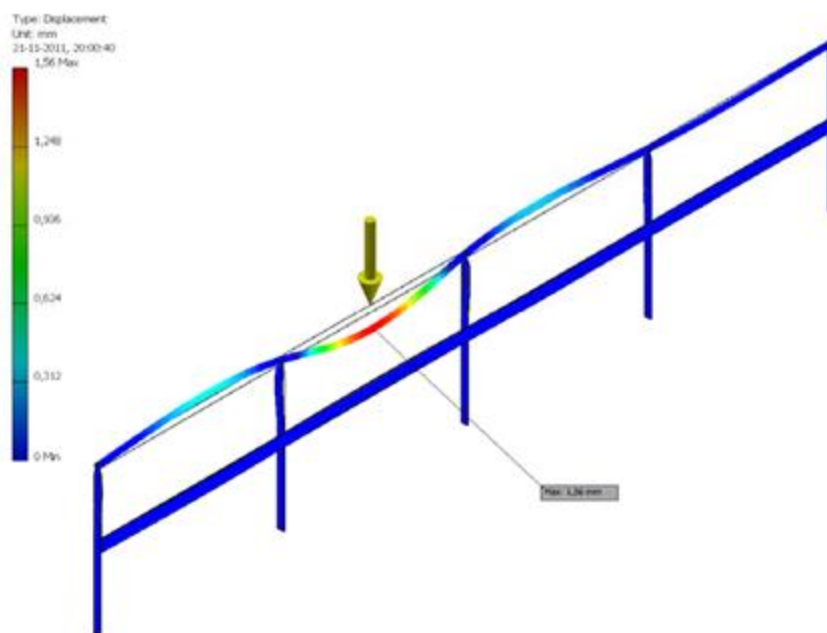
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00245946 MPa	34,8337 MPa
Displacement	0,0000000264022 mm	1,56001 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



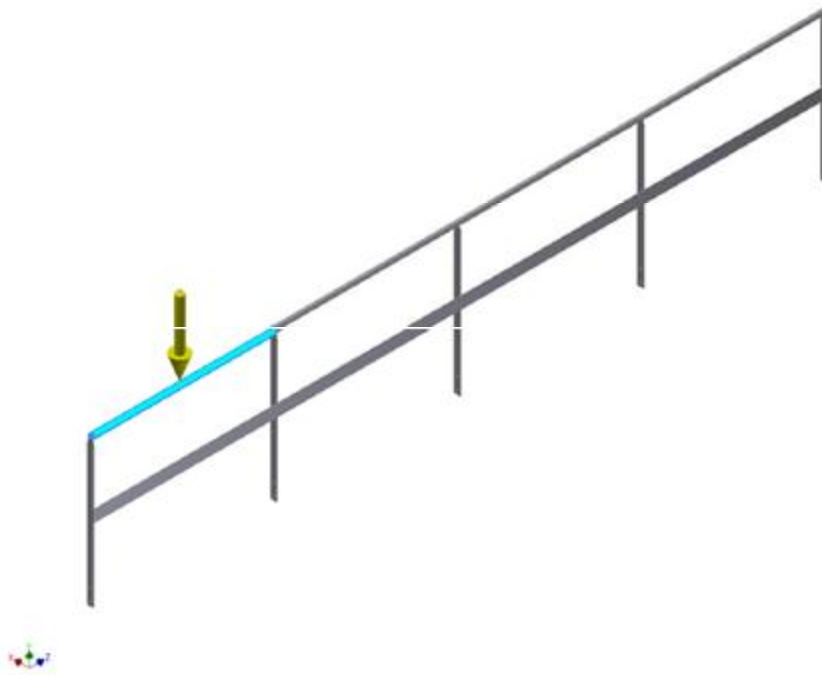
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



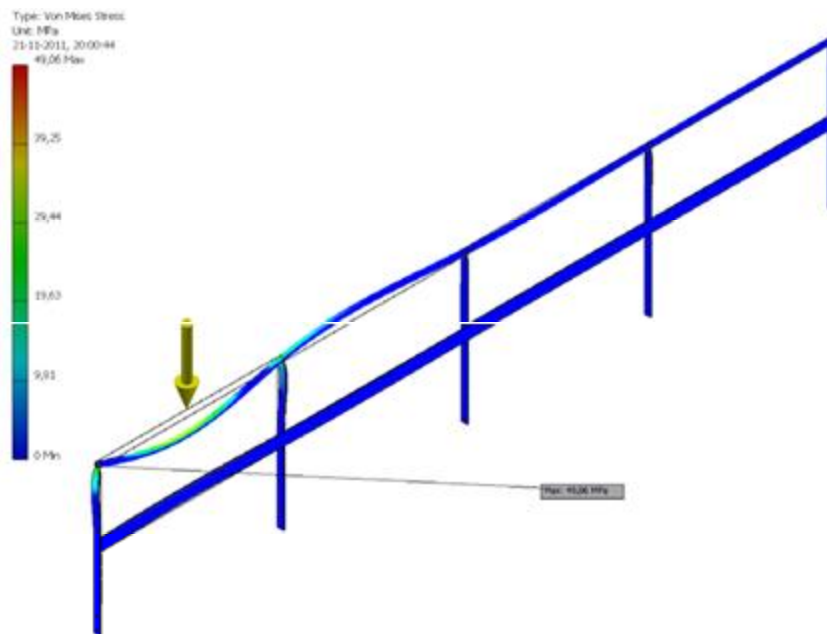
Results

Result Summary

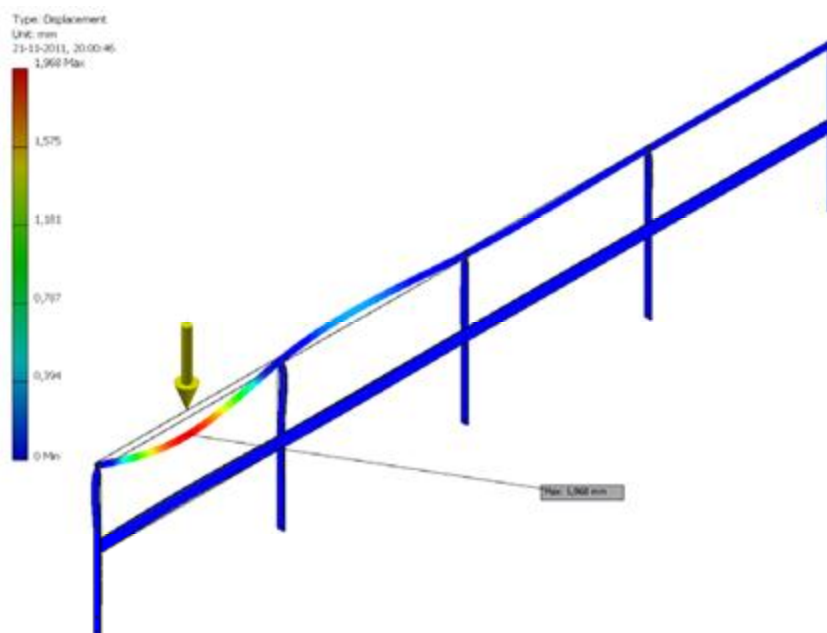
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00250358 MPa	49,0638 MPa
Displacement	0,0000000277448 mm	1,96817 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



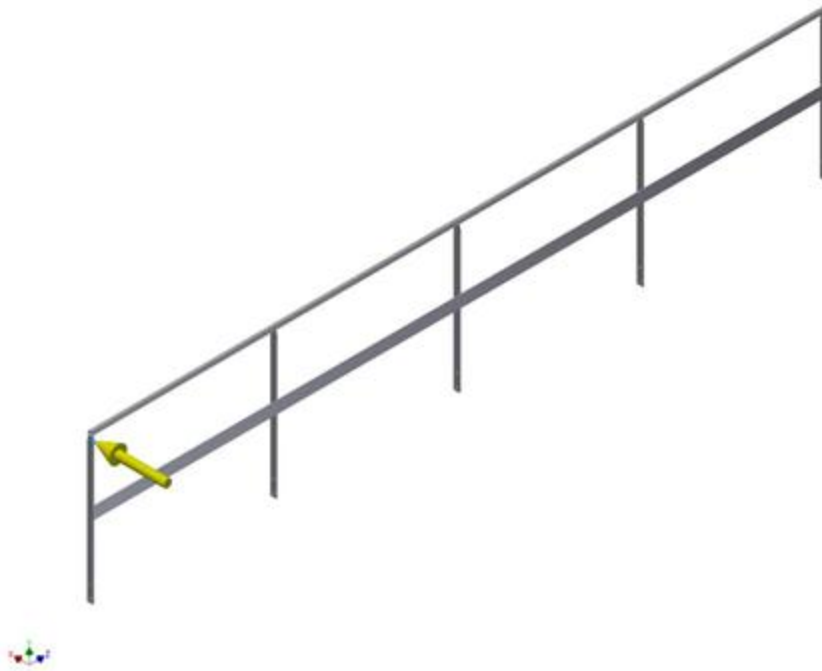
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



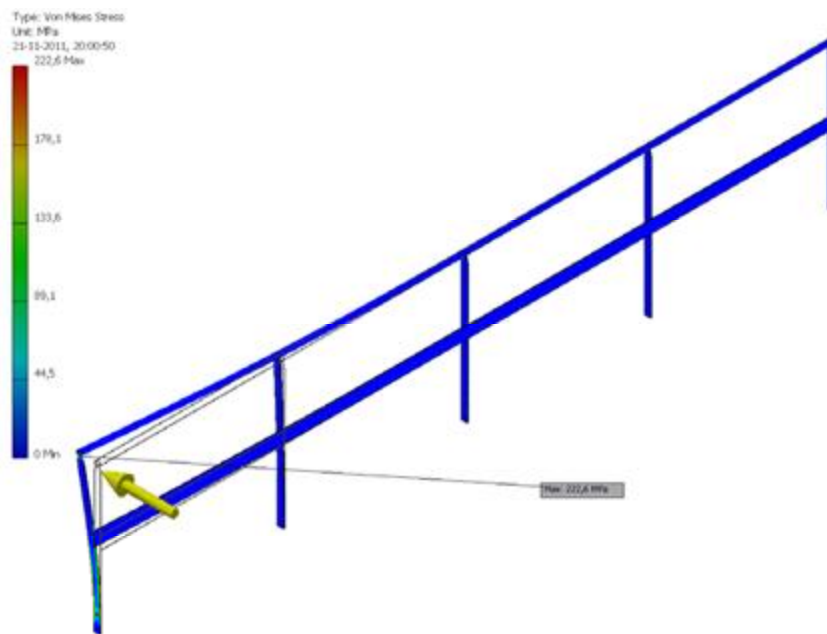
Results

Result Summary

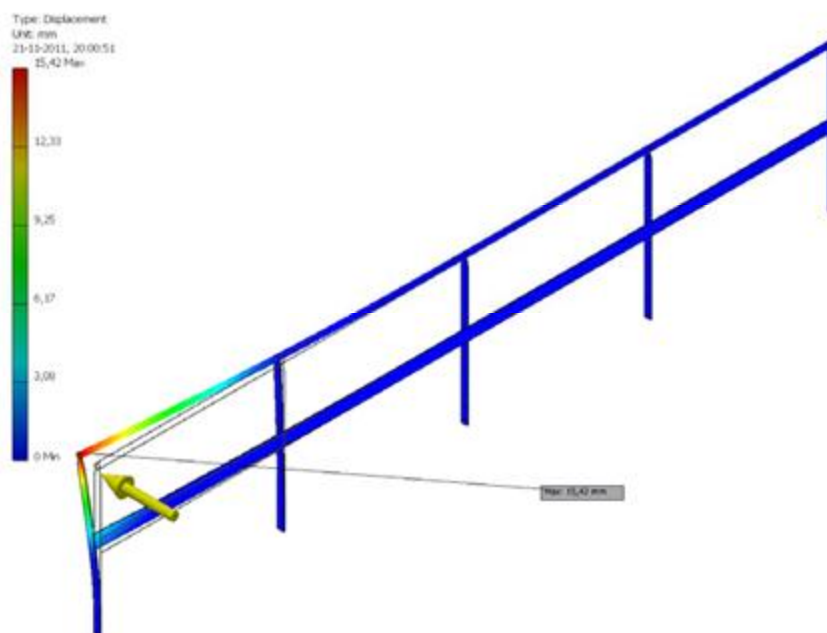
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0127535 MPa	222,608 MPa
Displacement	0,00000208267 mm	15,4155 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



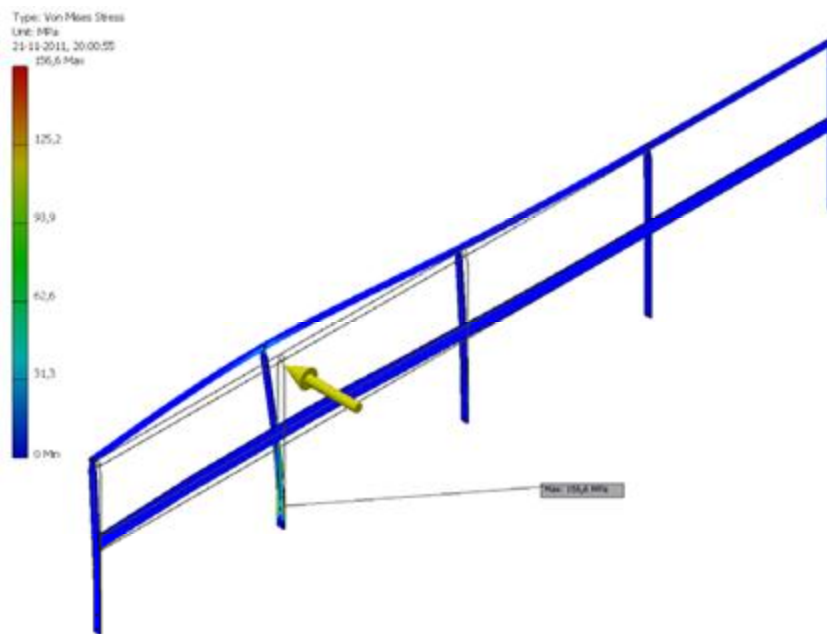
Results

Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0177441 MPa	156,551 MPa
Displacement	0,0000047368 mm	11,2772 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



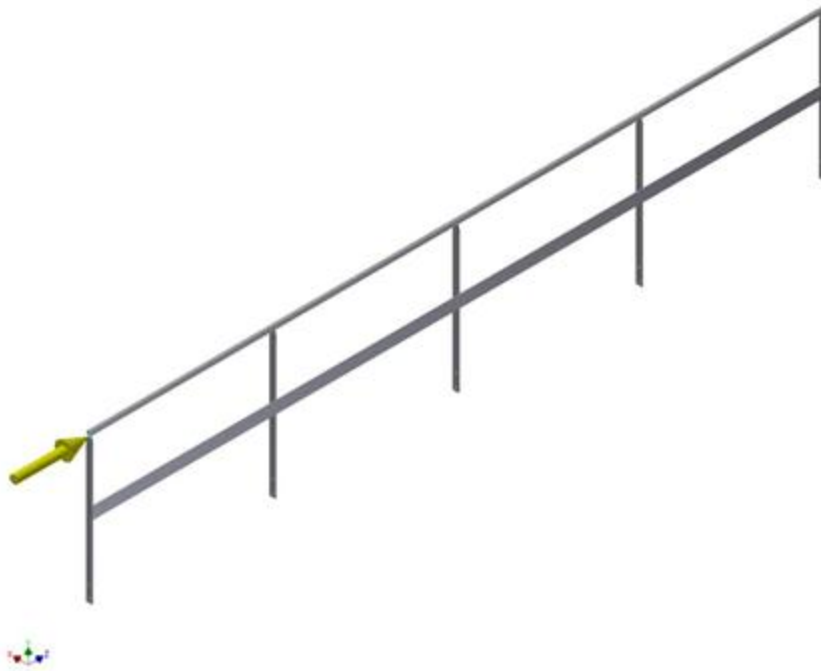
Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



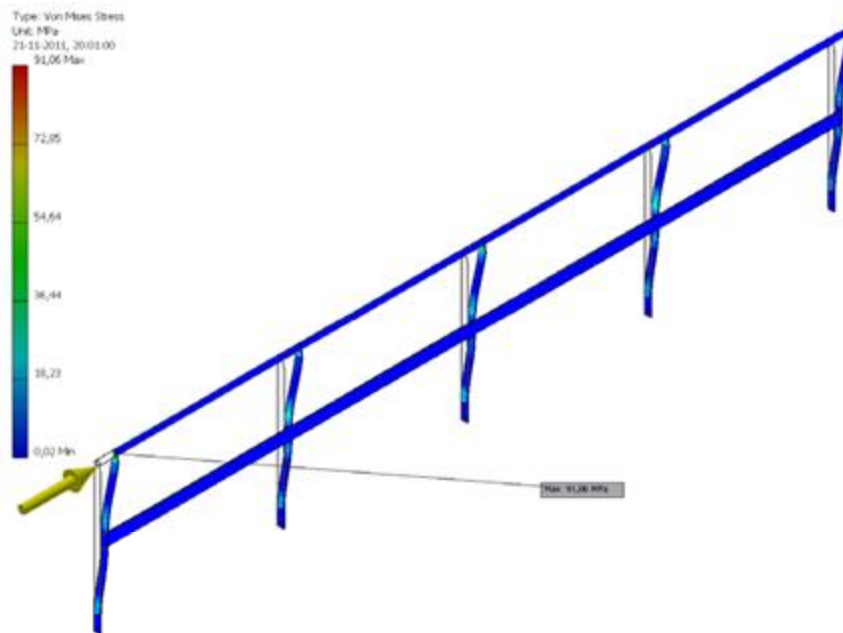
Results

Result Summary

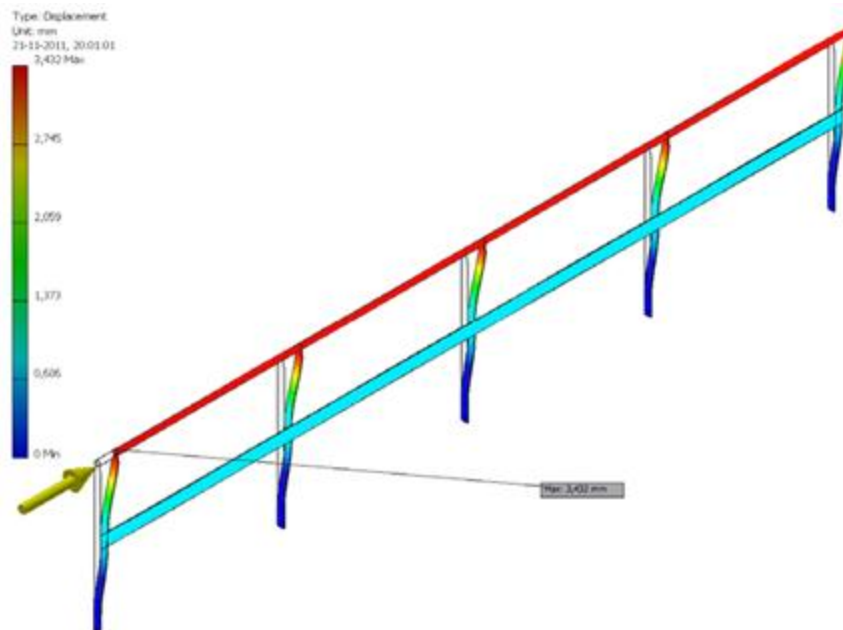
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0208404 MPa	91,0591 MPa
Displacement	0,00000118011 mm	3,43154 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Stress Analysis Report

Autodesk®

Project Info (iProperties)

Analyzed File:	50x12 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 19:55

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	21-11-2011, 19:53
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa

Physical

Mass	69,6672 kg
------	------------

Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



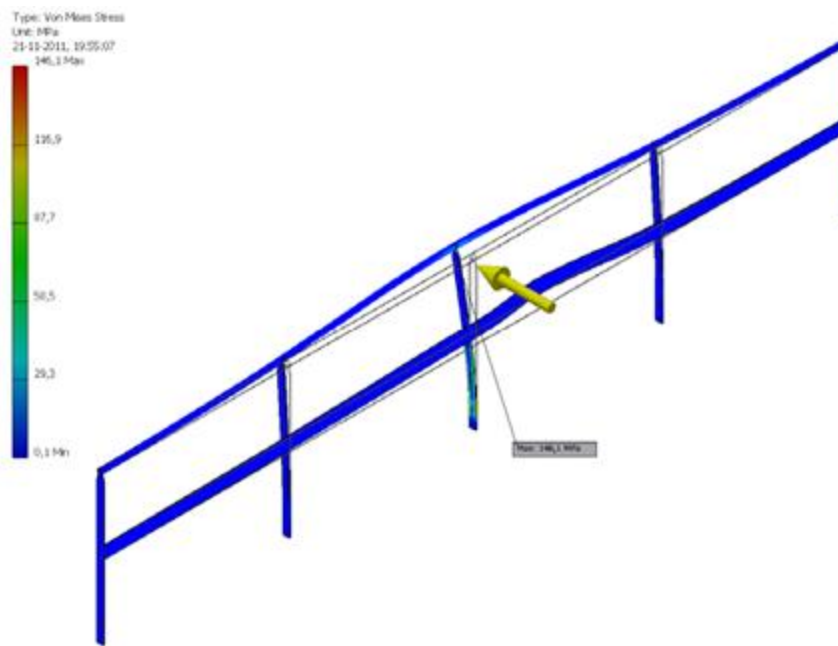
Results

Result Summary

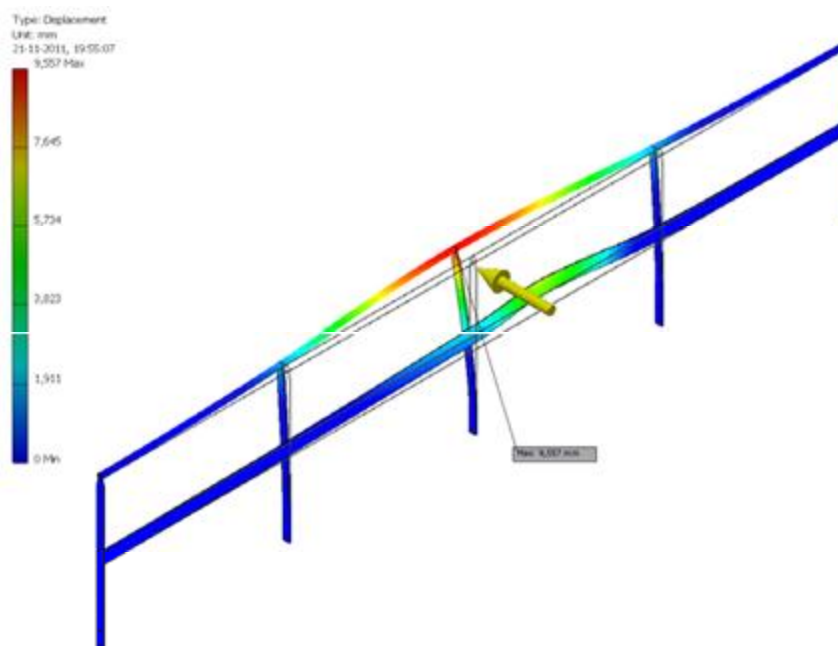
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,06129 MPa	146,126 MPa
Displacement	0,0000371568 mm	9,55671 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



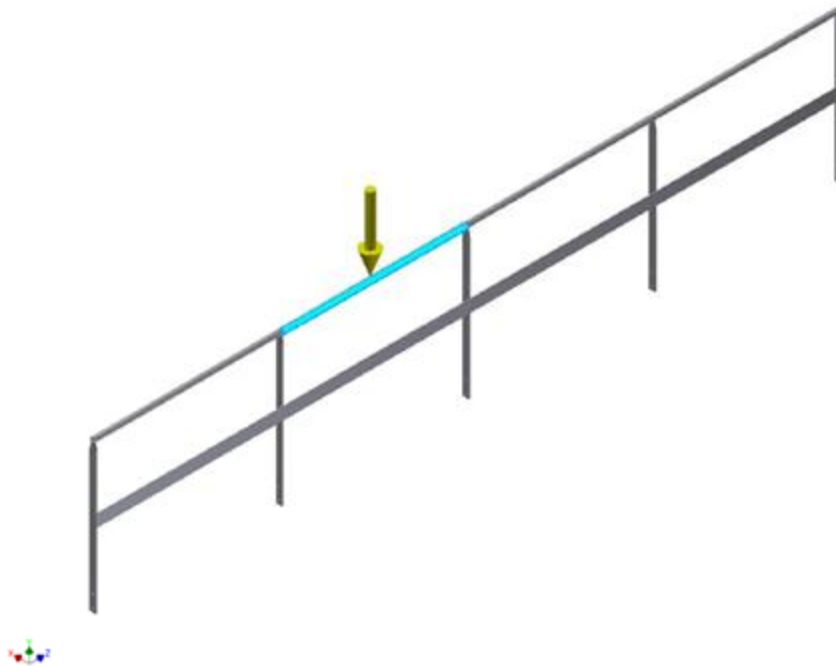
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



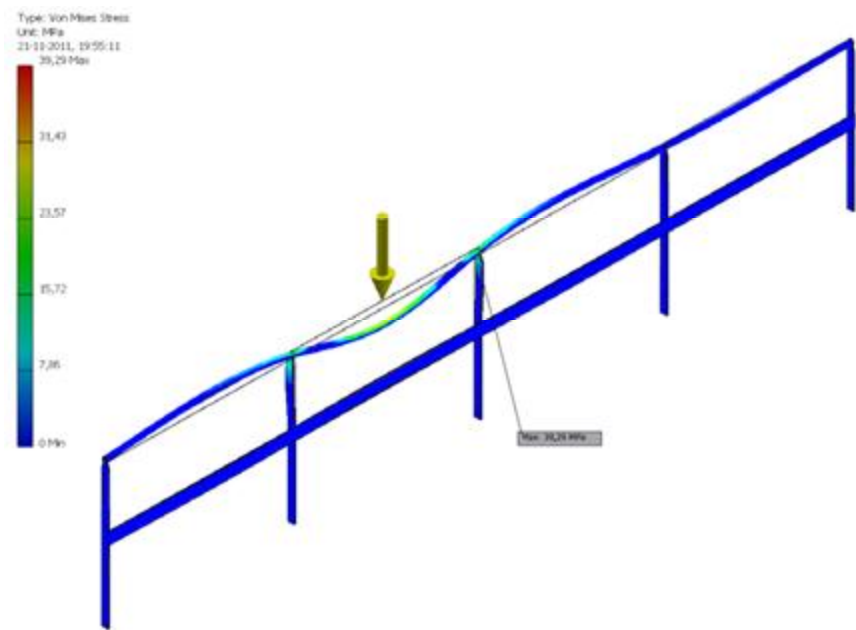
Results

Result Summary

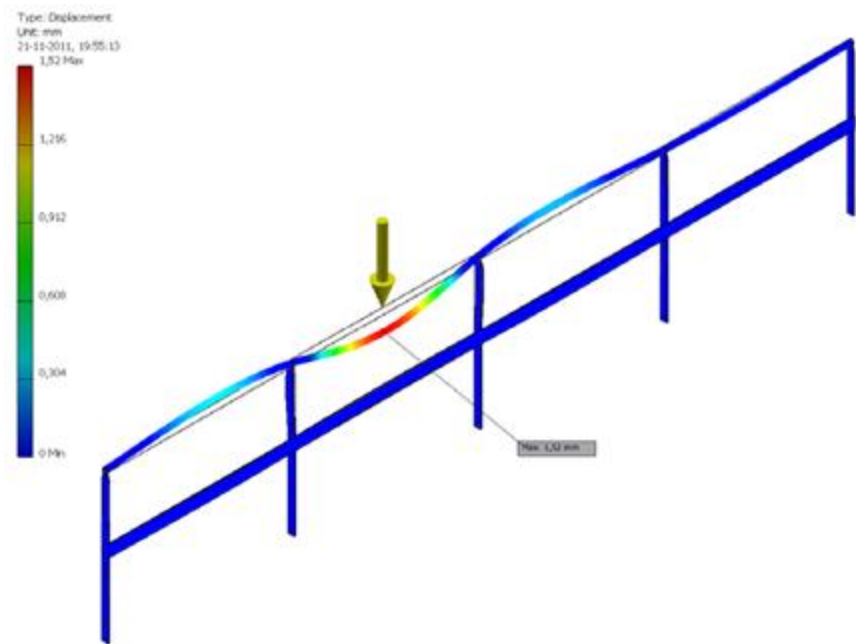
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,000965859 MPa	39,2865 MPa
Displacement	0,0000000492083 mm	1,51982 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



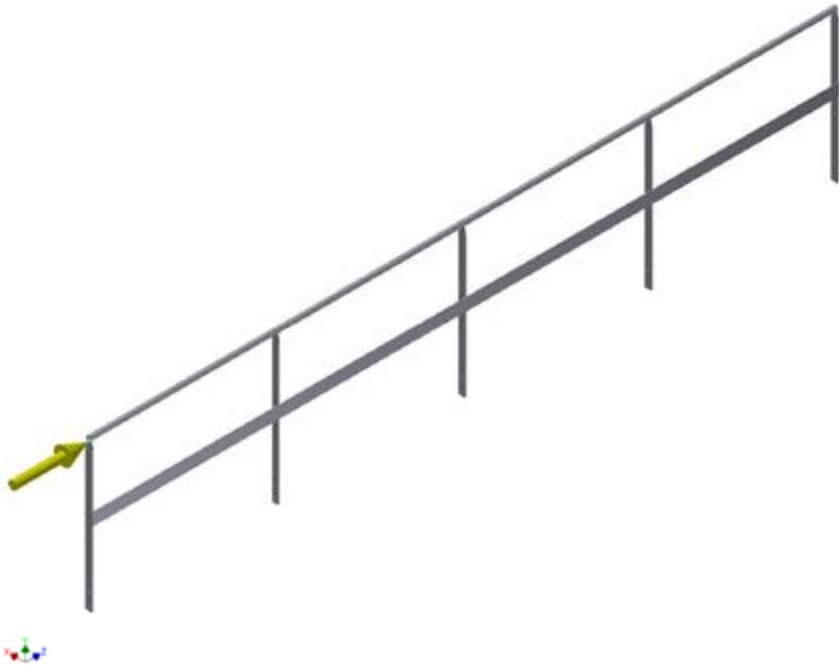
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



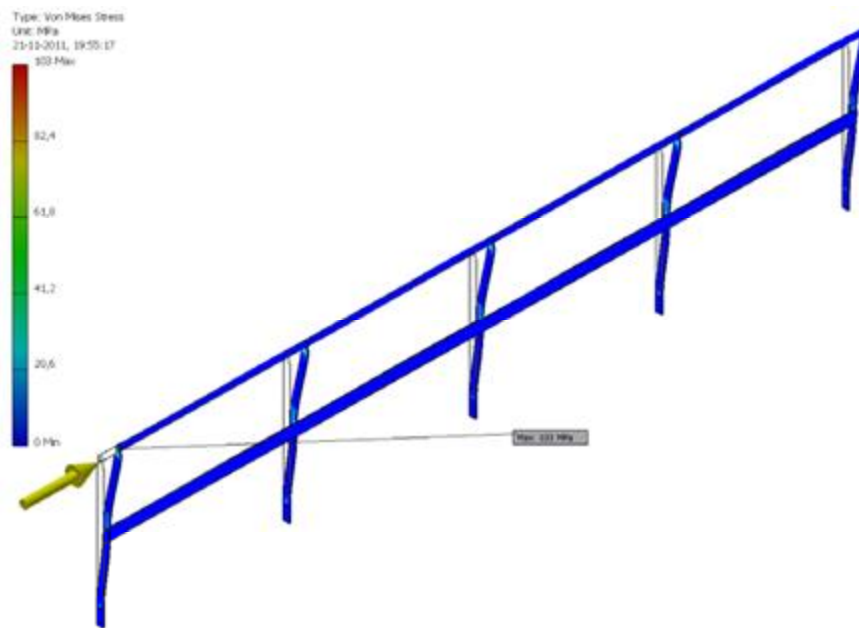
Results

Result Summary

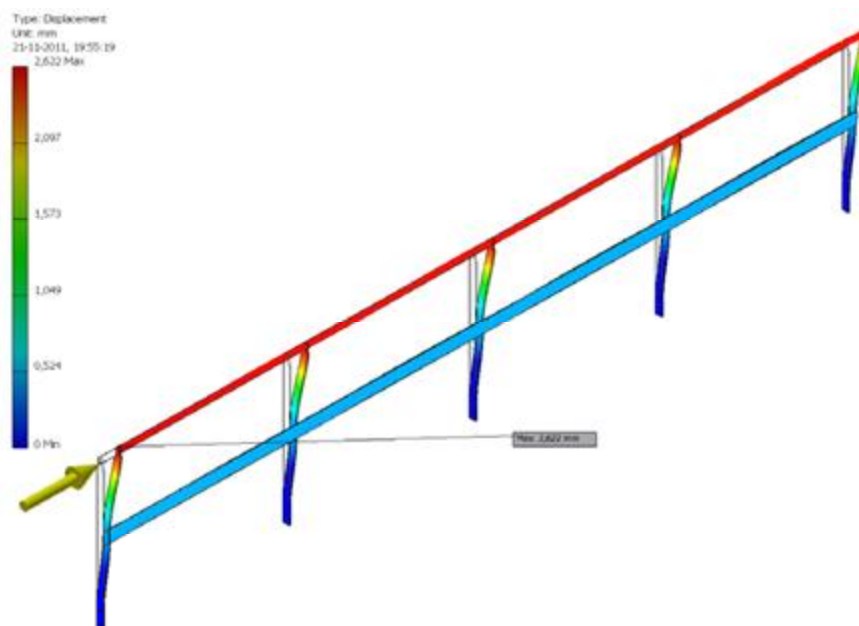
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,033164 MPa	103,044 MPa
Displacement	0,000000185509 mm	2,6216 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



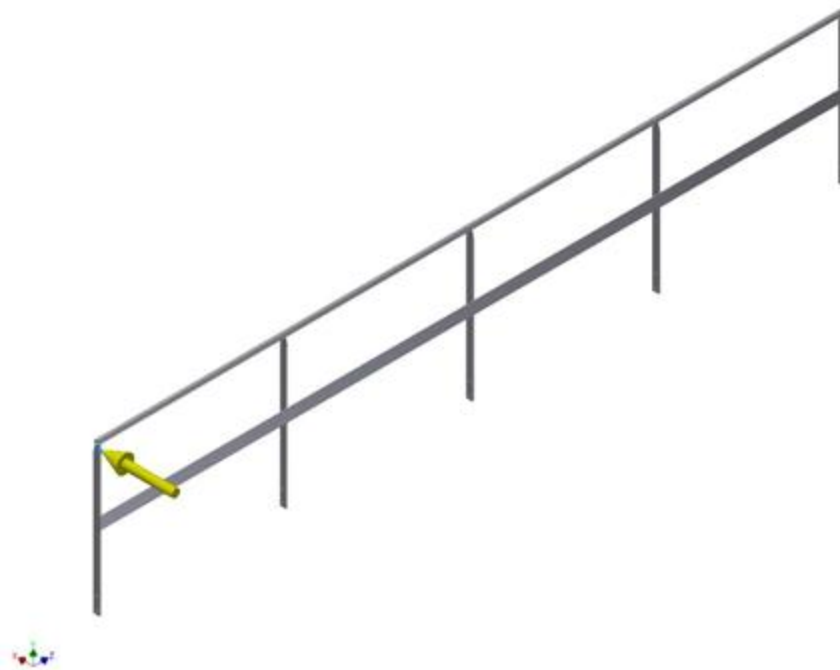
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



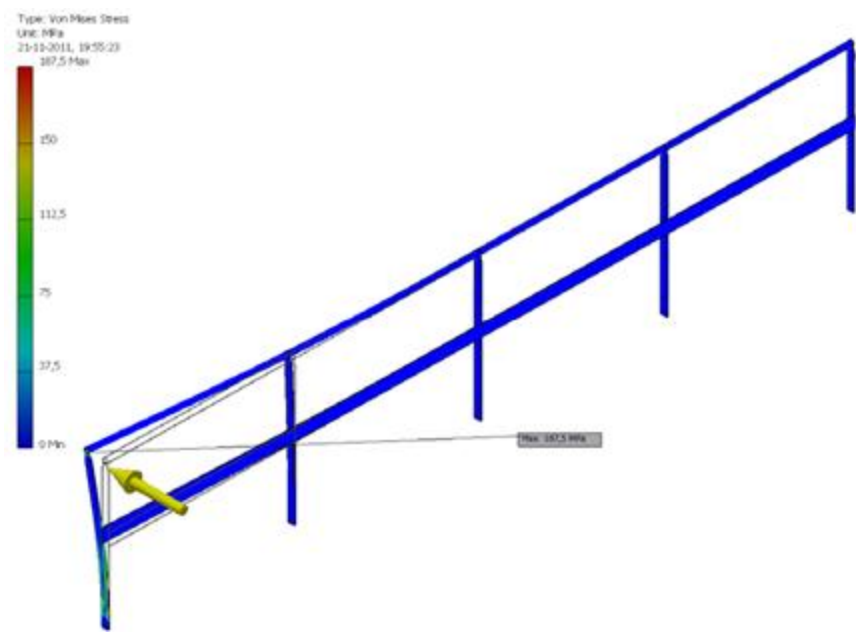
Results

Result Summary

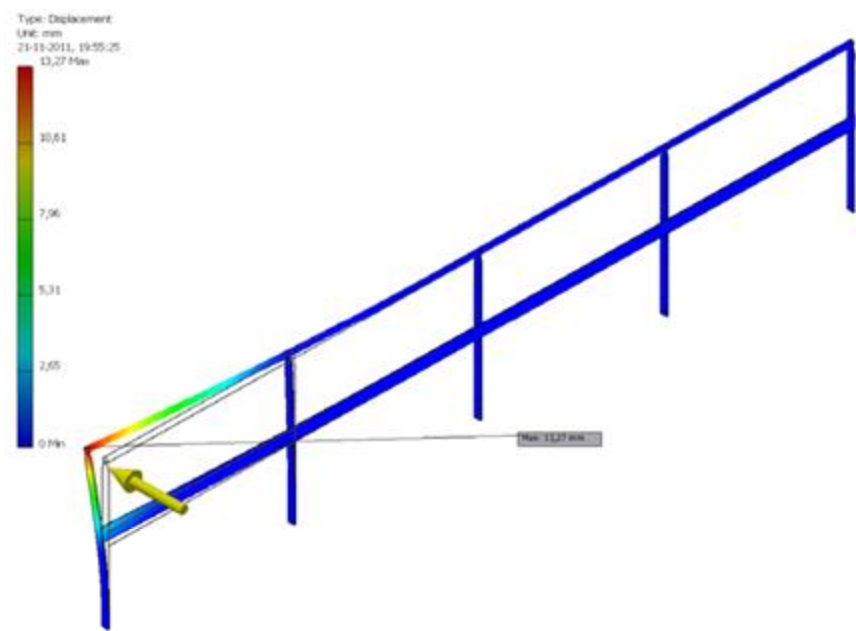
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0136845 MPa	187,504 MPa
Displacement	0,0000000441033 mm	13,2657 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



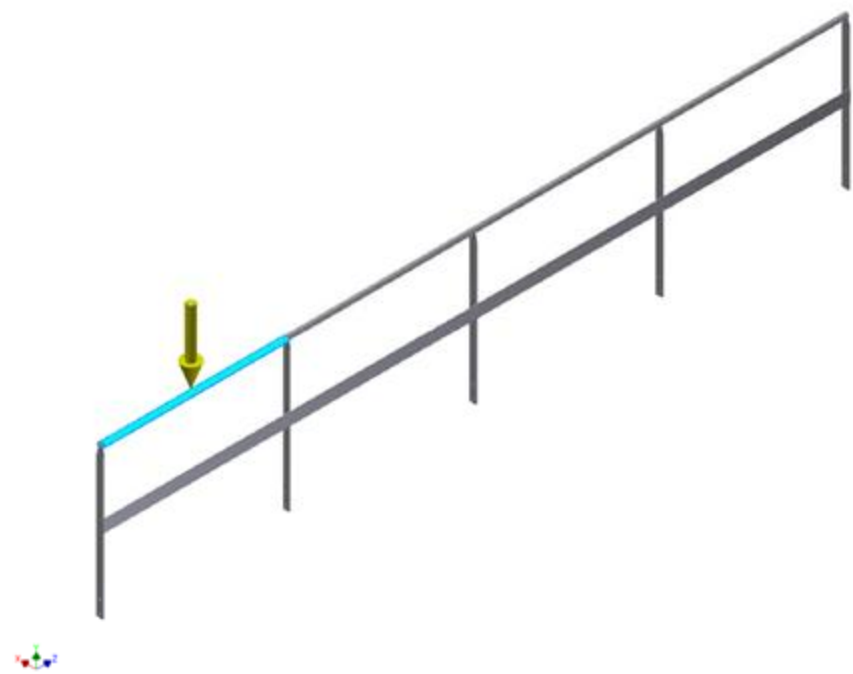
Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



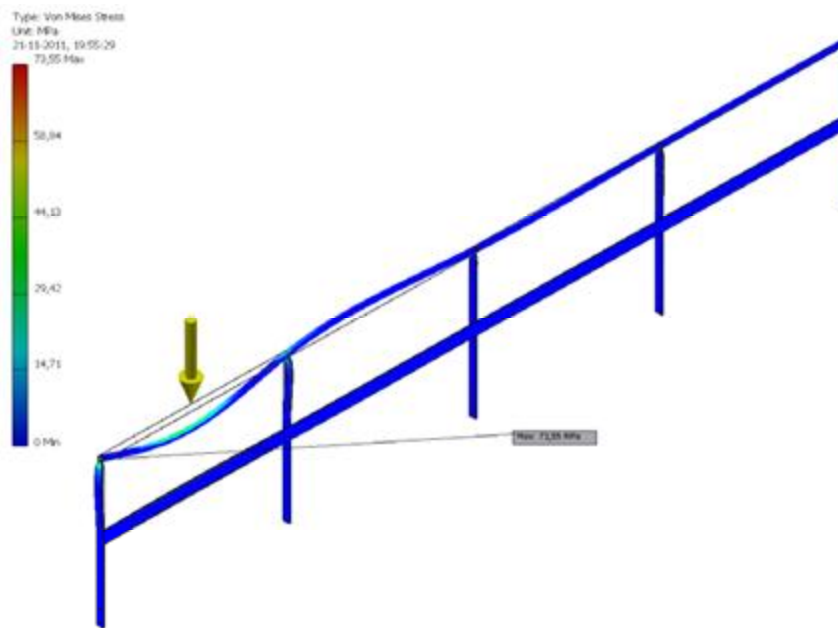
Results

Result Summary

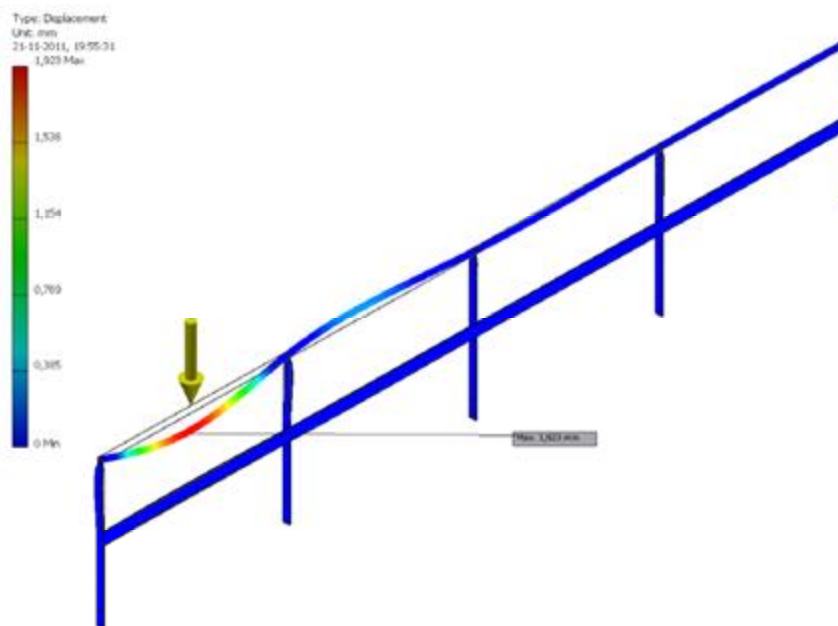
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00157091 MPa	73,5474 MPa
Displacement	0,00000000660844 mm	1,92272 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



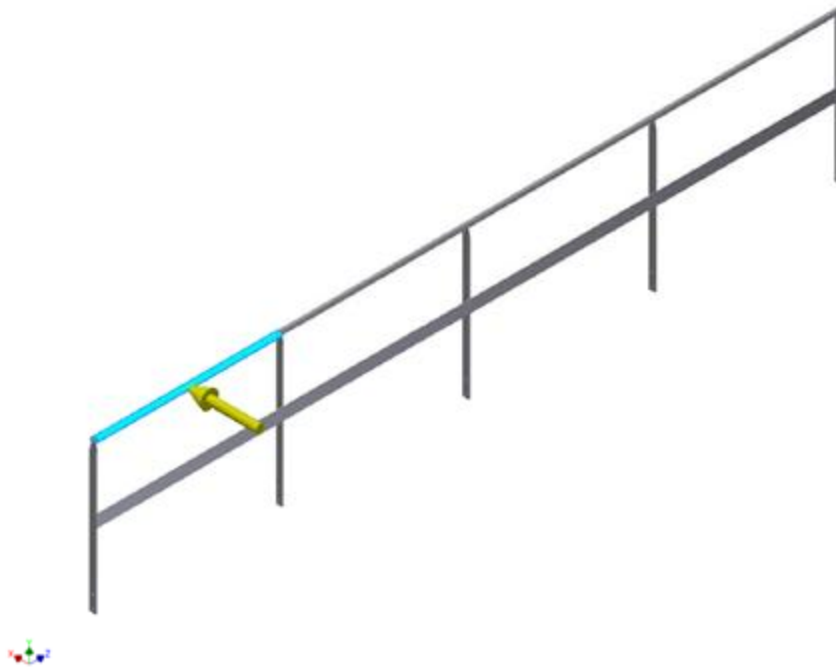
Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



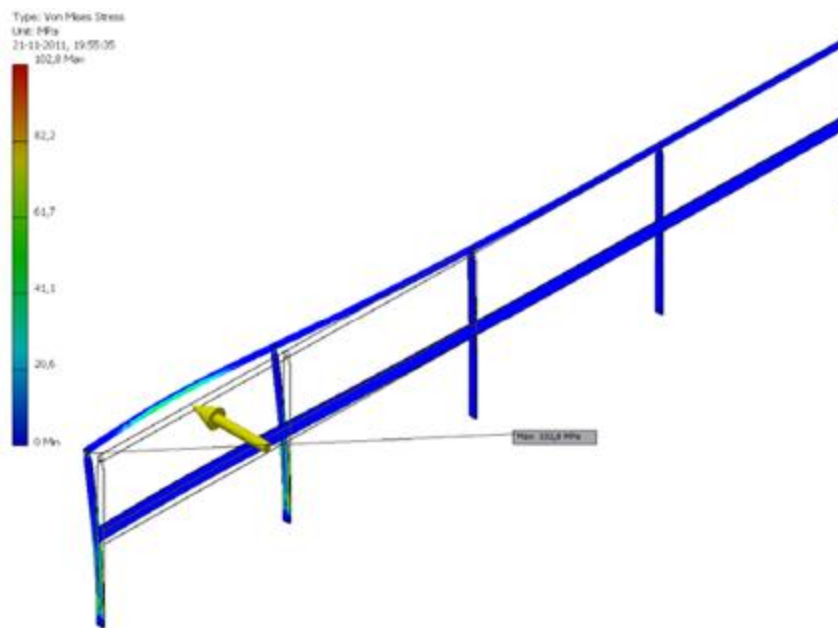
Results

Result Summary

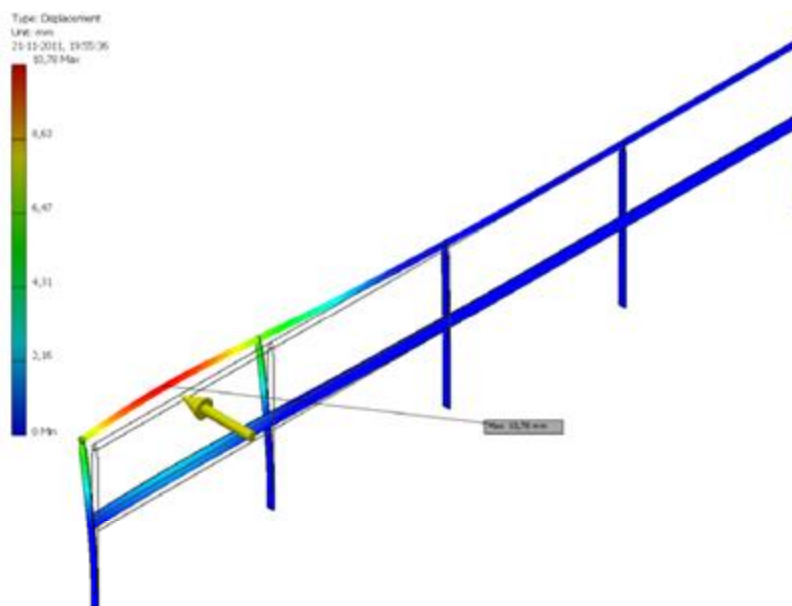
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0110388 MPa	102,766 MPa
Displacement	0,00000292805 mm	10,7829 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Stress Analysis Report

Autodesk®

Project Info (iProperties)

Analyzed File:	55x10 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 19:41

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	21-11-2011, 19:53
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa

Physical

Mass	67,3912 kg
------	------------

Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



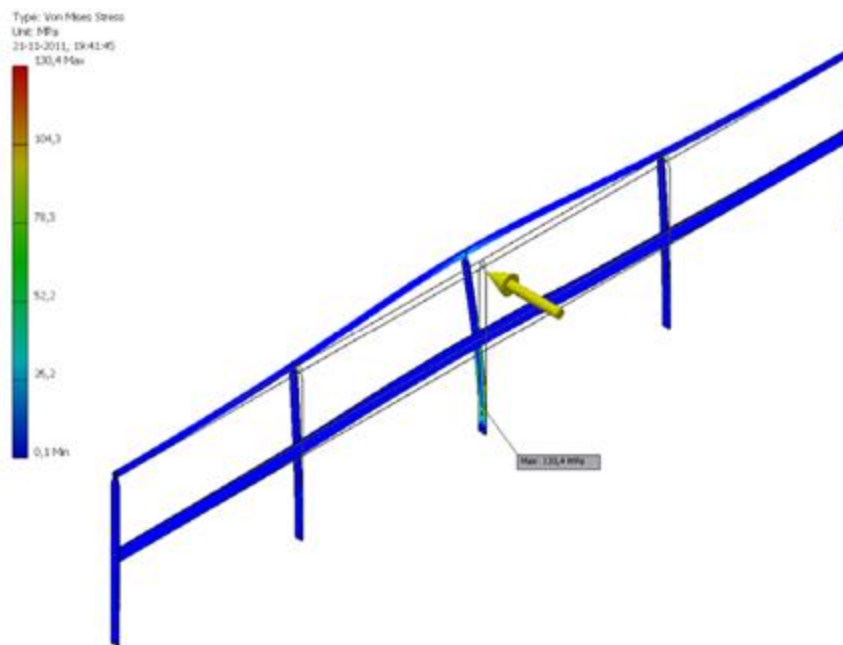
Results

Result Summary

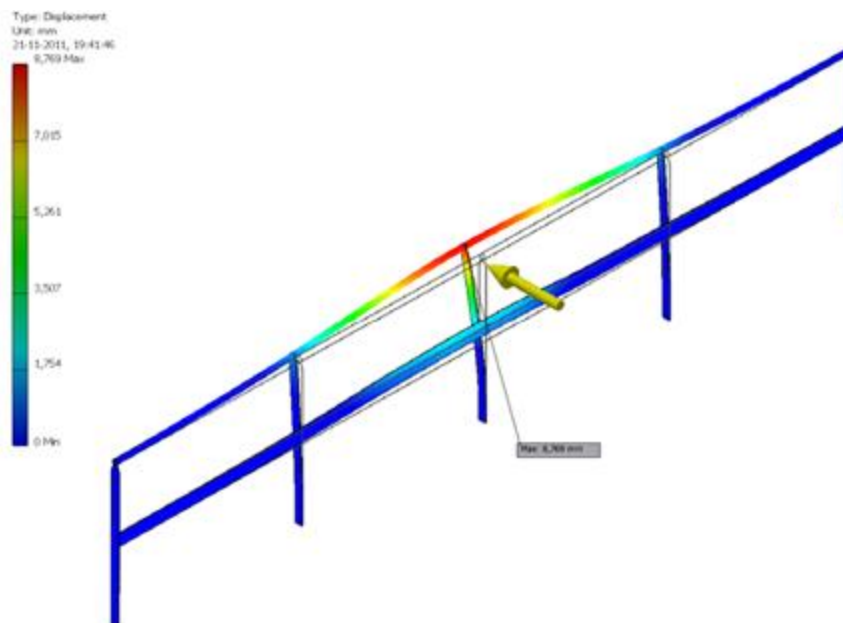
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0990413 MPa	130,396 MPa
Displacement	0,0000337799 mm	8,76866 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



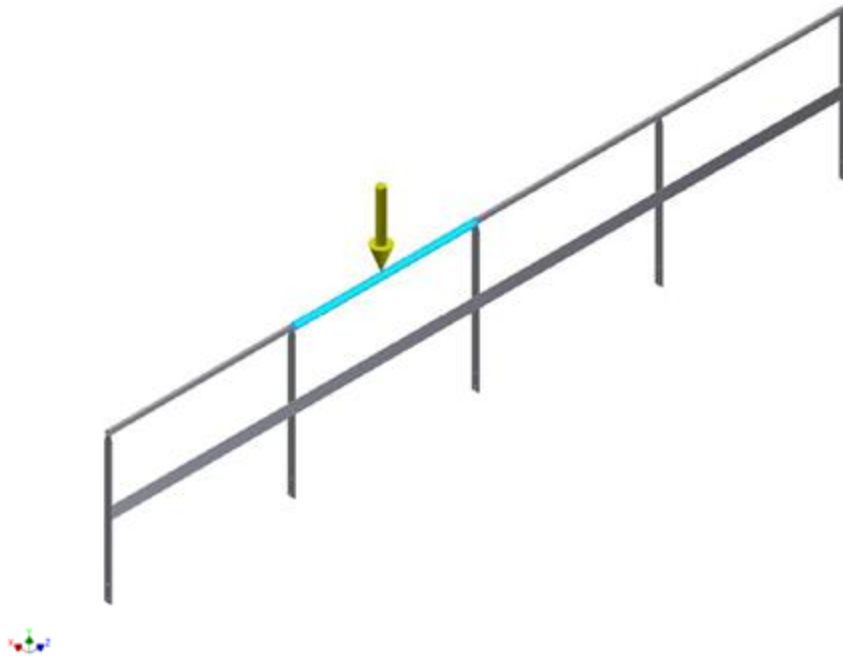
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



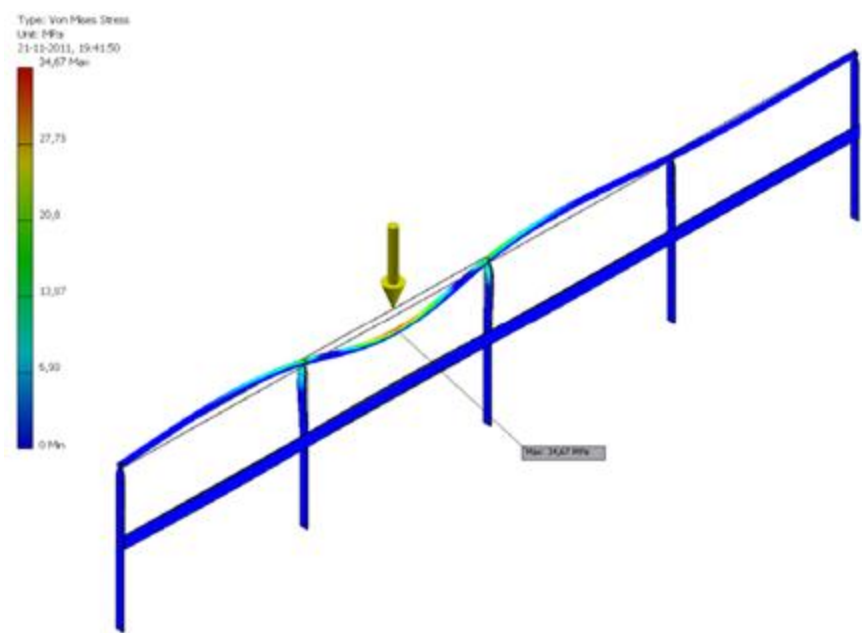
Results

Result Summary

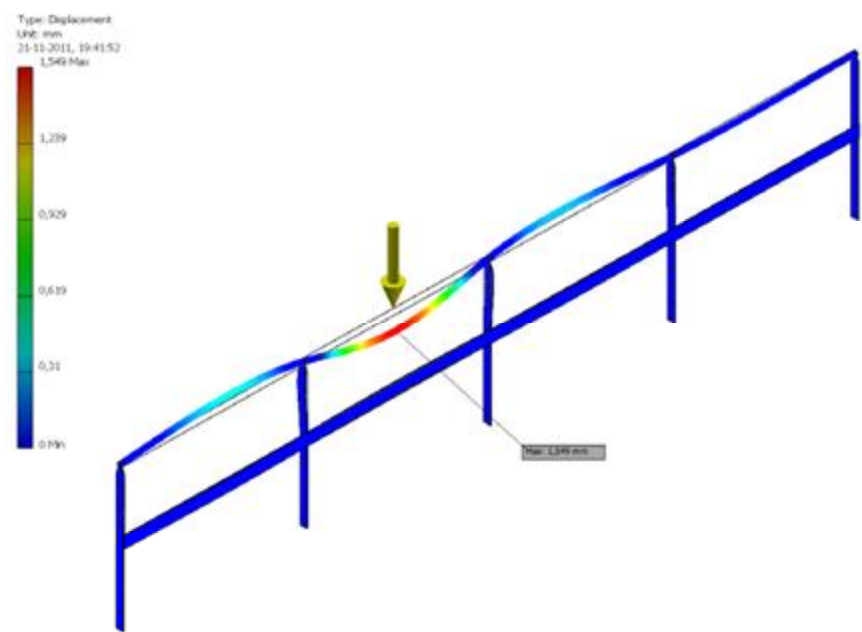
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00171443 MPa	34,668 MPa
Displacement	0,0000000198837 mm	1,5486 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



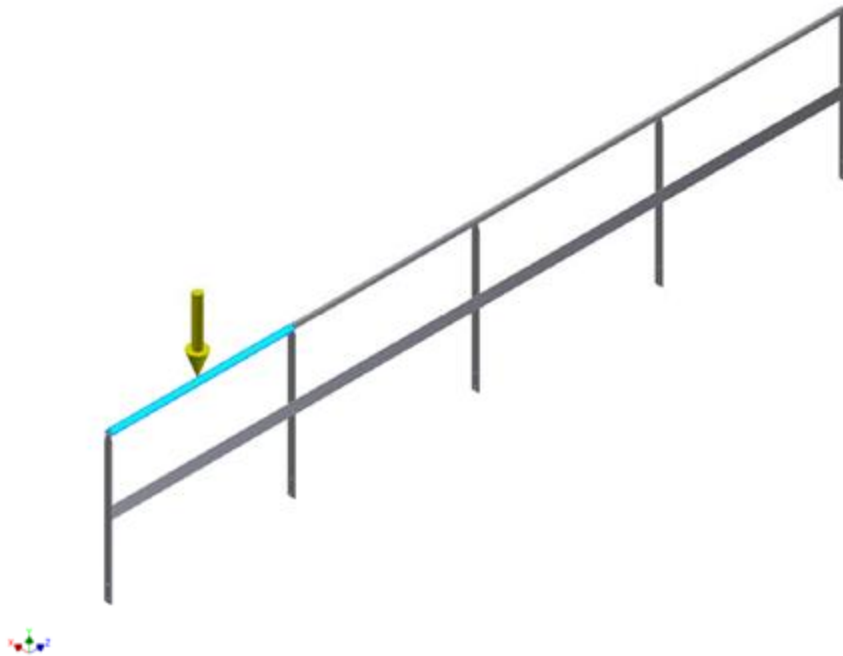
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



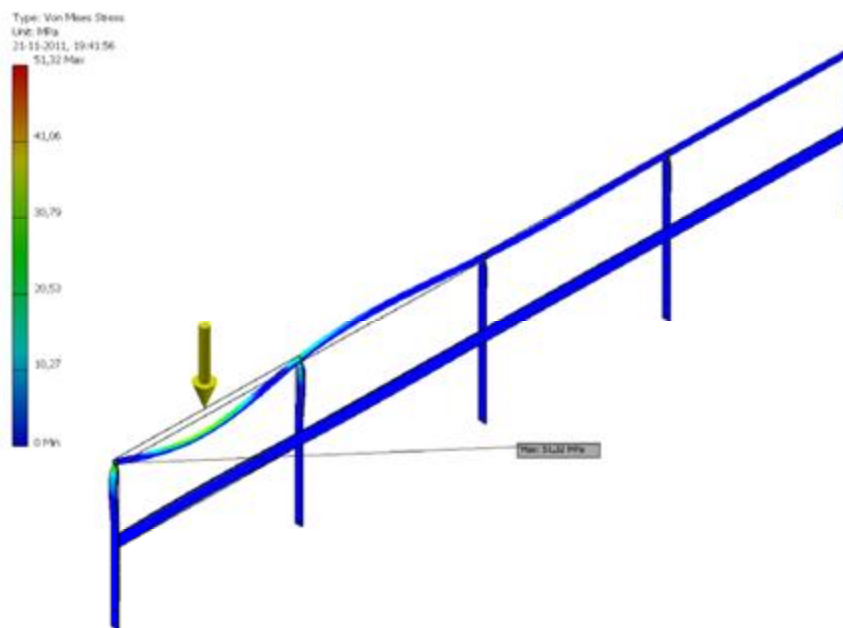
Results

Result Summary

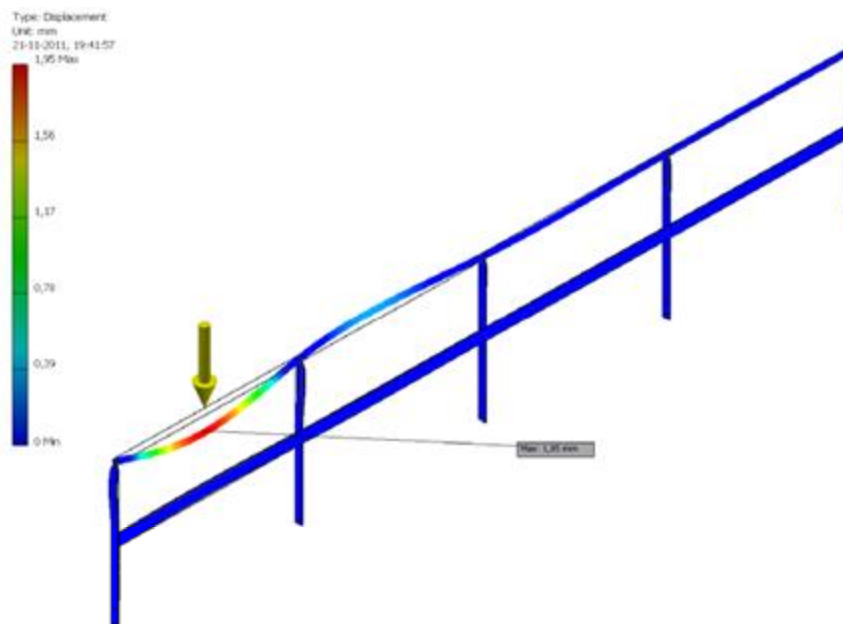
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00224299 MPa	51,3204 MPa
Displacement	0,0000000141982 mm	1,94997 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



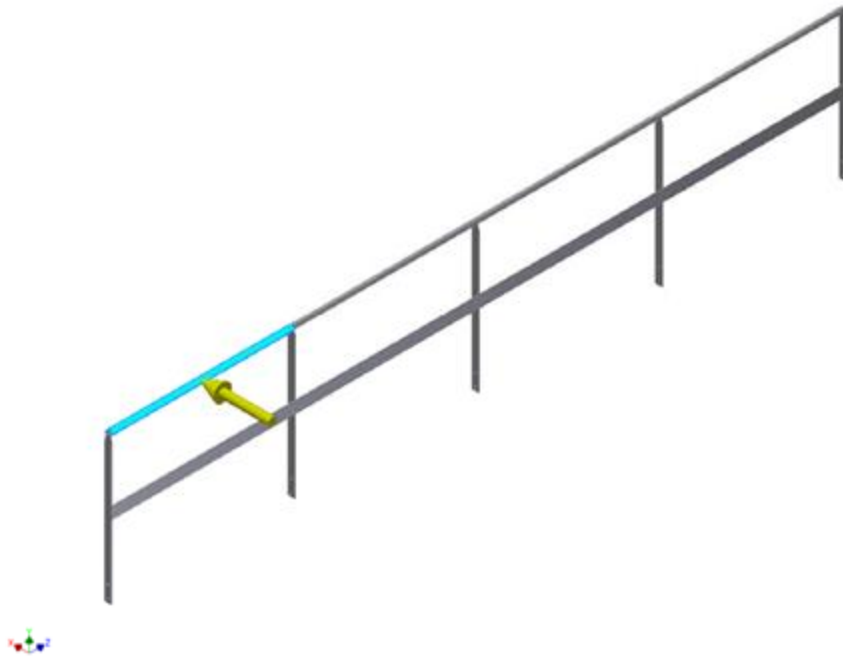
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



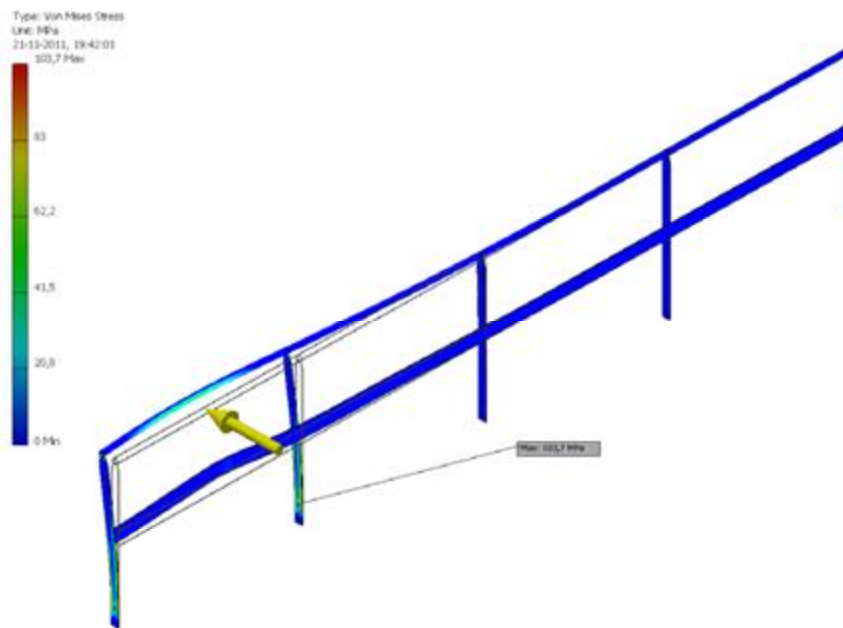
Results

Result Summary

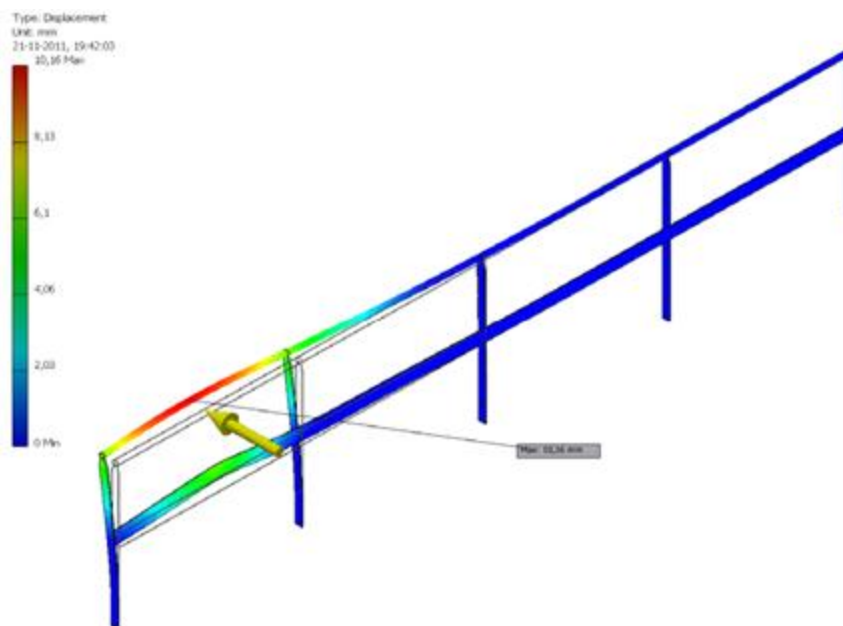
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00896383 MPa	103,719 MPa
Displacement	0,000000720983 mm	10,1611 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



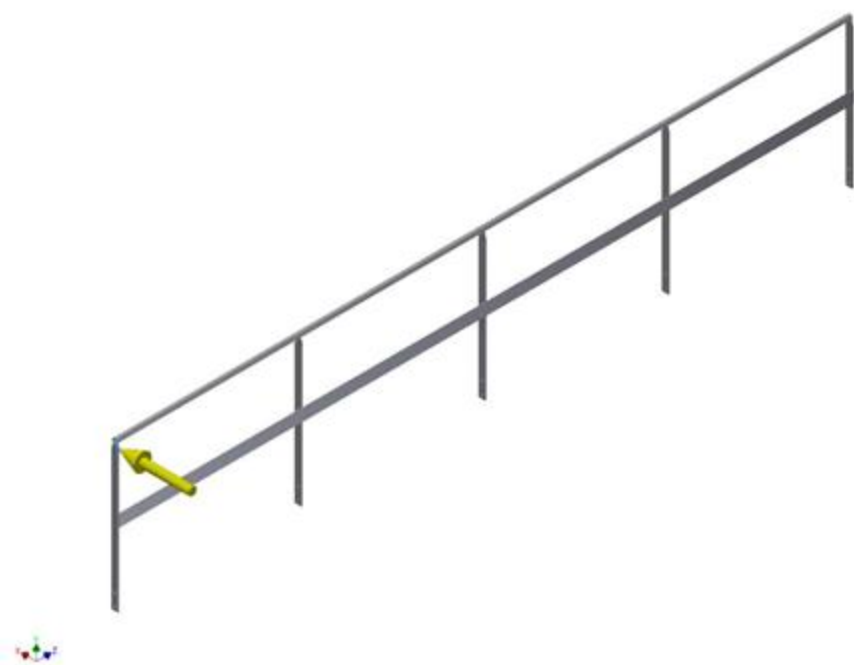
Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



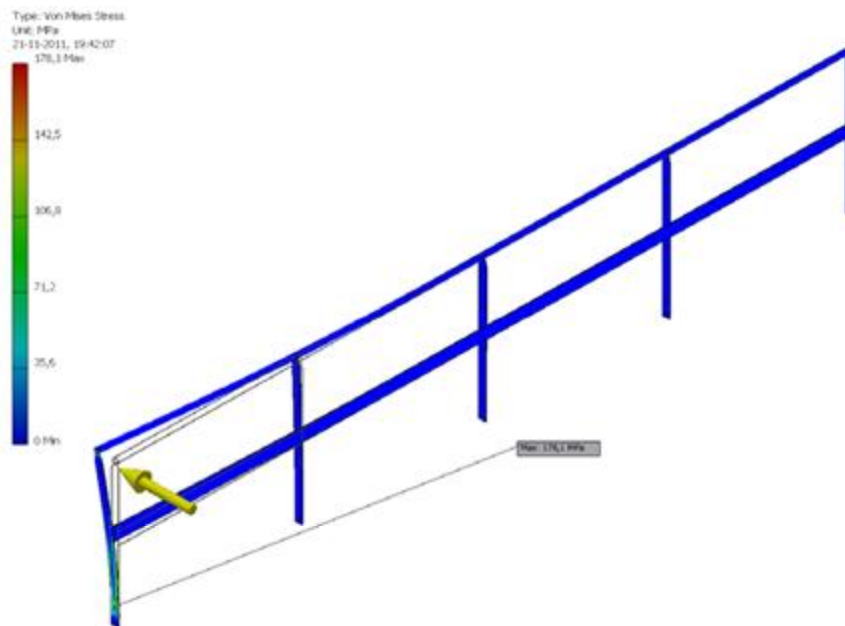
Results

Result Summary

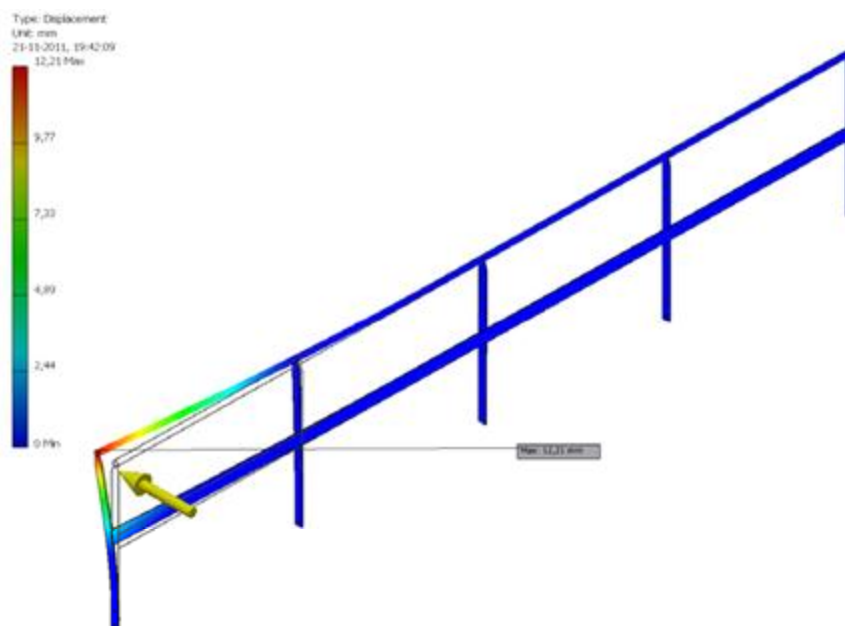
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00528569 MPa	178,079 MPa
Displacement	0,000000633816 mm	12,2142 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



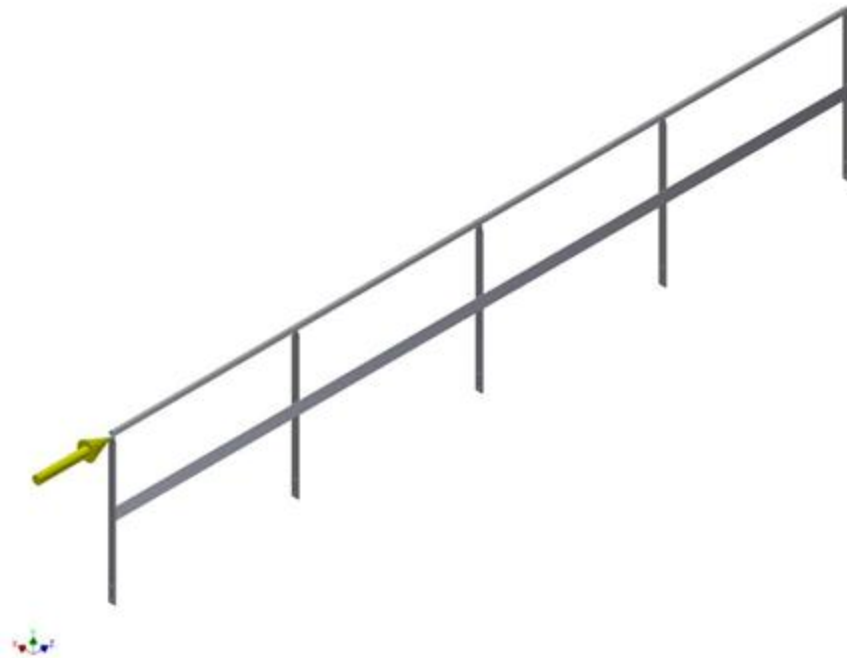
Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



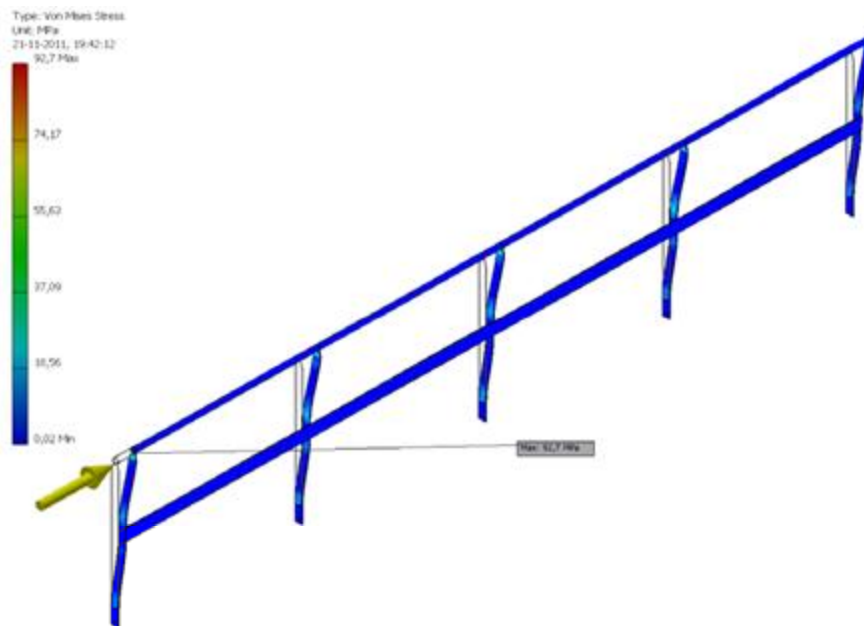
Results

Result Summary

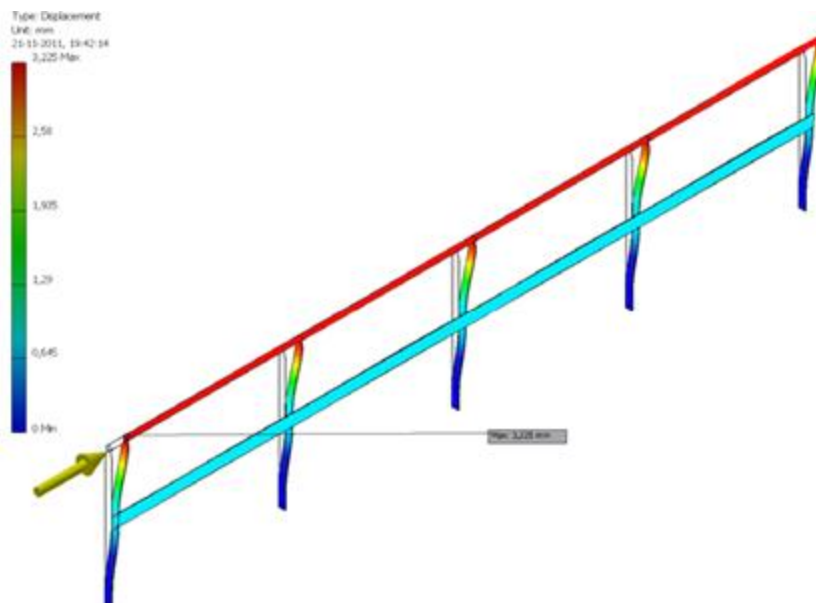
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,020697 MPa	92,7039 MPa
Displacement	0,000000225648 mm	3,22502 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Stress Analysis Report

Autodesk®

Project Info (iProperties)

Analyzed File:	55x12 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 19:32

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	21-11-2011, 19:53
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa

Physical

Mass	72,394 kg
------	-----------

Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



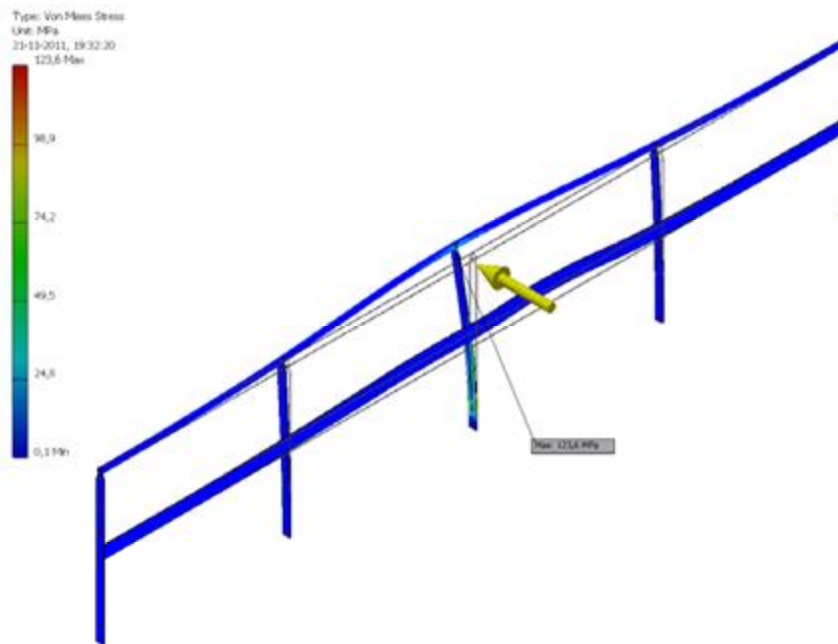
Results

Result Summary

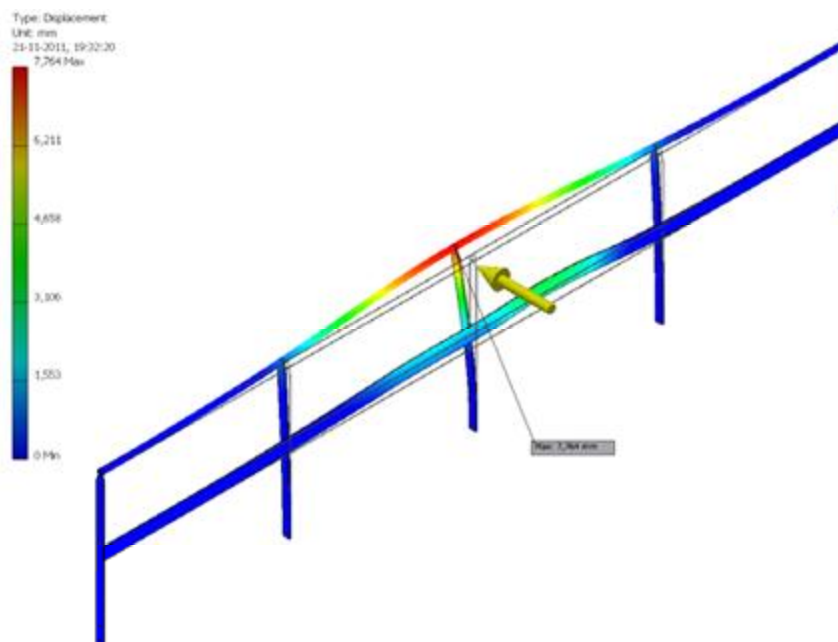
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,111211 MPa	123,561 MPa
Displacement	0,0000341088 mm	7,76386 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



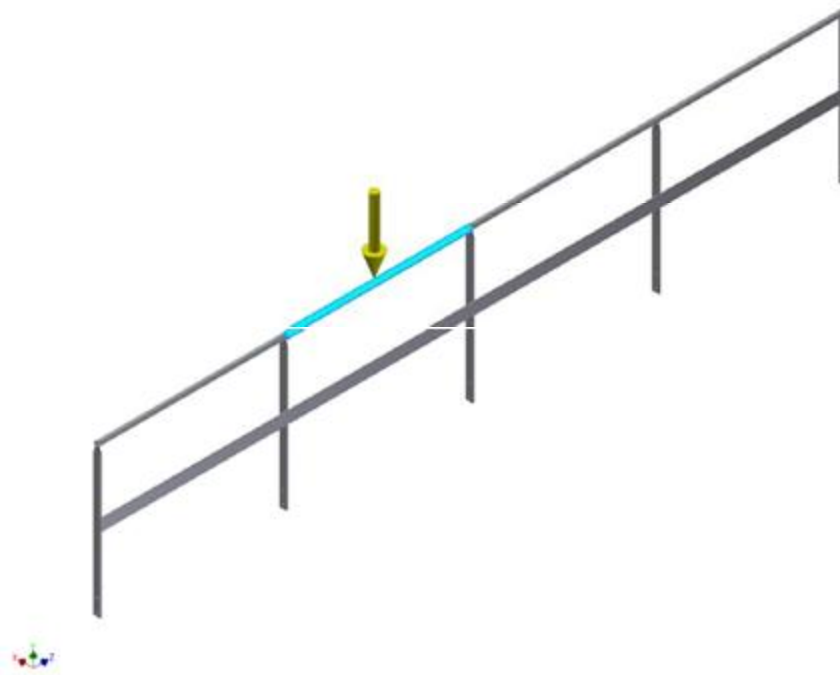
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



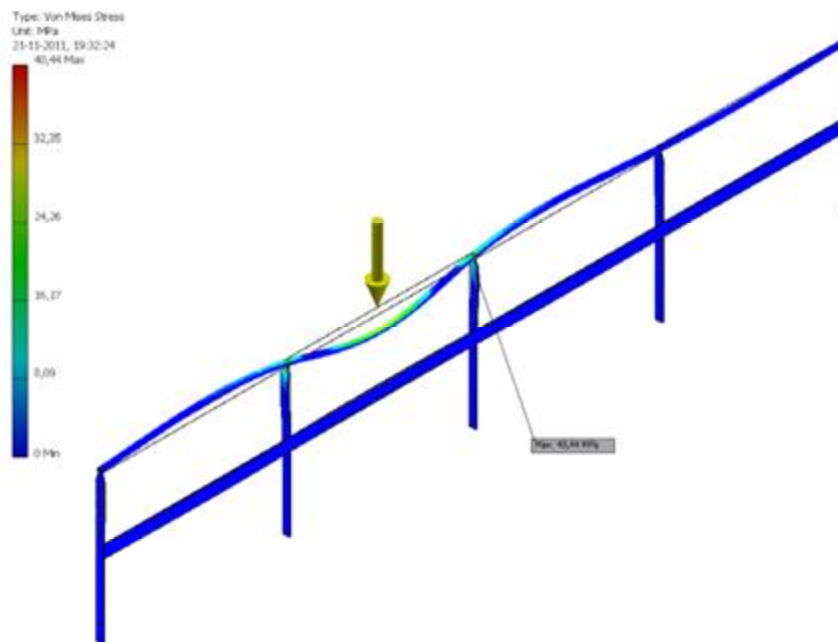
Results

Result Summary

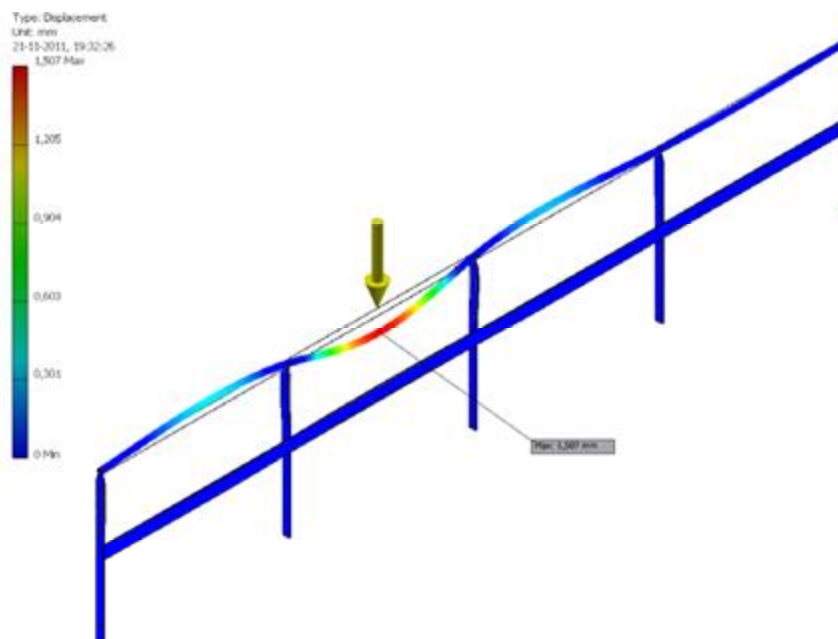
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00120688 MPa	40,4354 MPa
Displacement	0,0000000193696 mm	1,50659 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



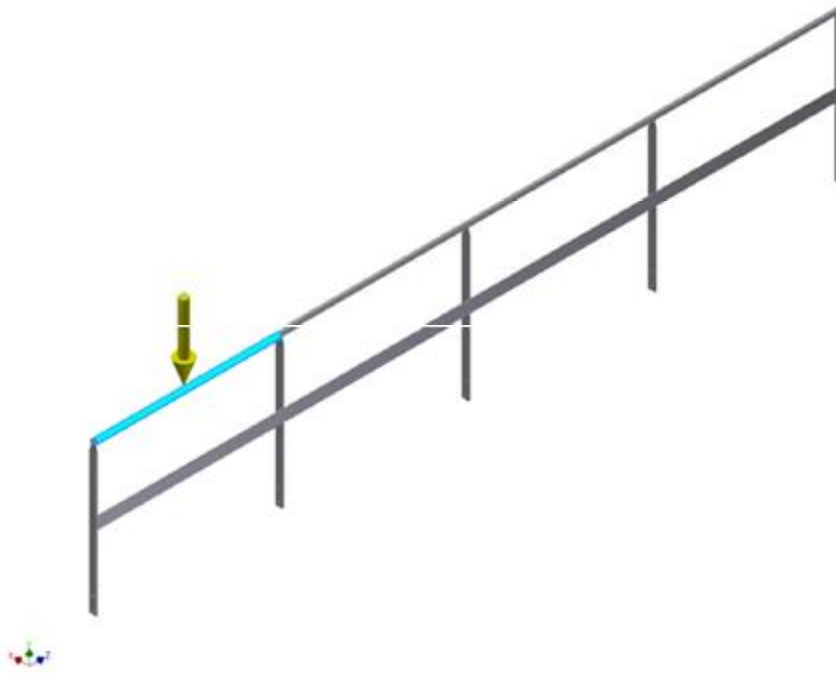
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



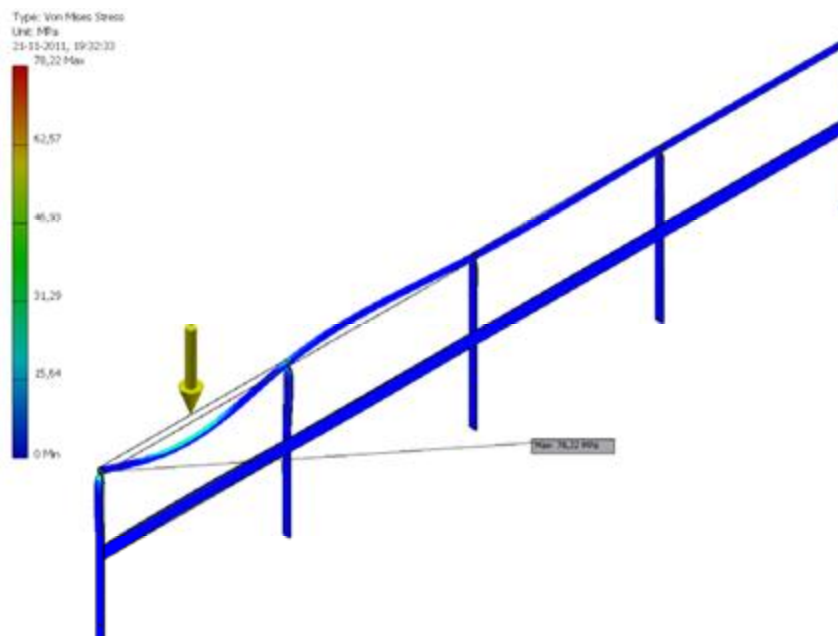
Results

Result Summary

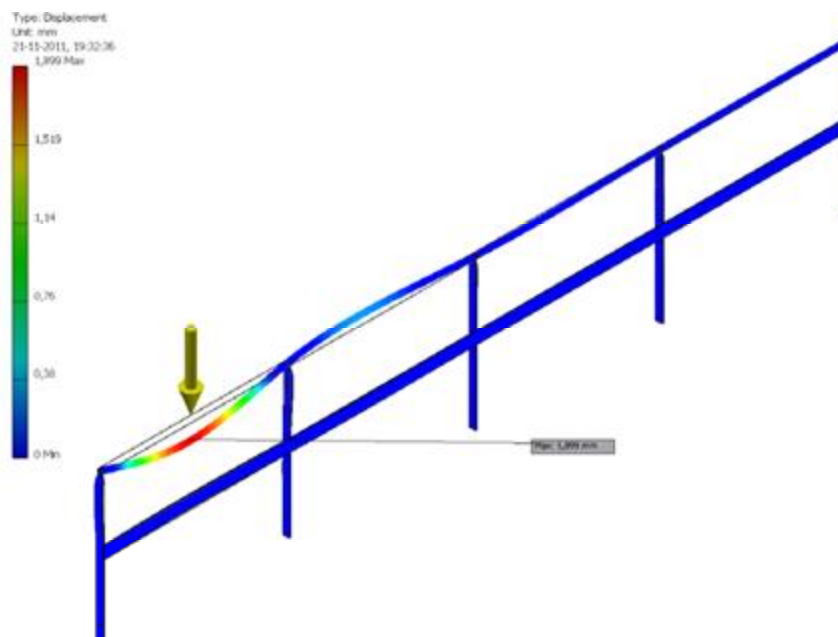
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,000859069 MPa	78,2155 MPa
Displacement	0,0000000103916 mm	1,8993 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



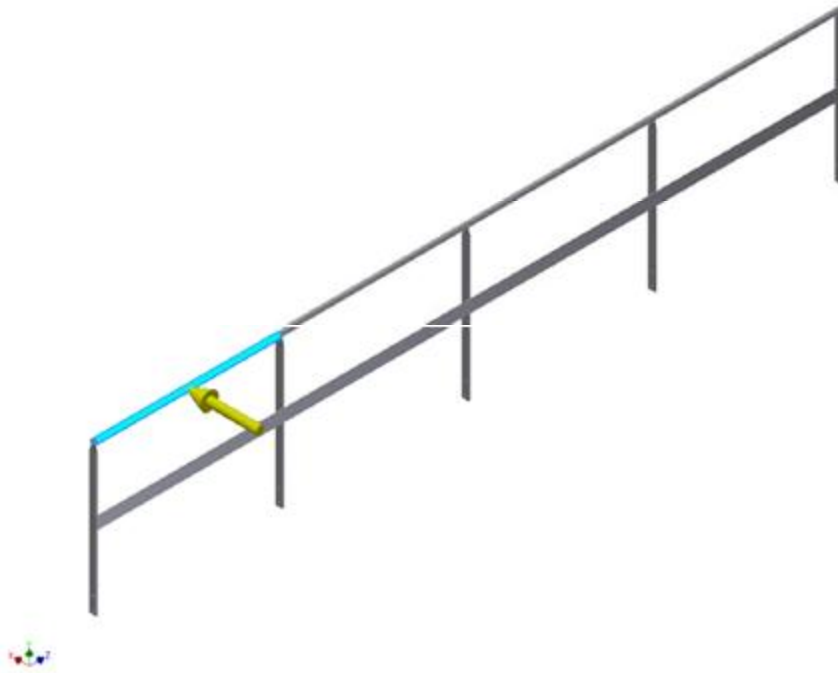
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



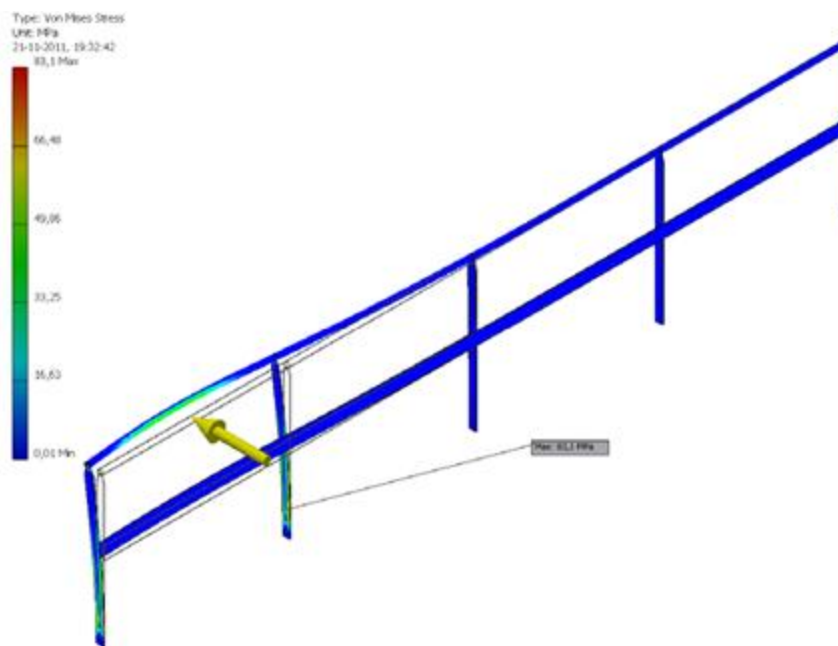
Results

Result Summary

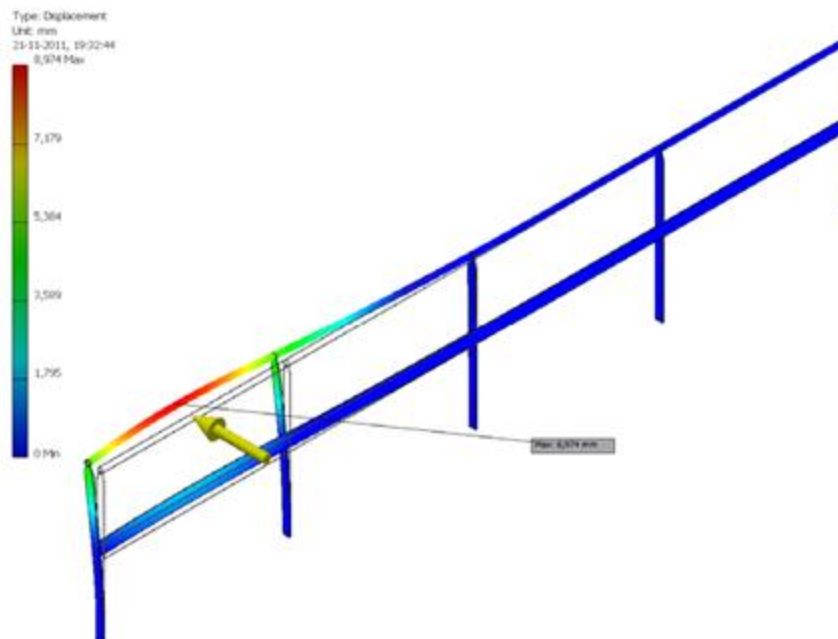
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00600175 MPa	83,104 MPa
Displacement	0,00000000758383 mm	8,97354 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



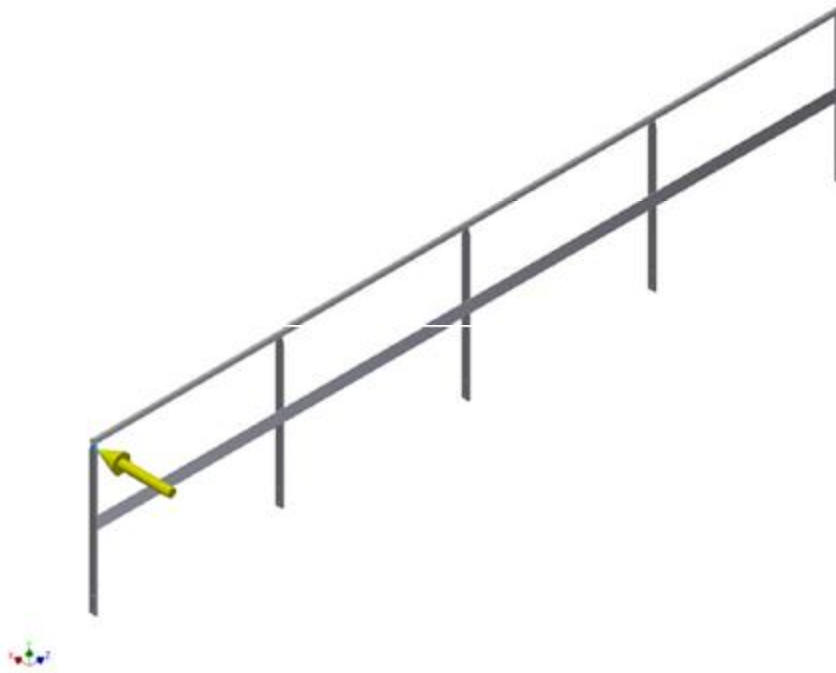
Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



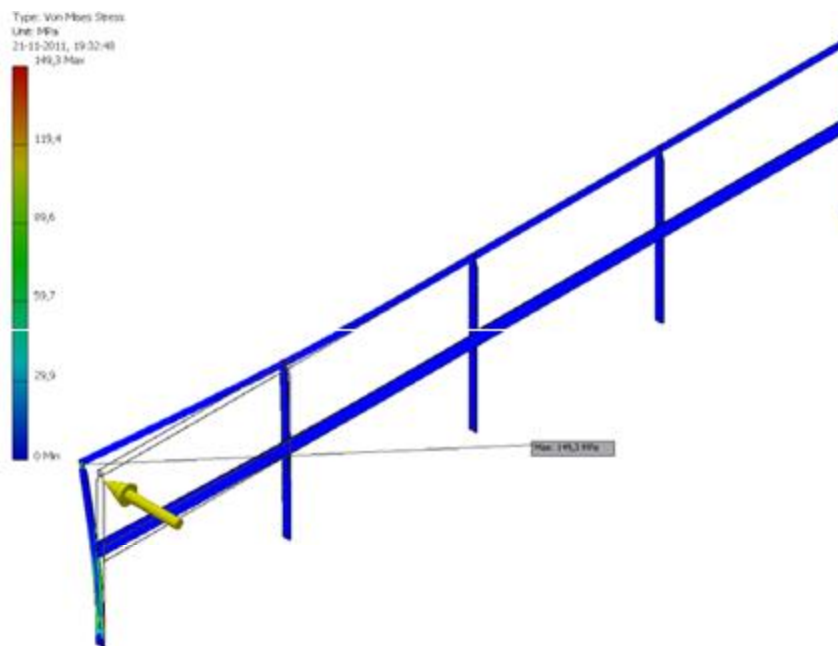
Results

Result Summary

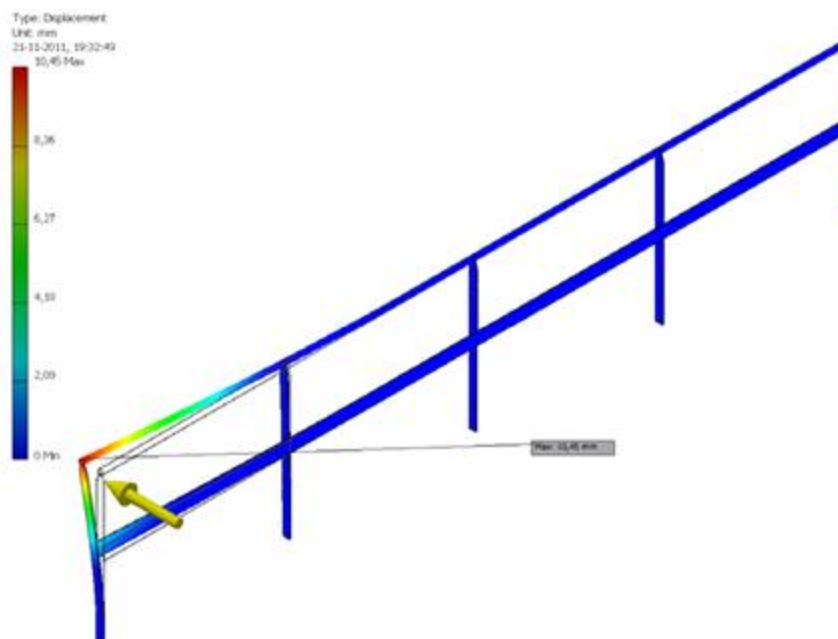
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00473148 MPa	149,296 MPa
Displacement	0,00000277665 mm	10,4484 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



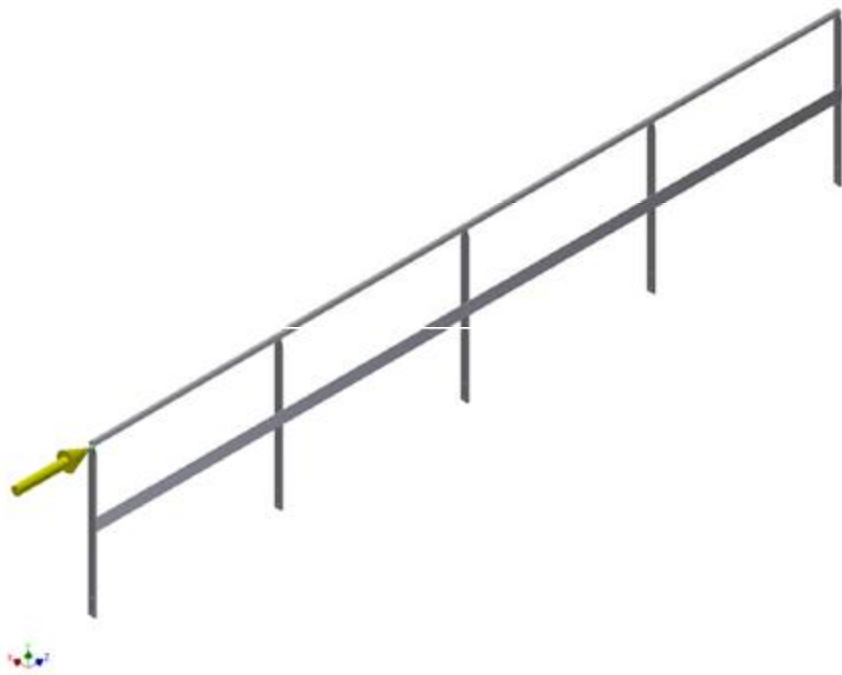
Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



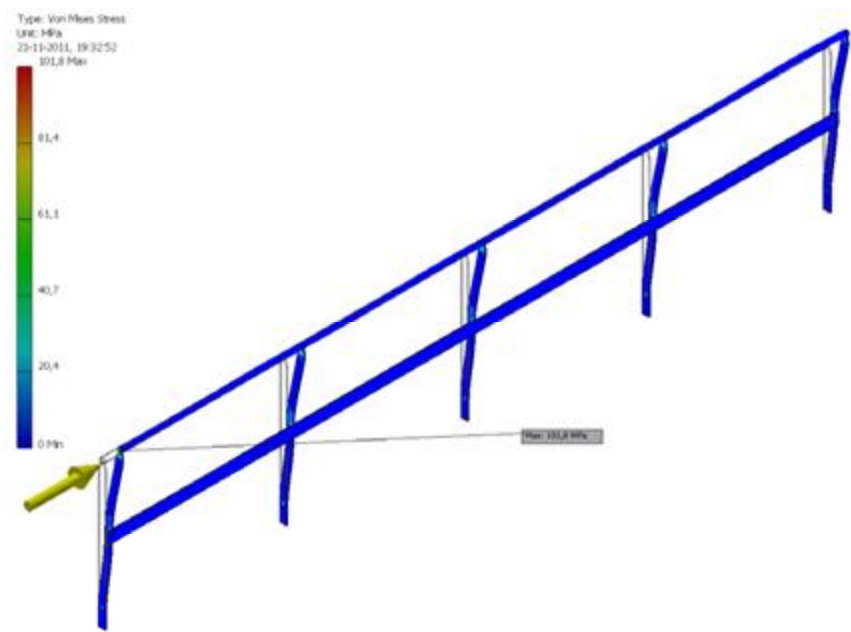
Results

Result Summary

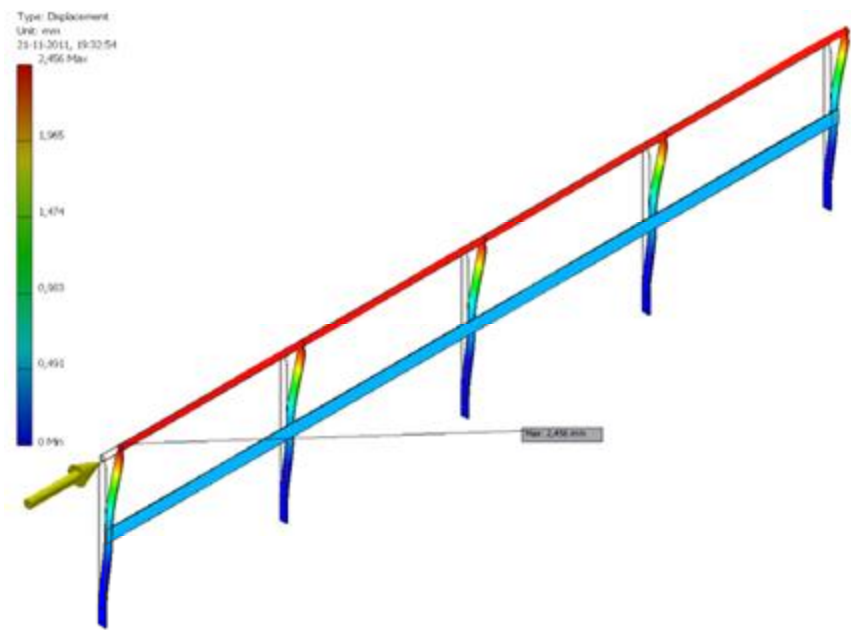
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0406167 MPa	101,785 MPa
Displacement	0,000000315859 mm	2,45628 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Stress Analysis Report

Autodesk®

Project Info (iProperties)

Analyzed File:	60x10 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 19:25

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	21-11-2011, 19:53
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa

Physical

Mass	69,6635 kg
------	------------

Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



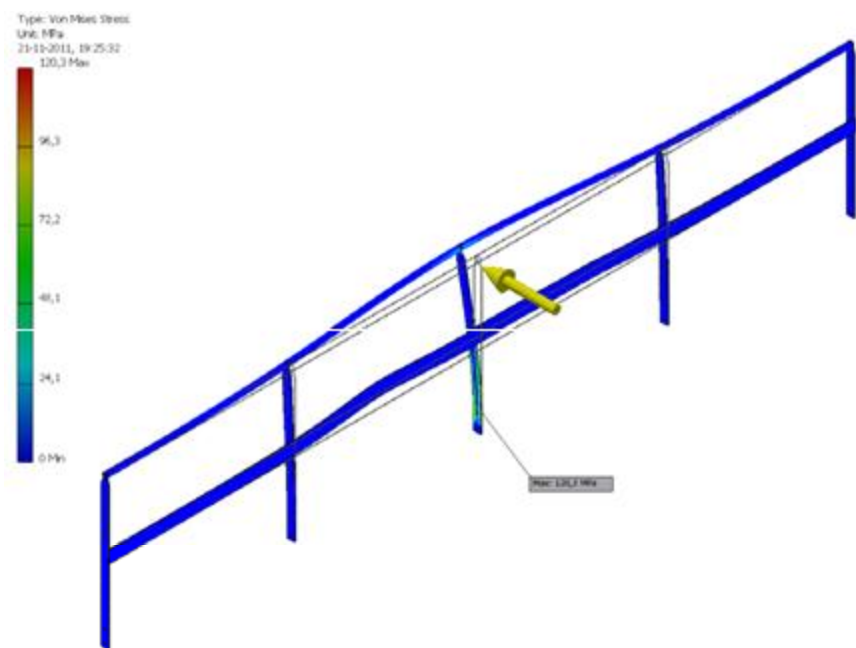
Results

Result Summary

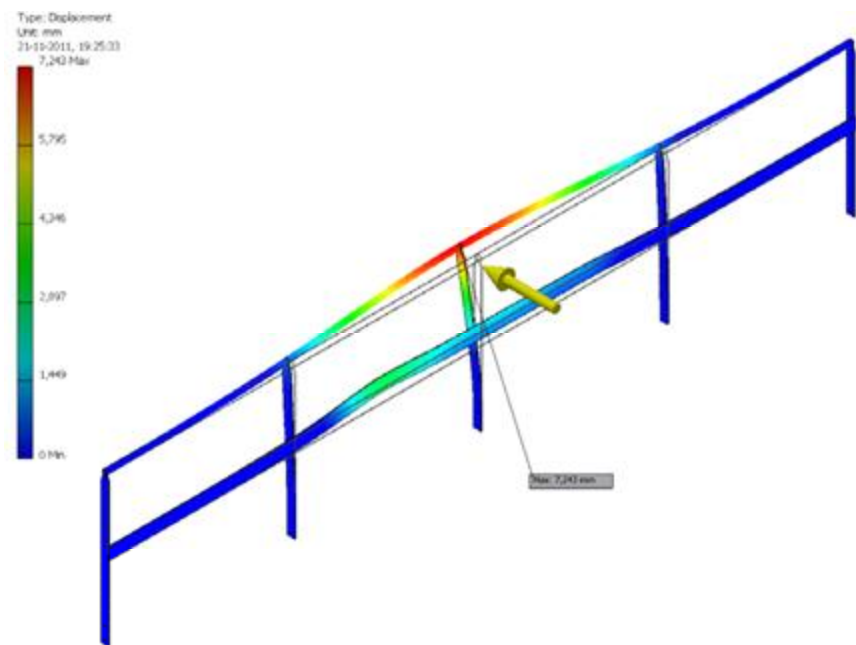
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0371447 MPa	120,317 MPa
Displacement	0,0000223303 mm	7,24345 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



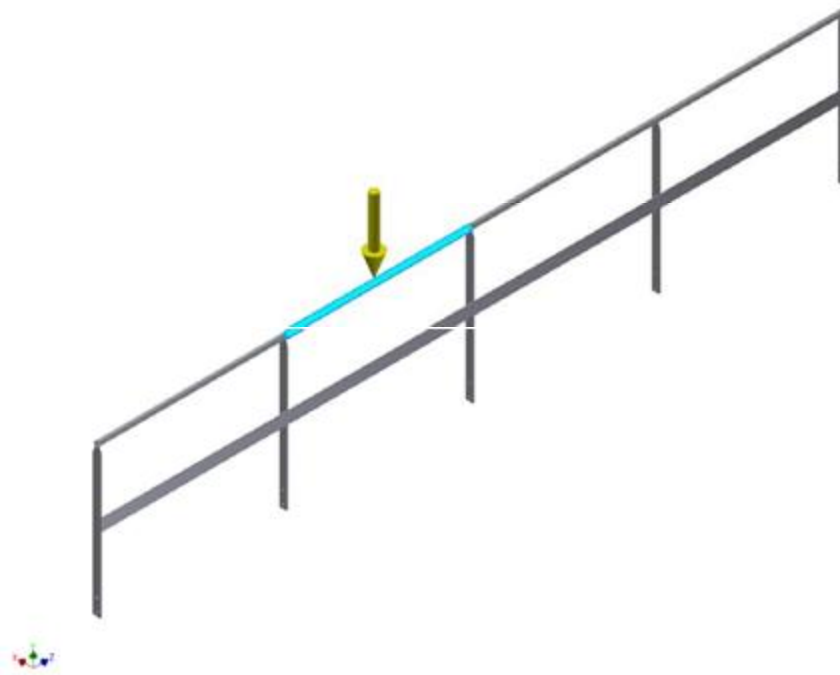
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



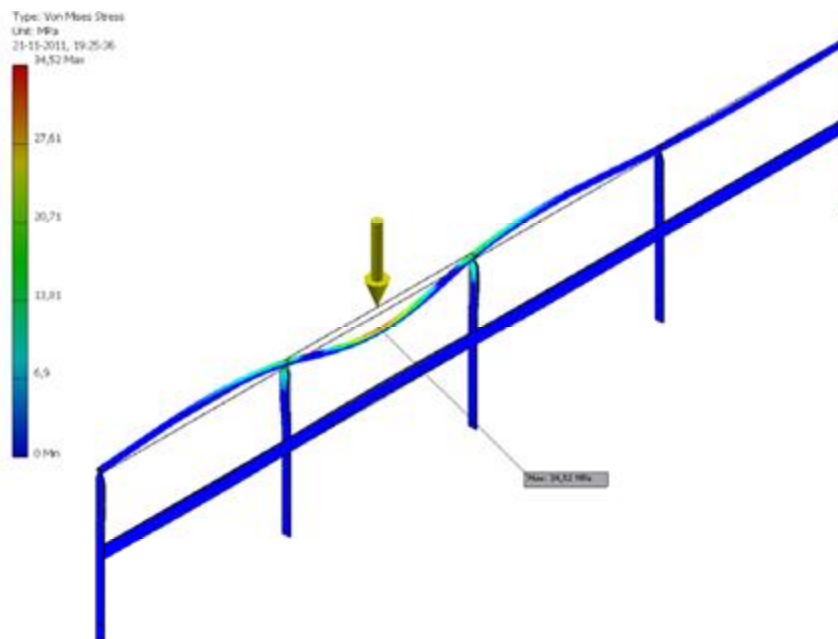
Results

Result Summary

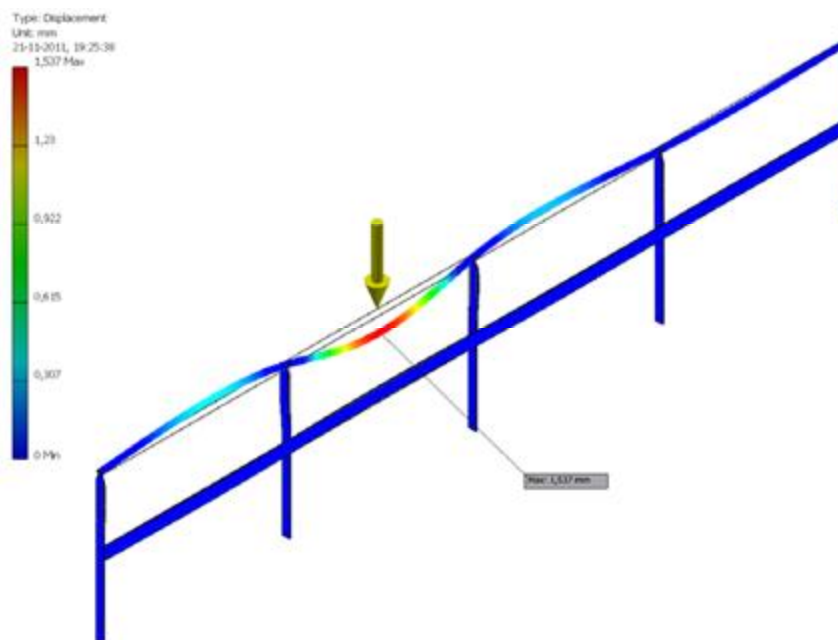
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00107232 MPa	34,5175 MPa
Displacement	0,0000000079068 mm	1,53725 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



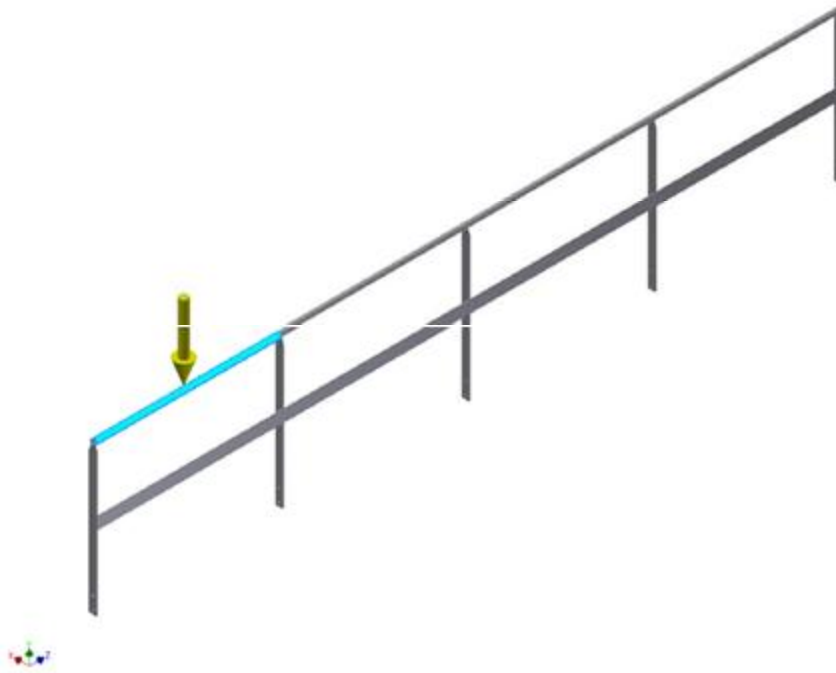
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



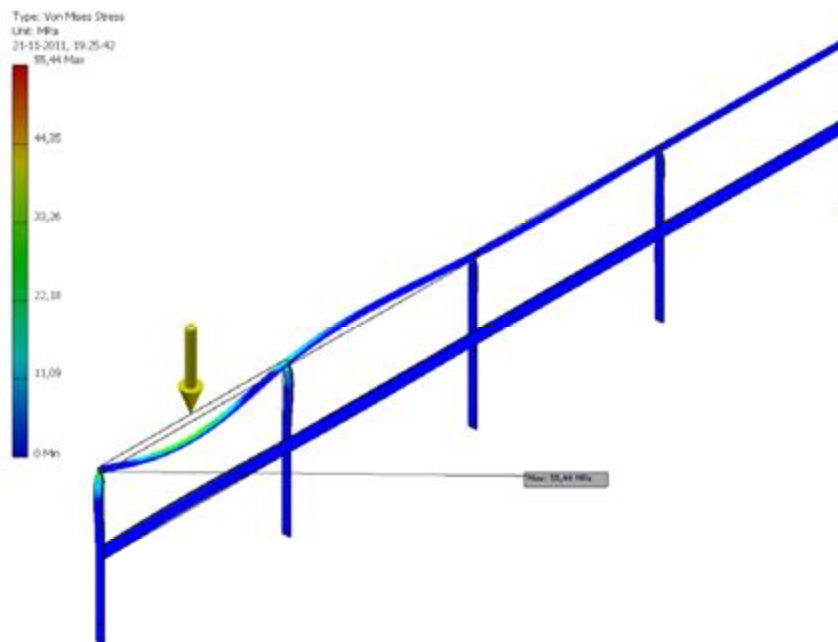
Results

Result Summary

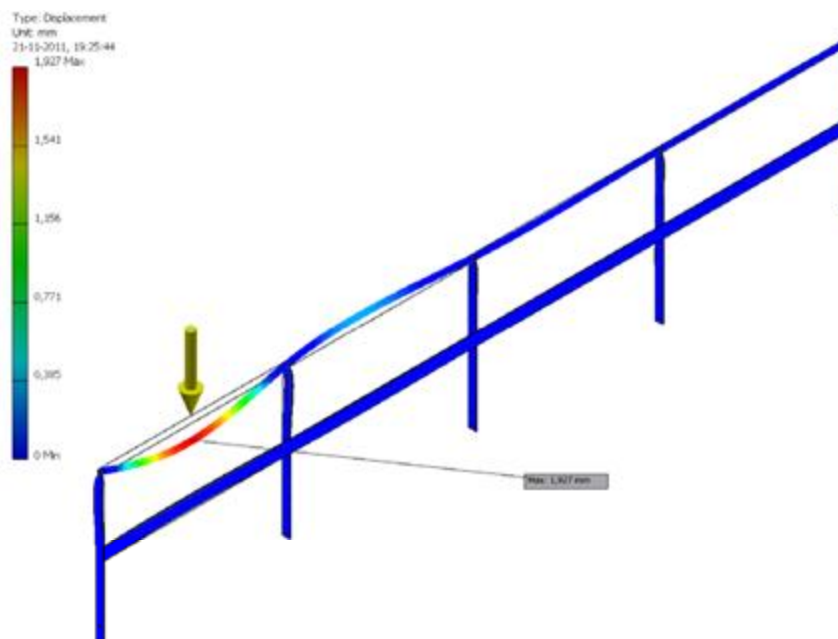
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00154537 MPa	55,4402 MPa
Displacement	0,00000000817927 mm	1,9265 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



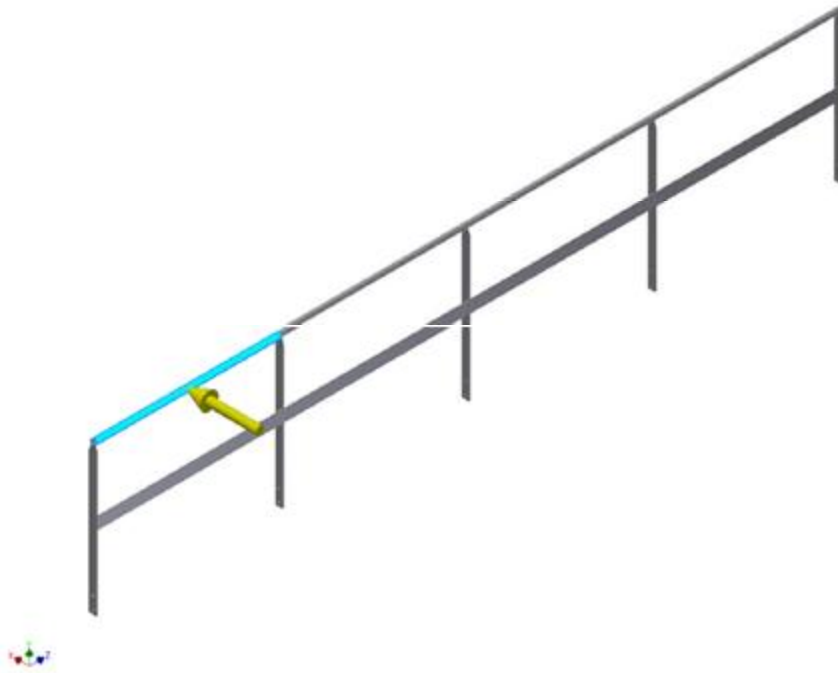
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



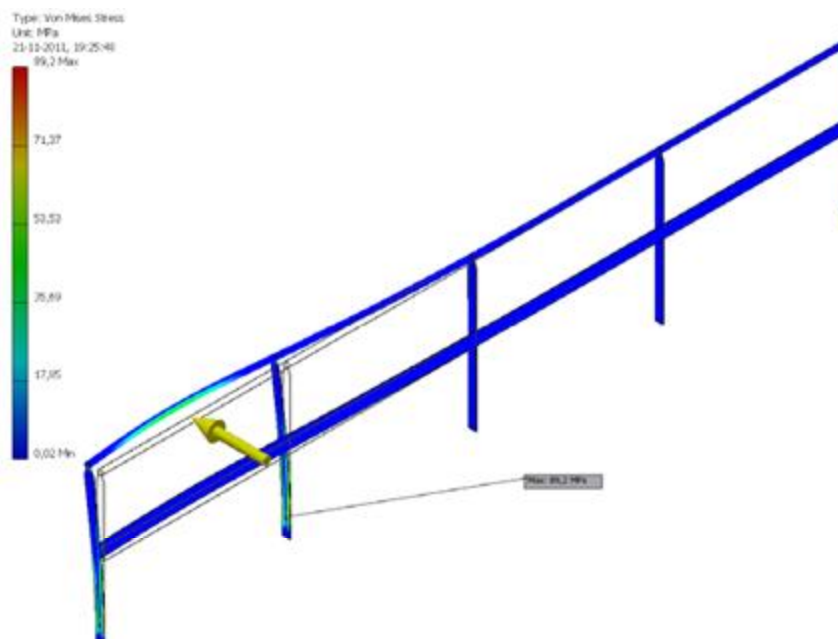
Results

Result Summary

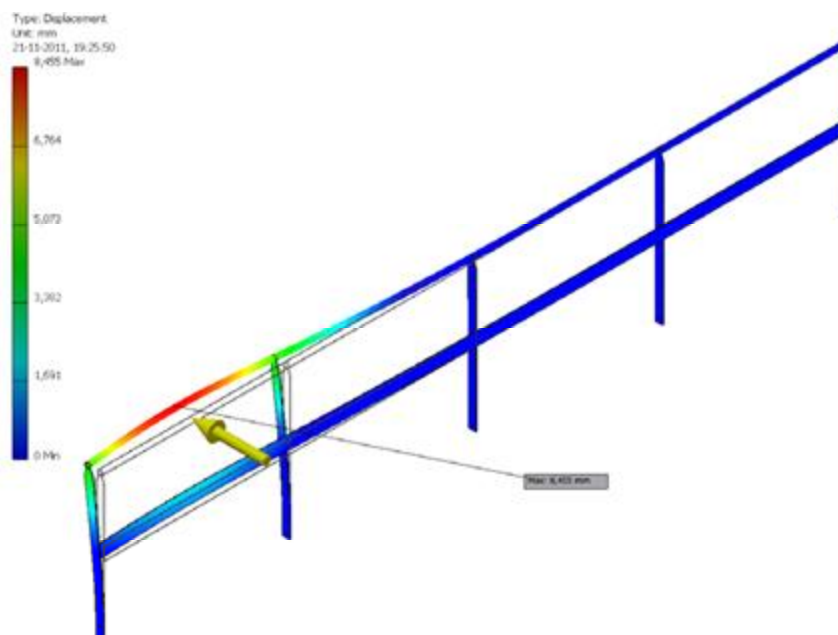
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0173581 MPa	89,2029 MPa
Displacement	0,000000684397 mm	8,45505 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



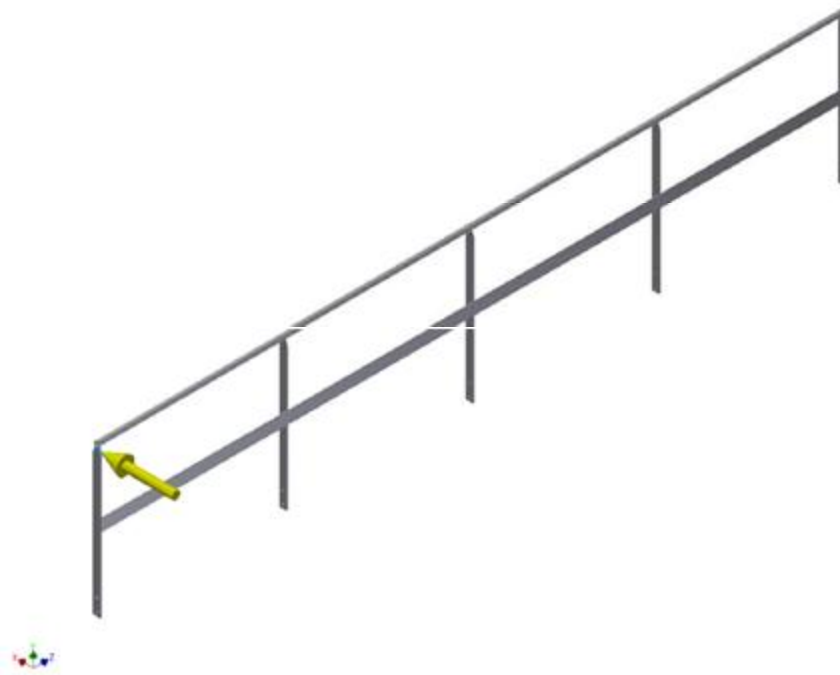
Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



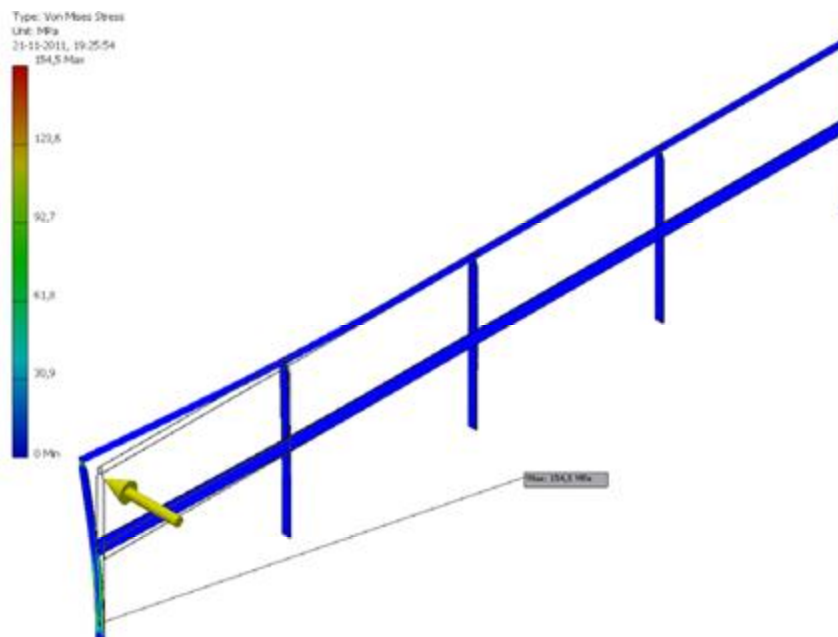
Results

Result Summary

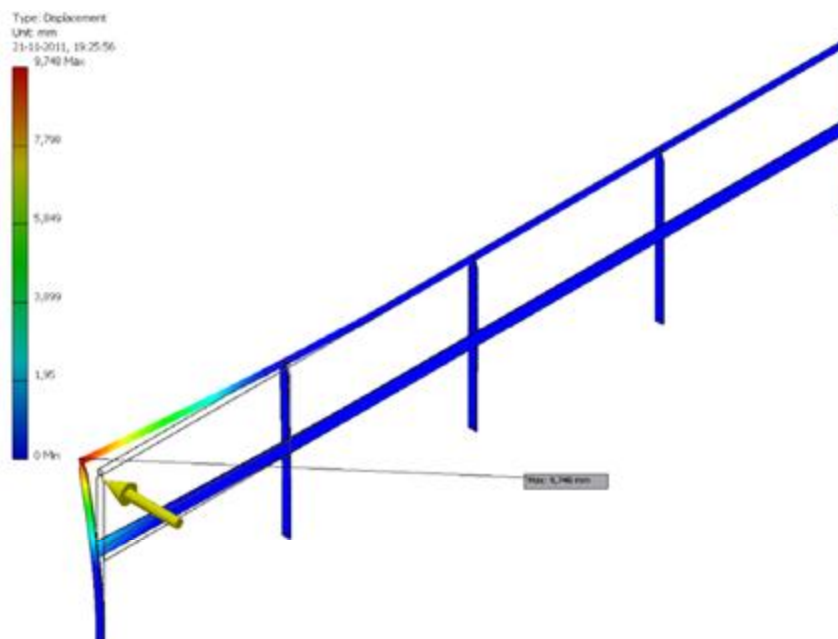
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00766732 MPa	154,518 MPa
Displacement	0,000000128243 mm	9,7477 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



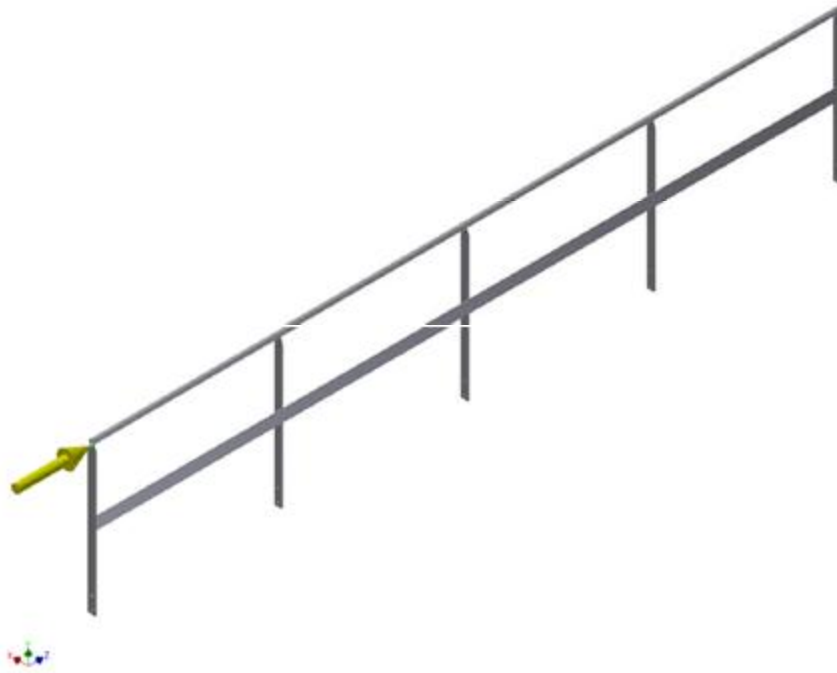
Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



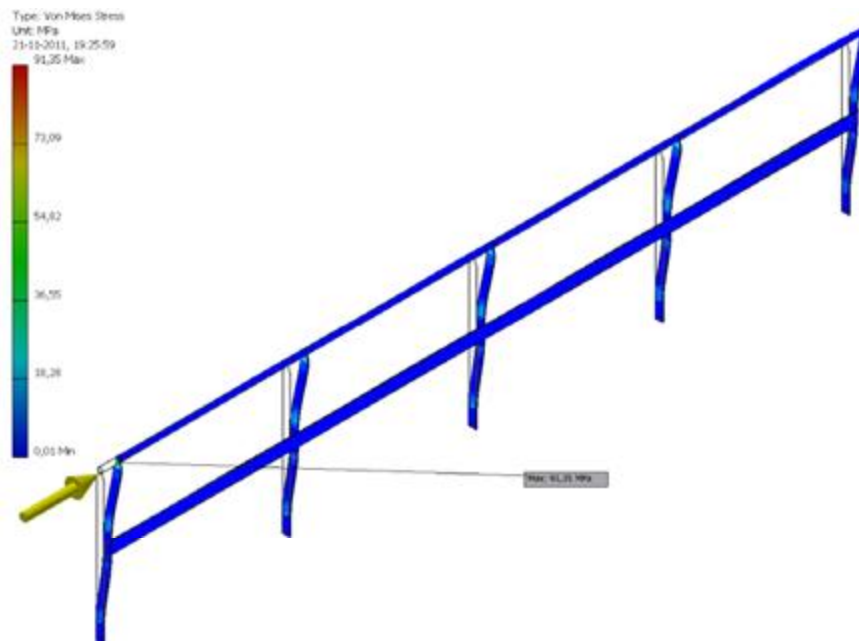
Results

Result Summary

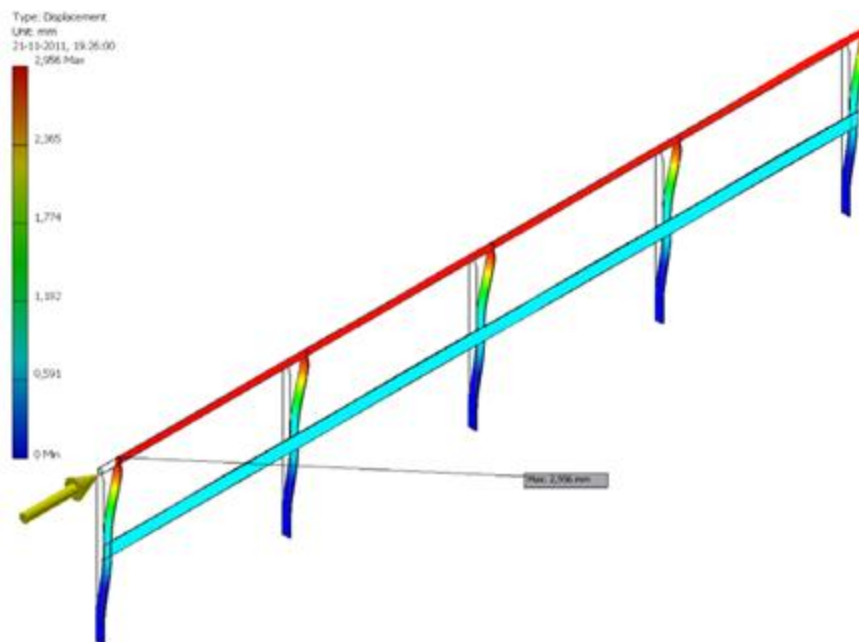
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0132897 MPa	91,3546 MPa
Displacement	0,0000015797 mm	2,95597 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Stress Analysis Report



Project Info (iProperties)

Analyzed File:	60x12 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 19:37

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	21-11-2011, 19:53
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa

Physical

Mass	75,1208 kg
------	------------

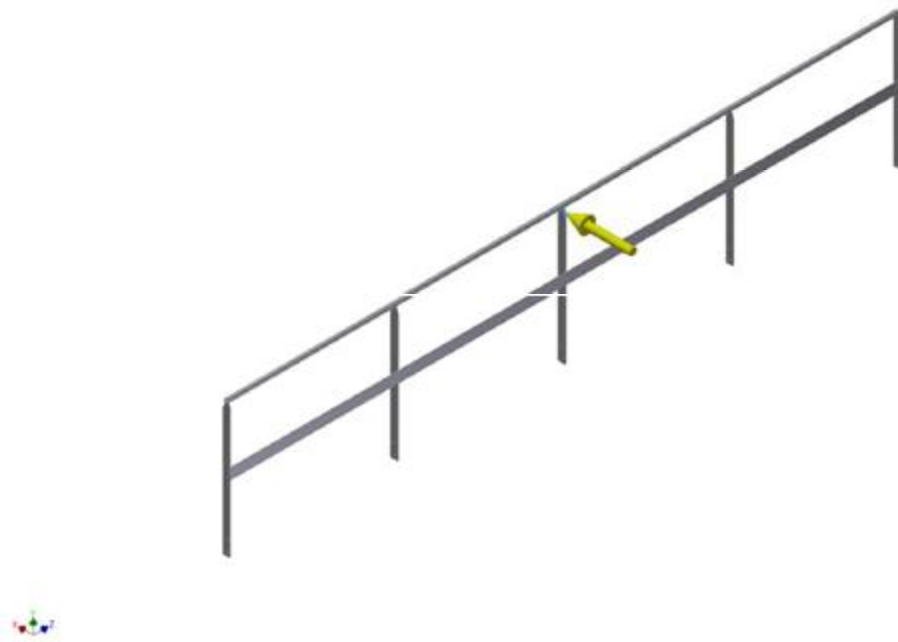
Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



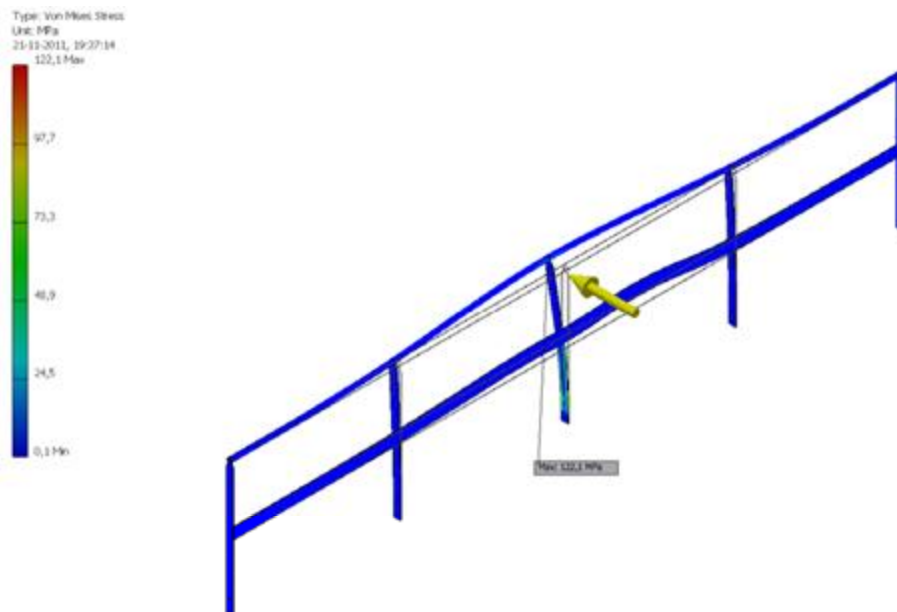
Results

Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0843675 MPa	122,108 MPa
Displacement	0,000023622 mm	6,39023 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



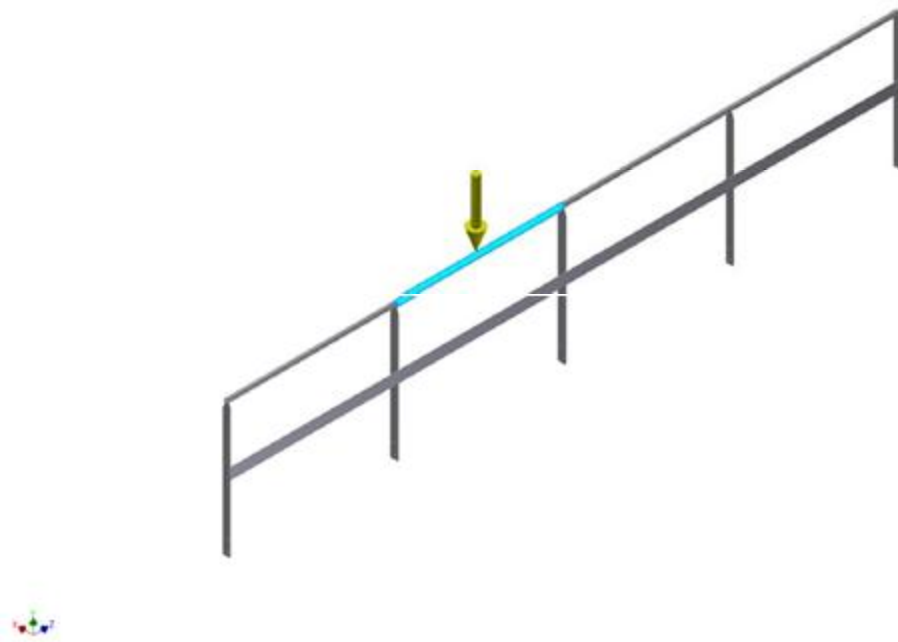
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



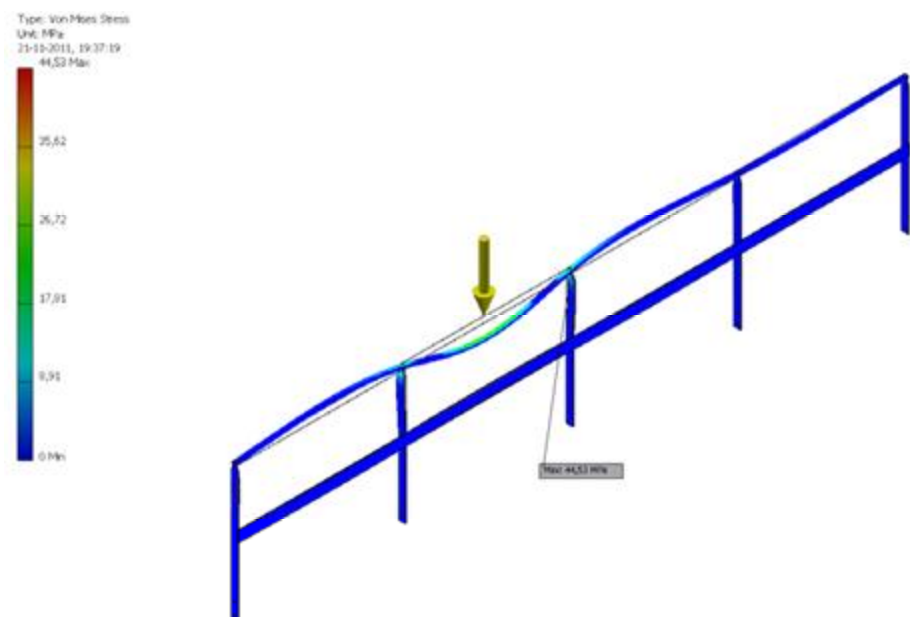
Results

Result Summary

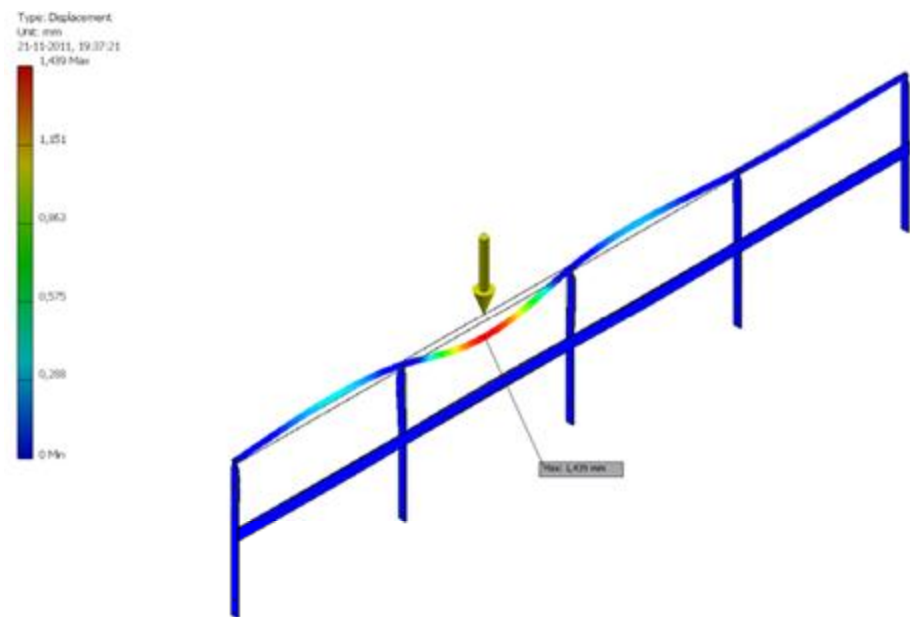
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,000737746 MPa	44,5266 MPa
Displacement	0,0000000523639 mm	1,43871 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



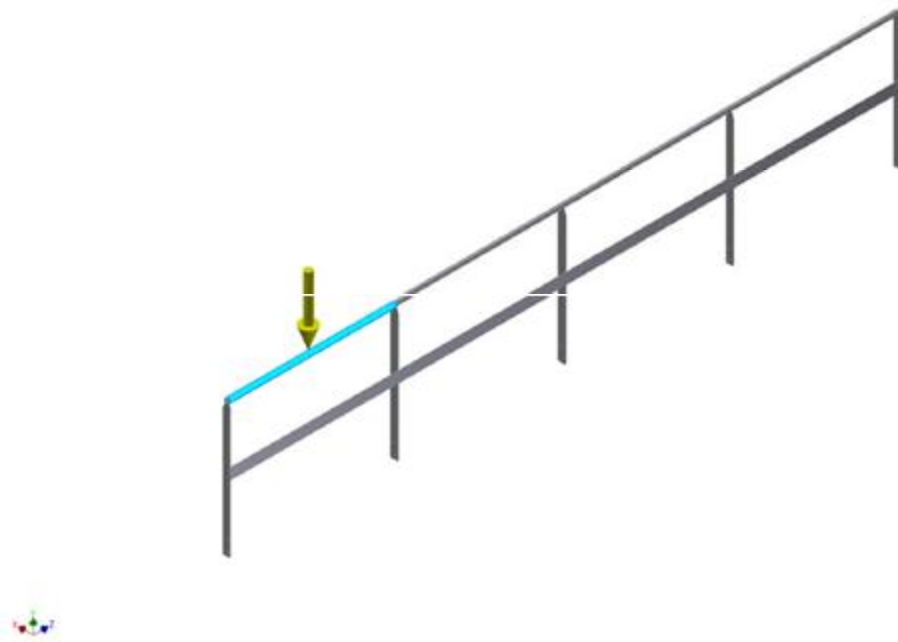
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



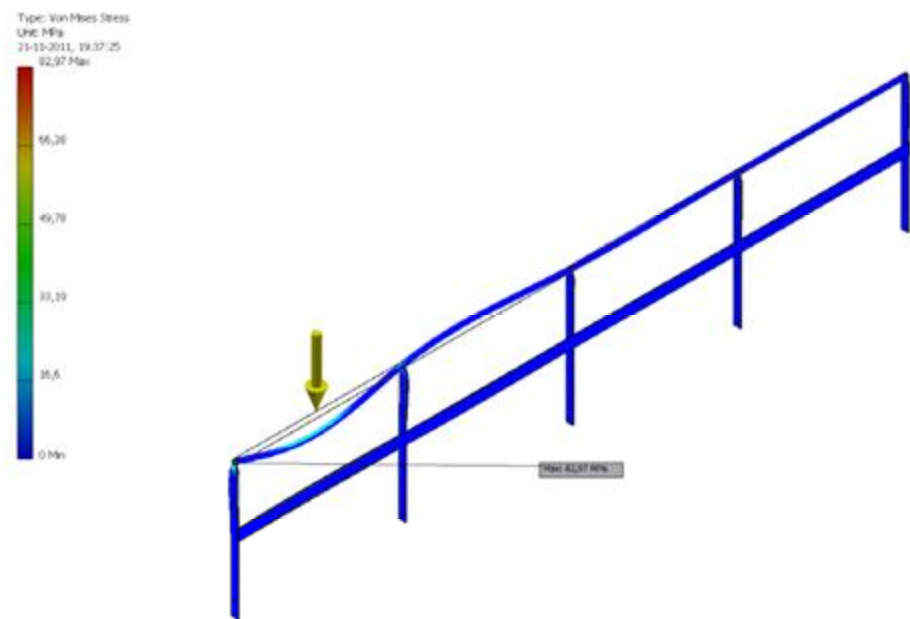
Results

Result Summary

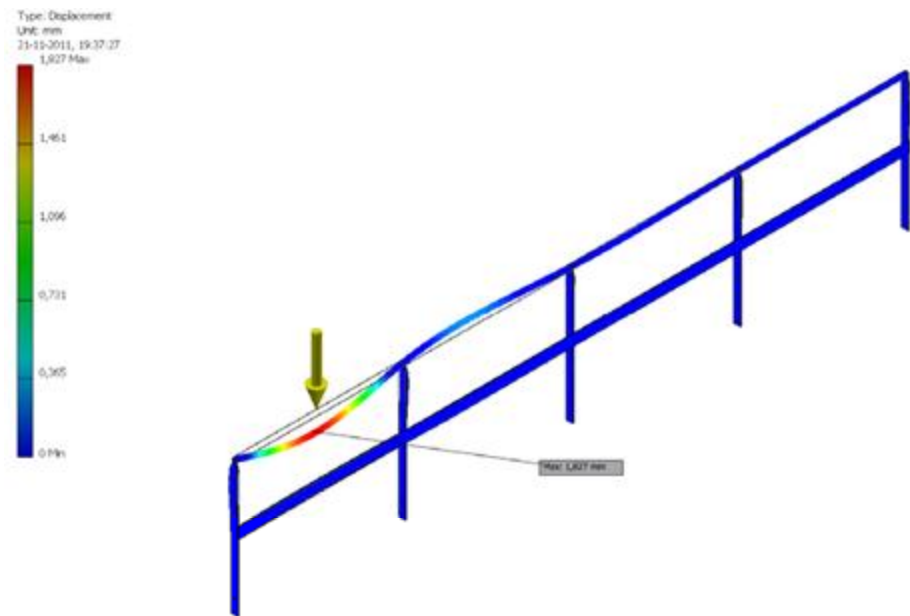
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0010707 MPa	82,9741 MPa
Displacement	0,00000000267642 mm	1,82656 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



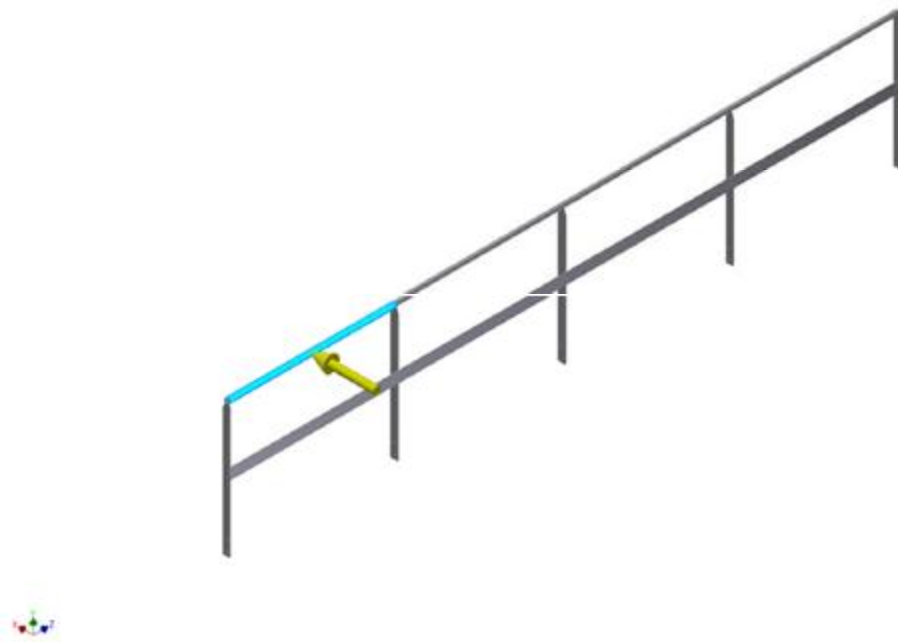
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



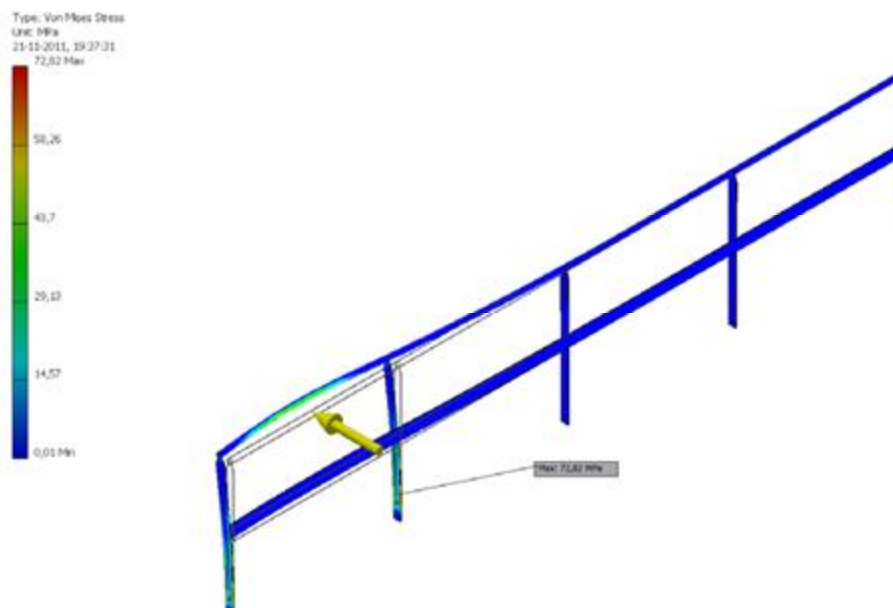
Results

Result Summary

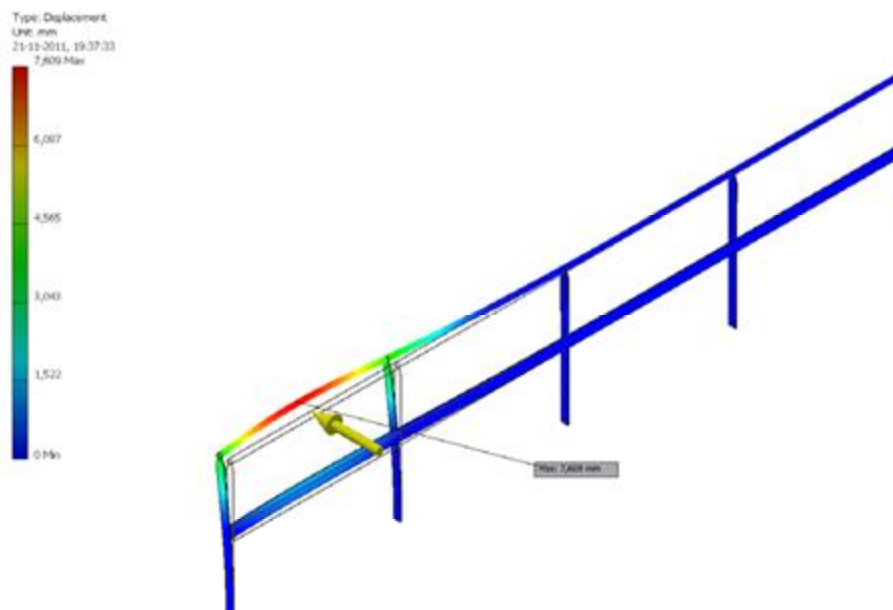
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00675621 MPa	72,8238 MPa
Displacement	0,000000748189 mm	7,60869 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



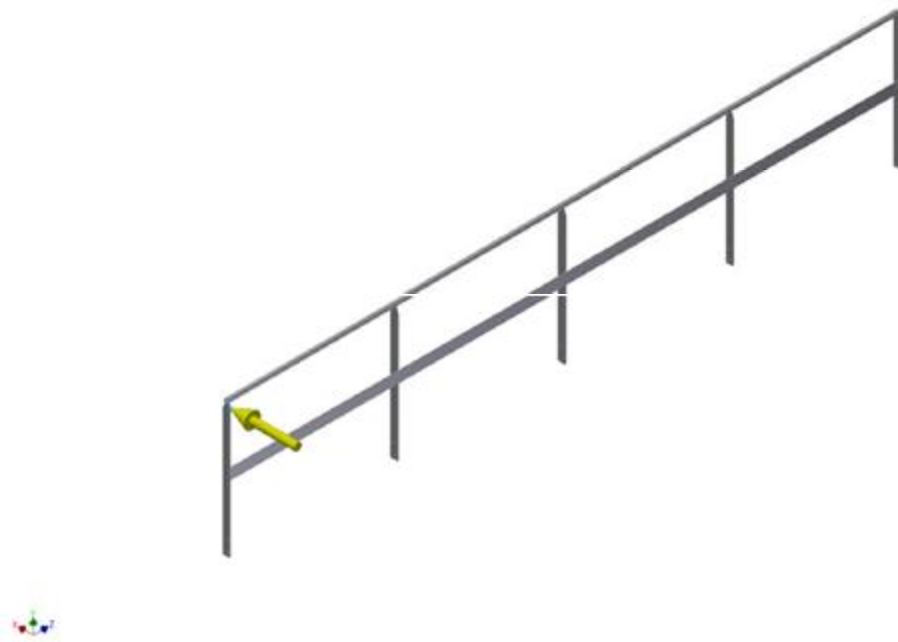
Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



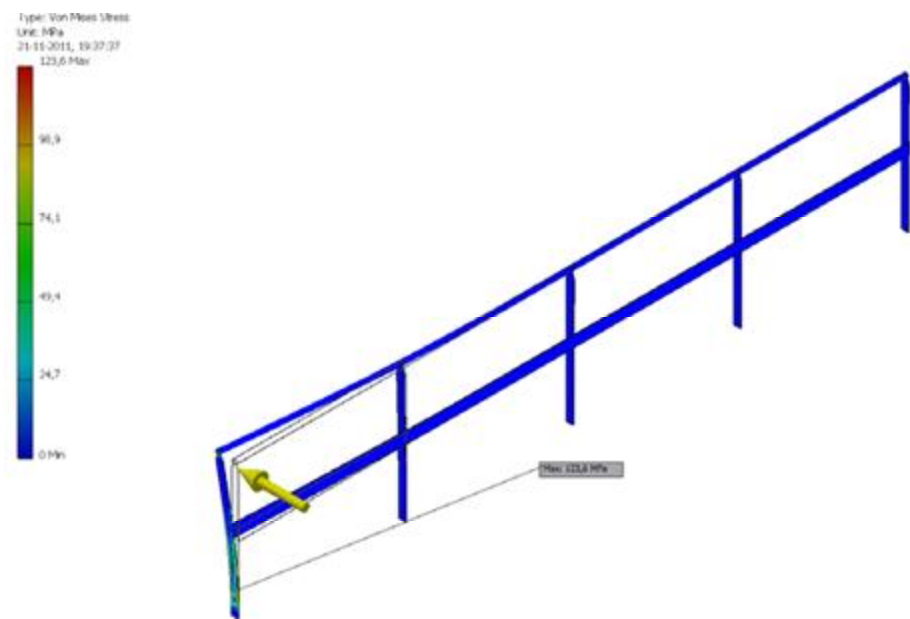
Results

Result Summary

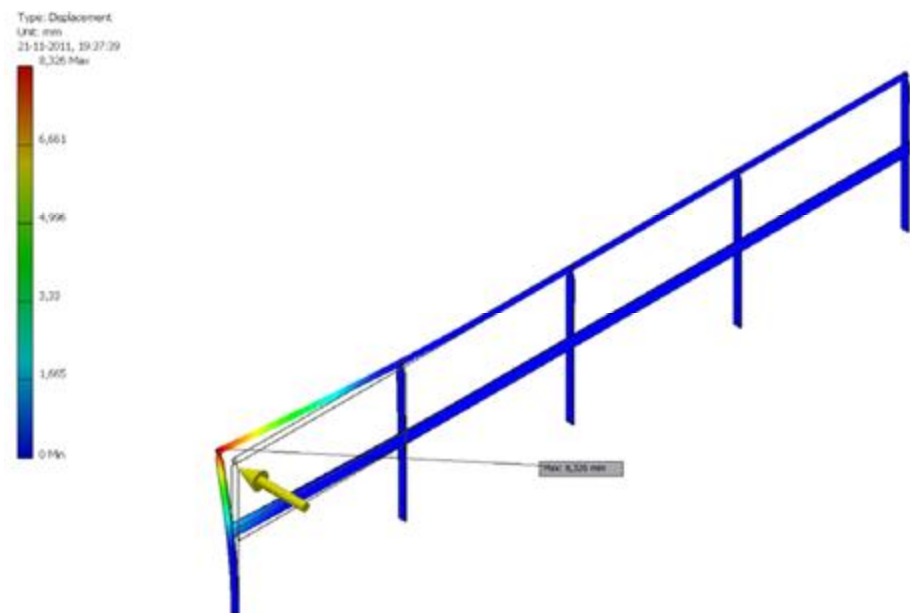
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00347867 MPa	123,563 MPa
Displacement	0,0000000142495 mm	8,32613 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



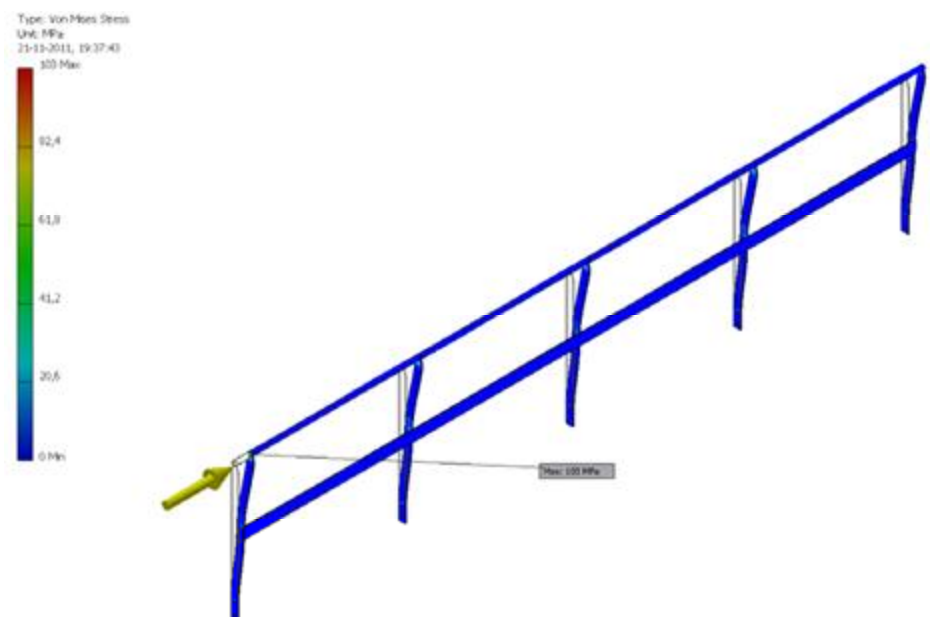
Results

Result Summary

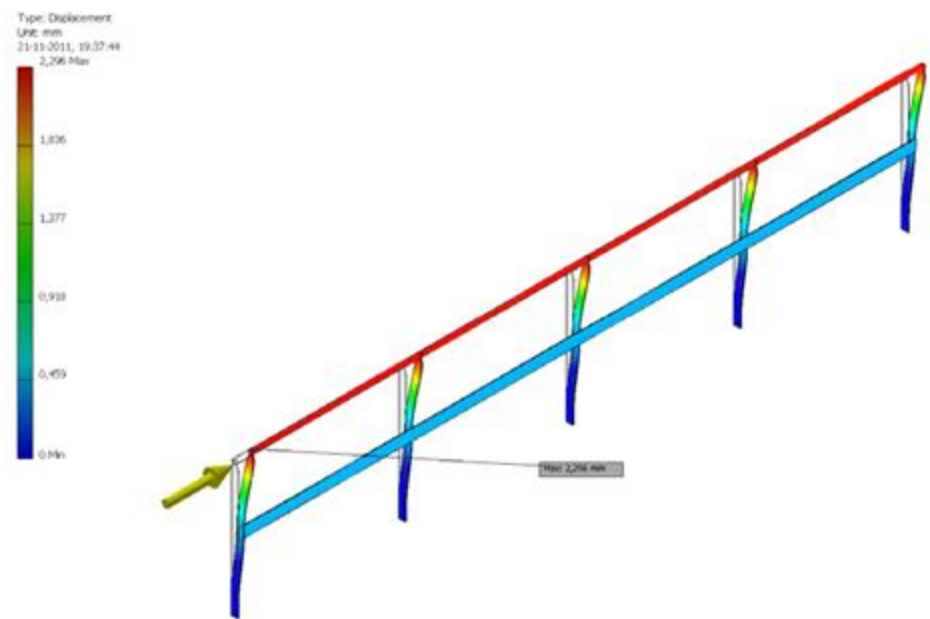
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0208302 MPa	103,024 MPa
Displacement	0,0000000725464 mm	2,2956 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Stress Analysis Report

Autodesk®

Project Info (iProperties)

Analyzed File:	50x10 + 50x12 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 21:08

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	16-11-2011, 15:58
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa

Physical

Mass	66,9382 kg
------	------------

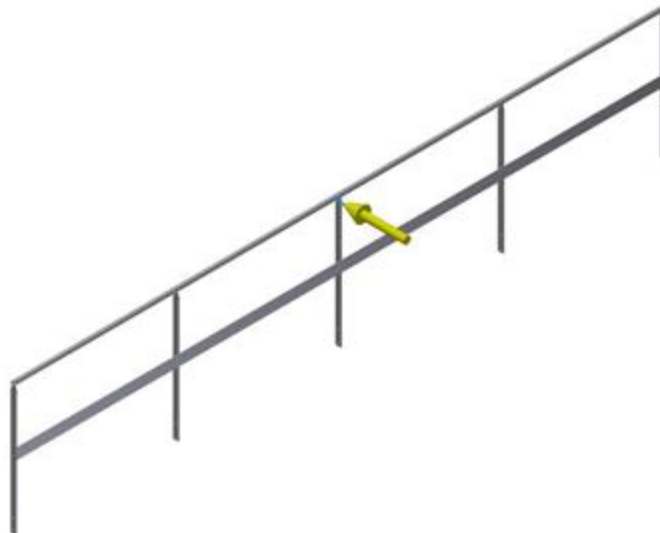
Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



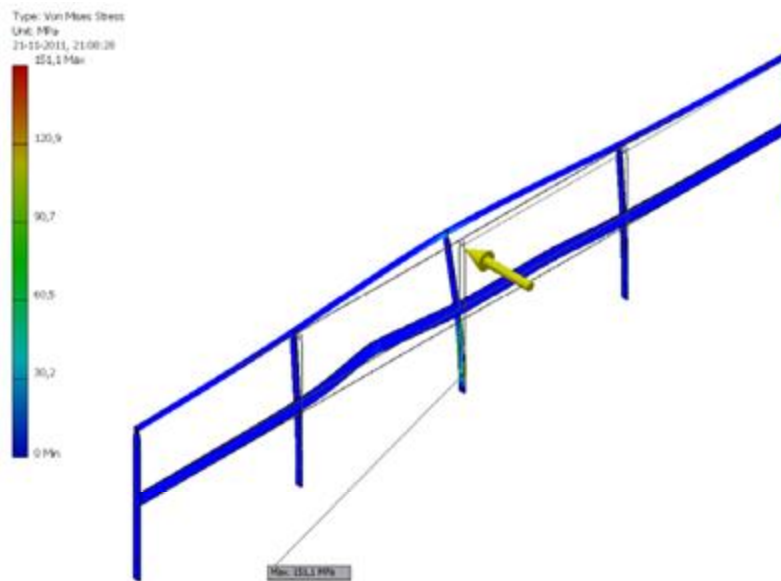
Results

Result Summary

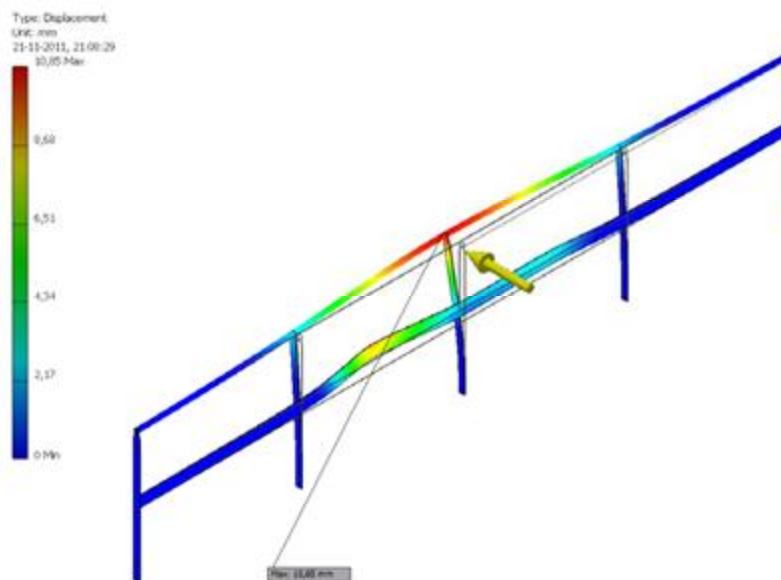
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0458305 MPa	151,065 MPa
Displacement	0,0000290636 mm	10,8457 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



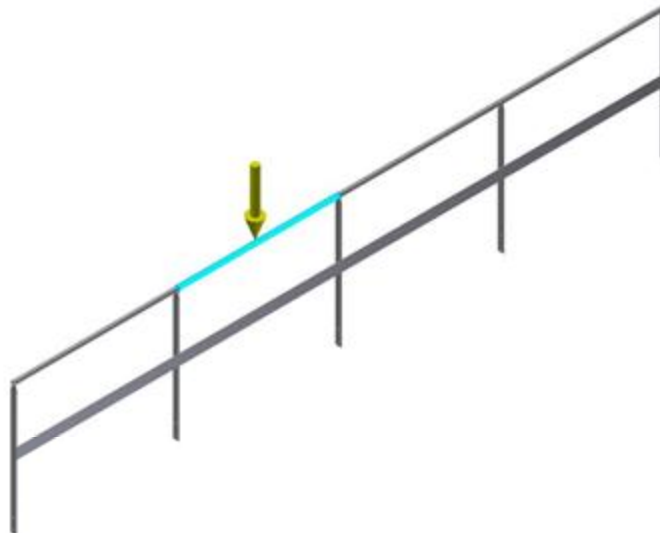
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



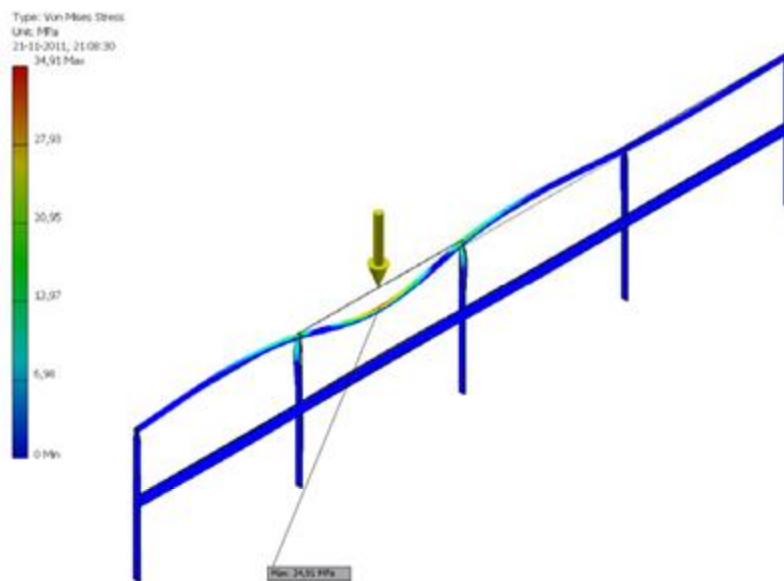
Results

Result Summary

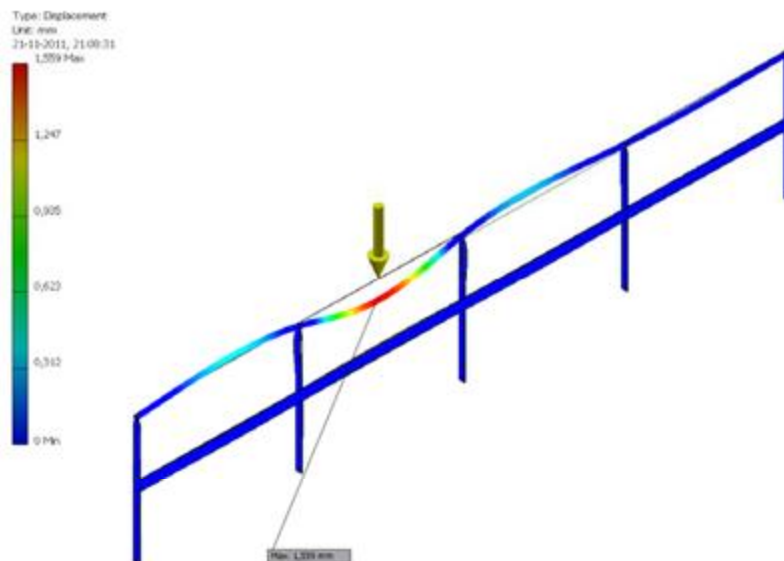
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,000582327 MPa	34,9123 MPa
Displacement	0,00000000138928 mm	1,55865 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



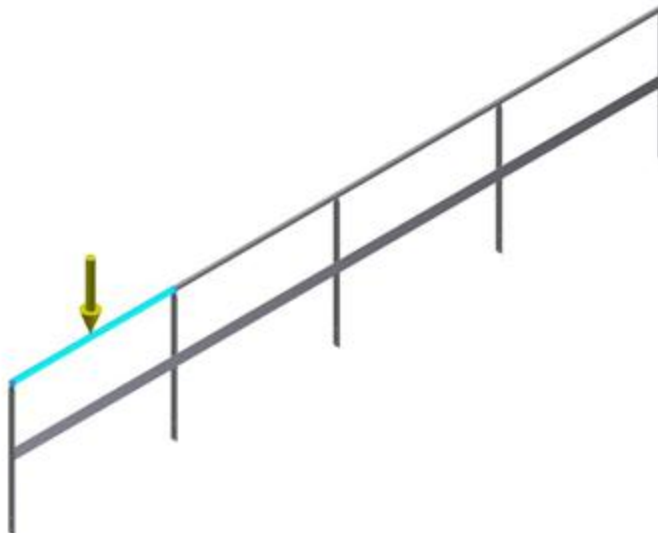
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



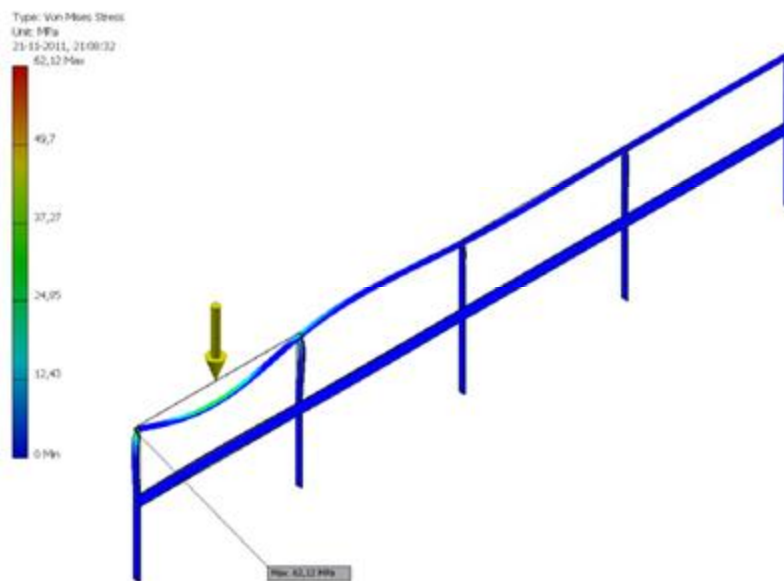
Results

Result Summary

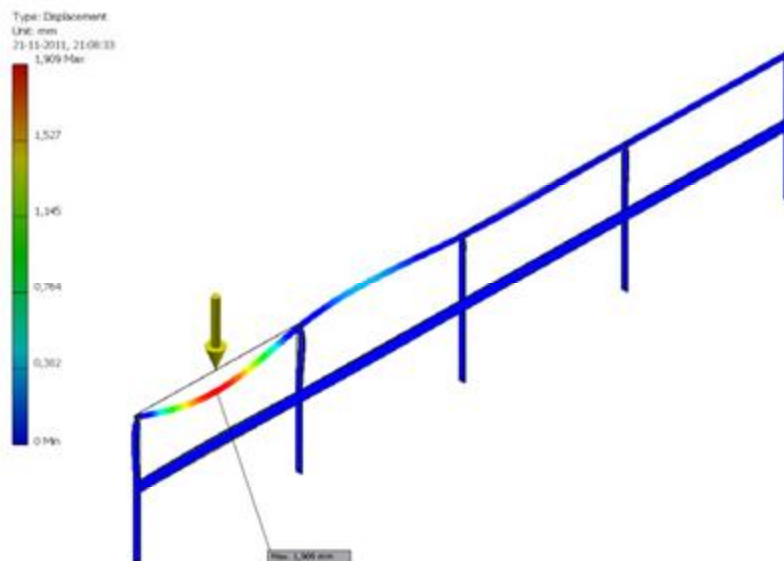
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00213699 MPa	62,1228 MPa
Displacement	0,0000000482381 mm	1,90913 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



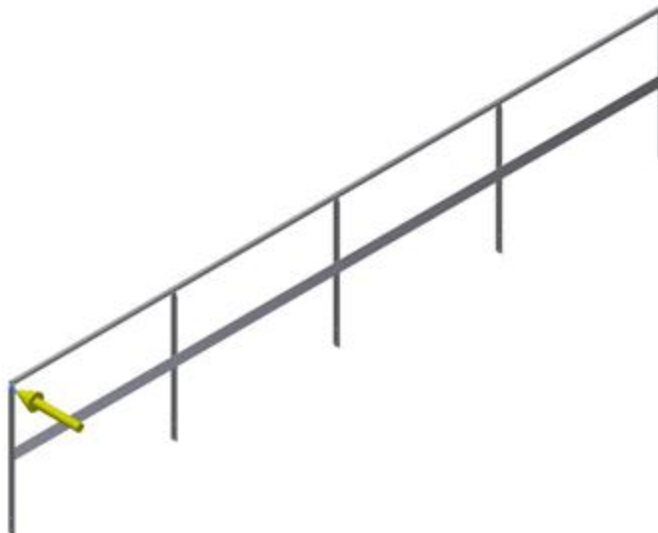
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



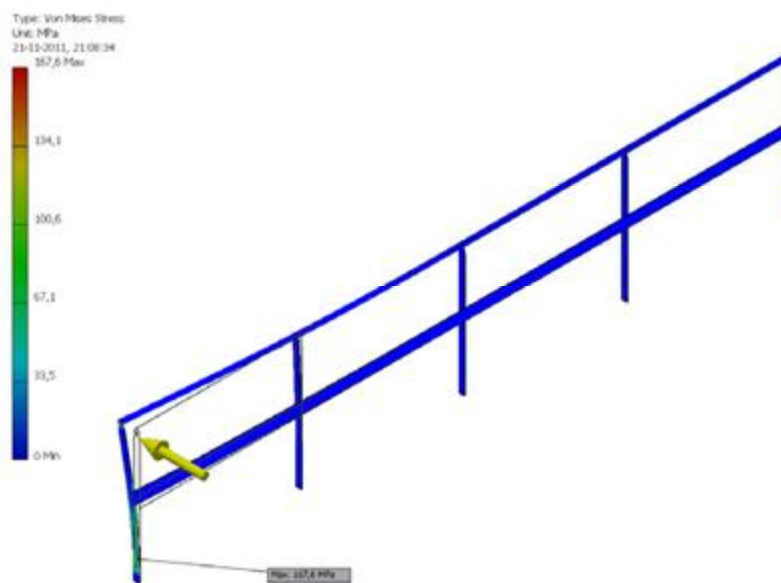
Results

Result Summary

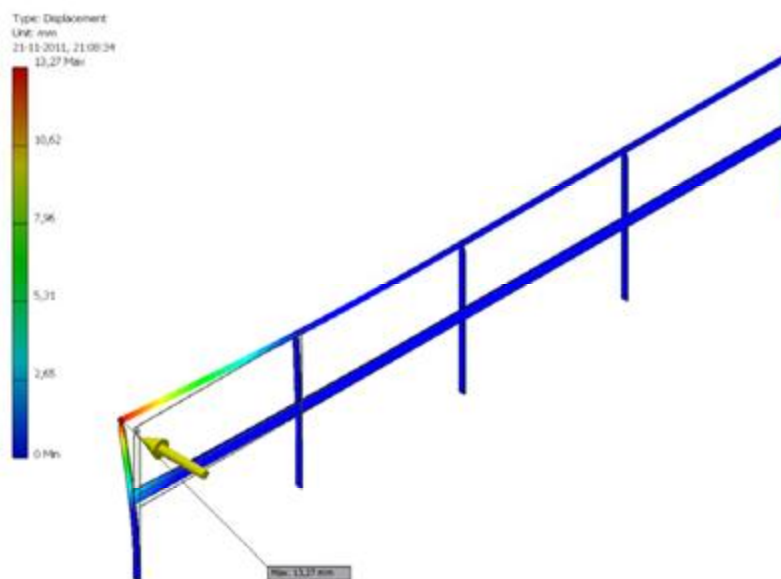
Name	Minimum	Maximum
Volume	8527160 mm ³	
Mass	66,9382 kg	
Von Mises Stress	0,014447 MPa	167,622 MPa
Displacement	0,00000614793 mm	13,269 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



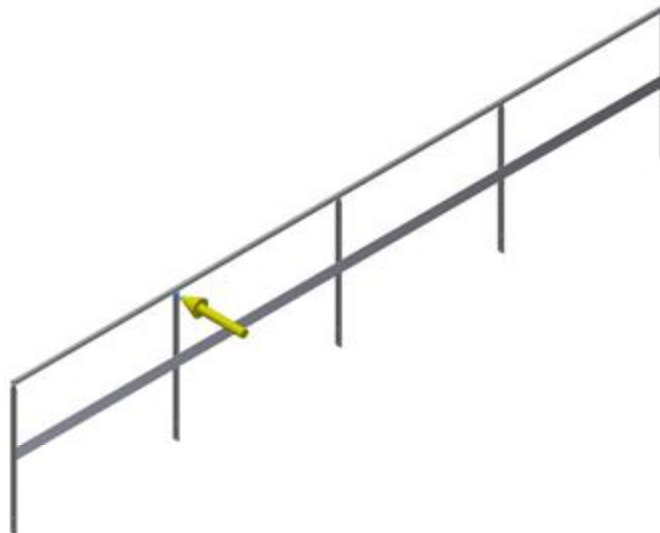
Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



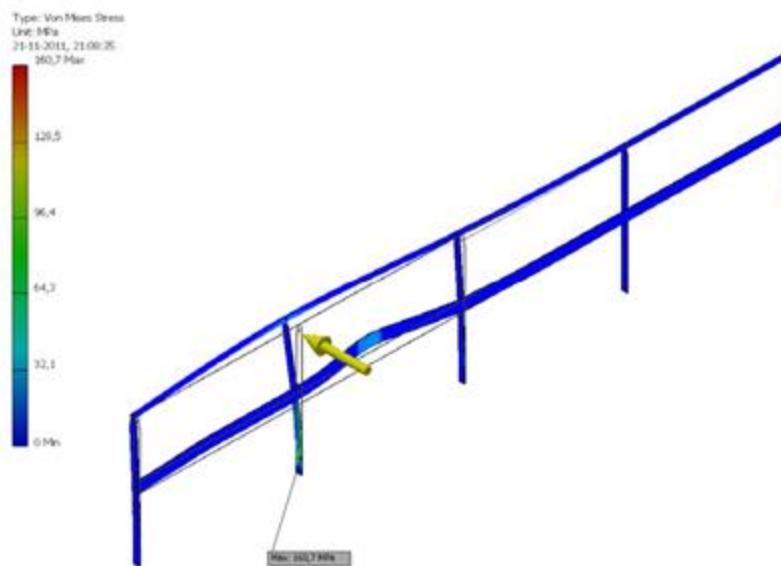
Results

Result Summary

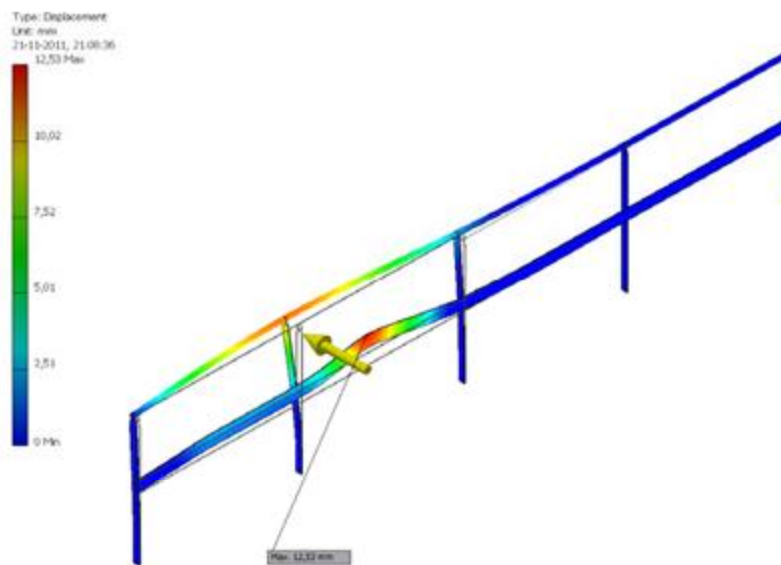
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0138811 MPa	160,678 MPa
Displacement	0,0000000795821 mm	12,5286 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



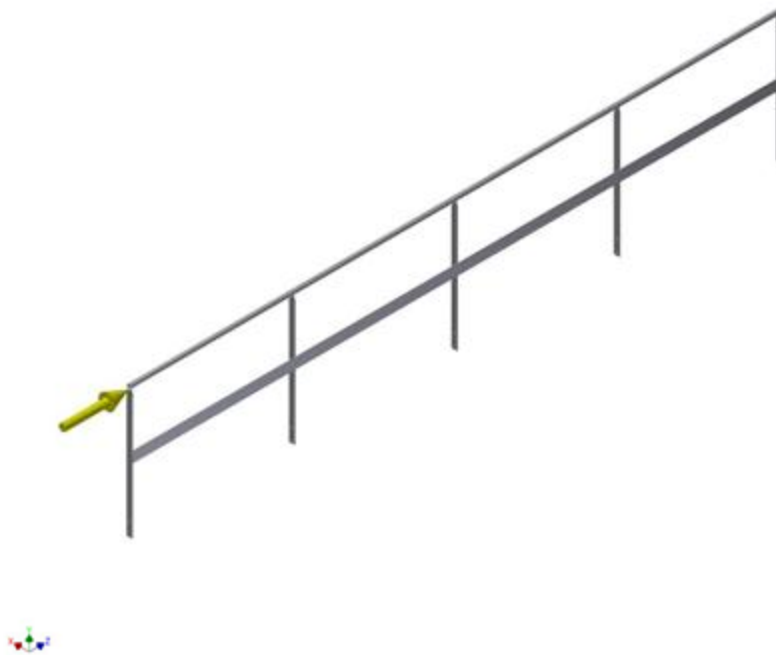
Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



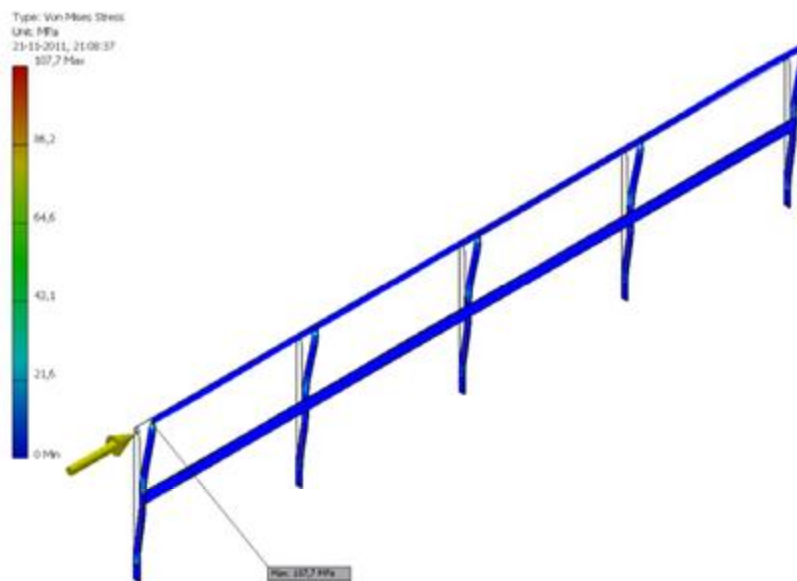
Results

Result Summary

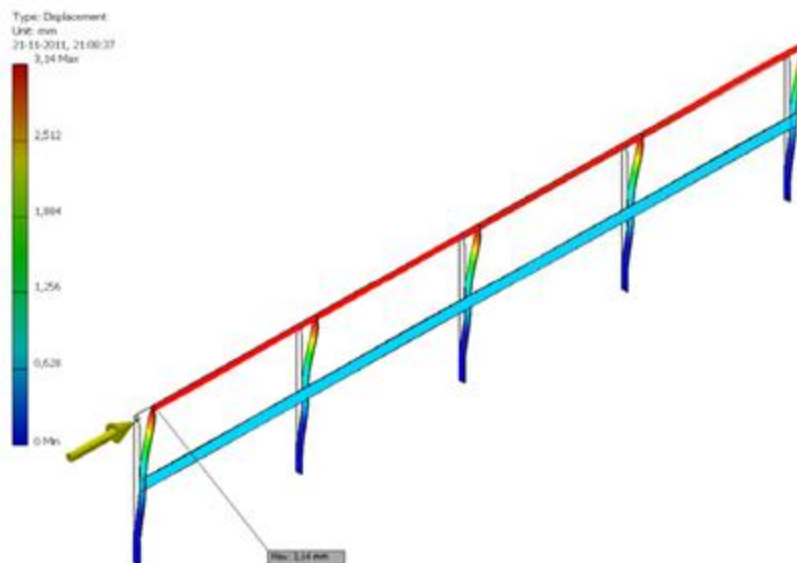
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0269053 MPa	107,73 MPa
Displacement	0,000000373944 mm	3,14032 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



Stress Analysis Report

Autodesk®

Project Info (iProperties)

Analyzed File:	55x10 + 55x12 H42.4x3.25.iam
Autodesk Inventor Version:	2012 (Build 160160000, 160)
Creation Date:	21-11-2011, 19:49

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	21-11-2011, 19:53
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No
Separate Stresses Across Contact Surfaces	No
Motion Loads Analysis	No

Advanced settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	No
Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Material(s)

Name	S235JRG2	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	235 MPa
	Ultimate Tensile Strength	360 MPa
Stress	Young's Modulus	206 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	79,2308 GPa

Physical

Mass	69,3923 kg
------	------------

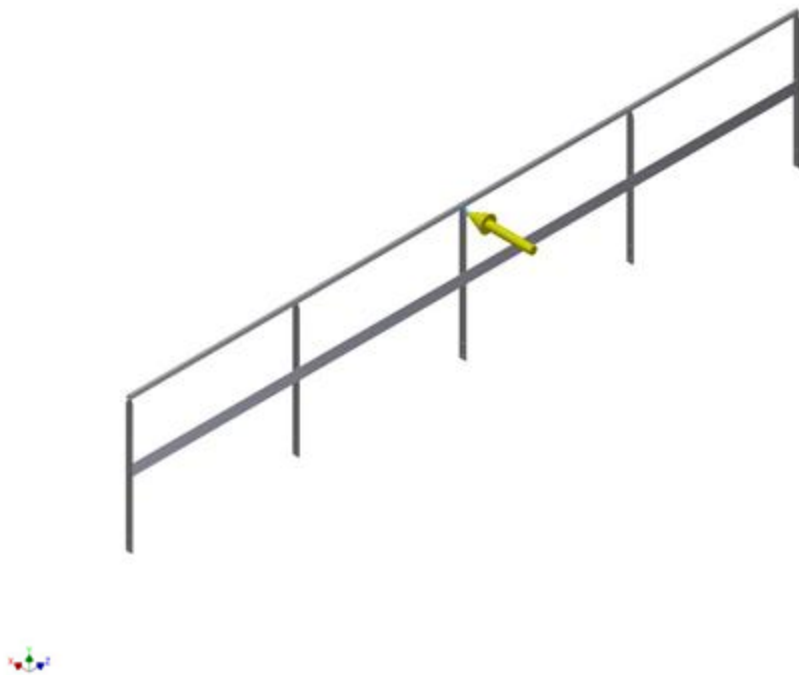
Simulation:1

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



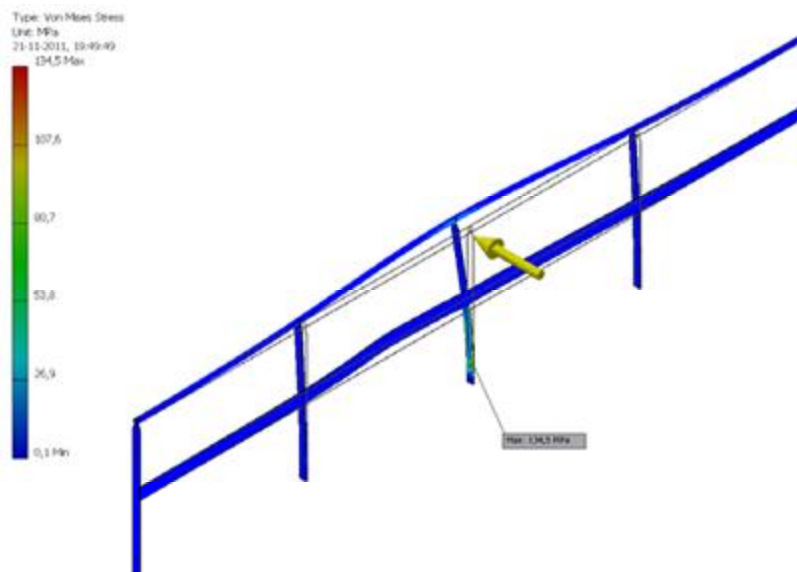
Results

Result Summary

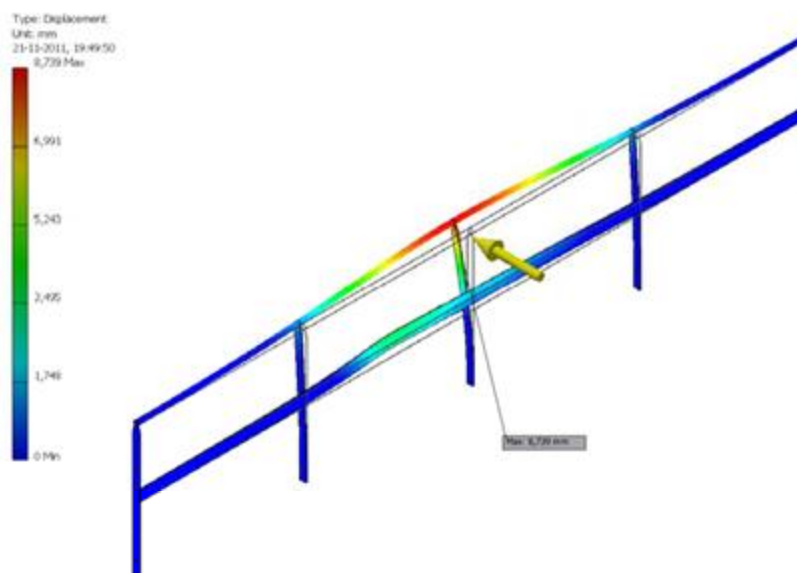
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0555618 MPa	134,466 MPa
Displacement	0,0000283148 mm	8,7387 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



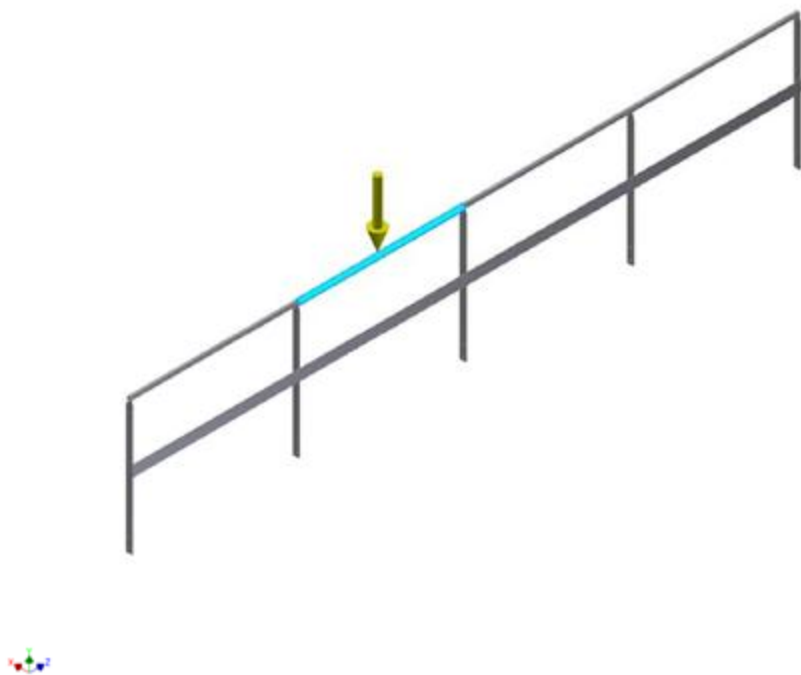
Simulation:2

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



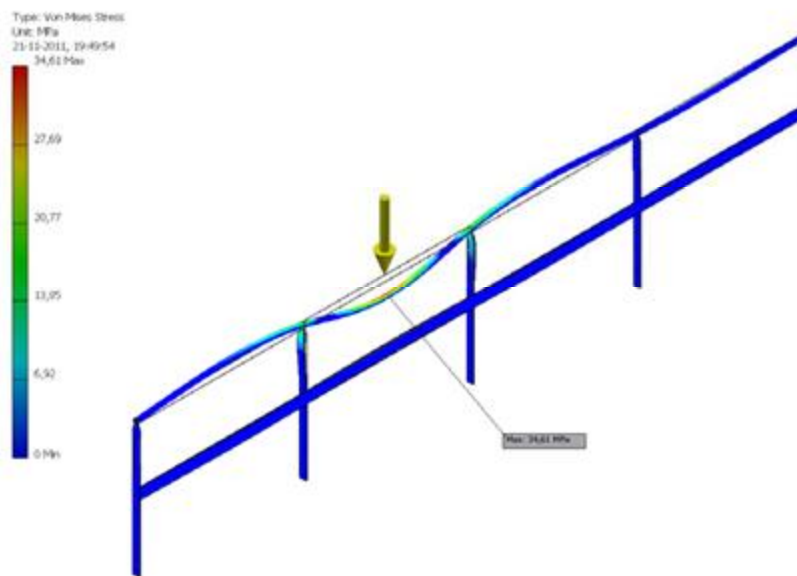
Results

Result Summary

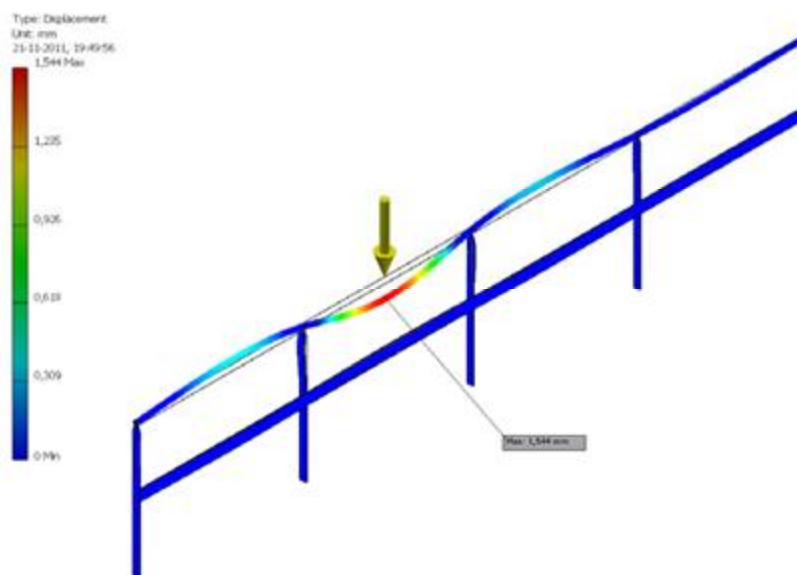
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,000695612 MPa	34,6123 MPa
Displacement	0,0000000999612 mm	1,54383 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



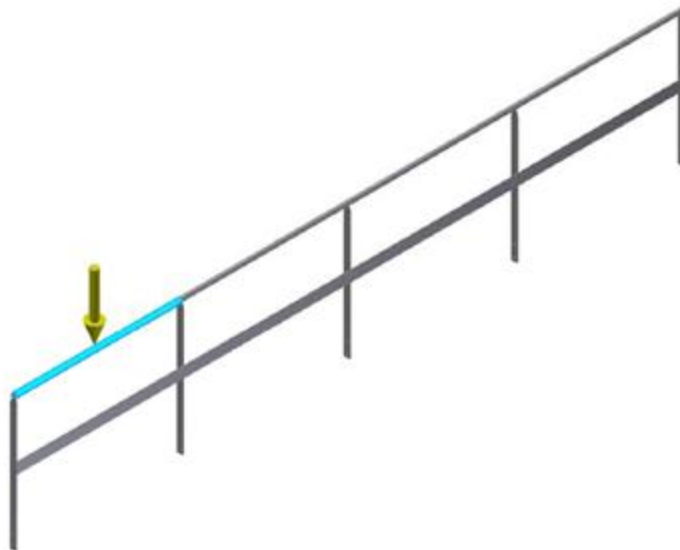
Simulation:3

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-1000,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



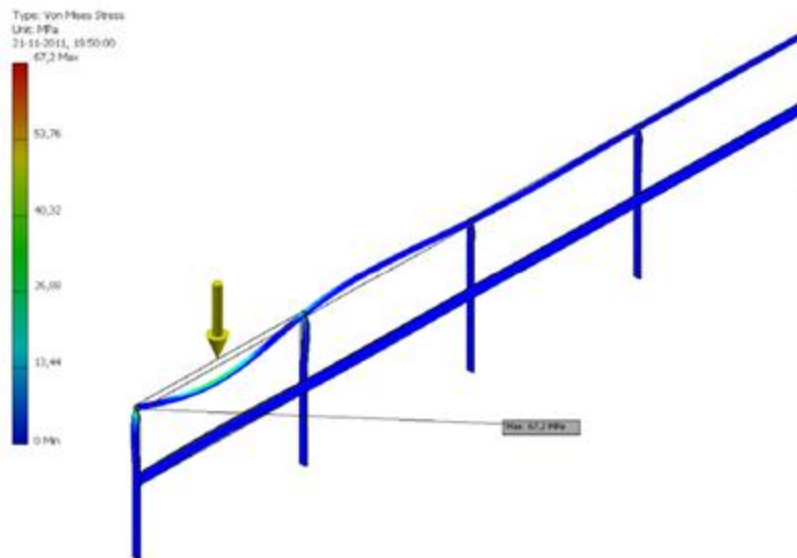
Results

Result Summary

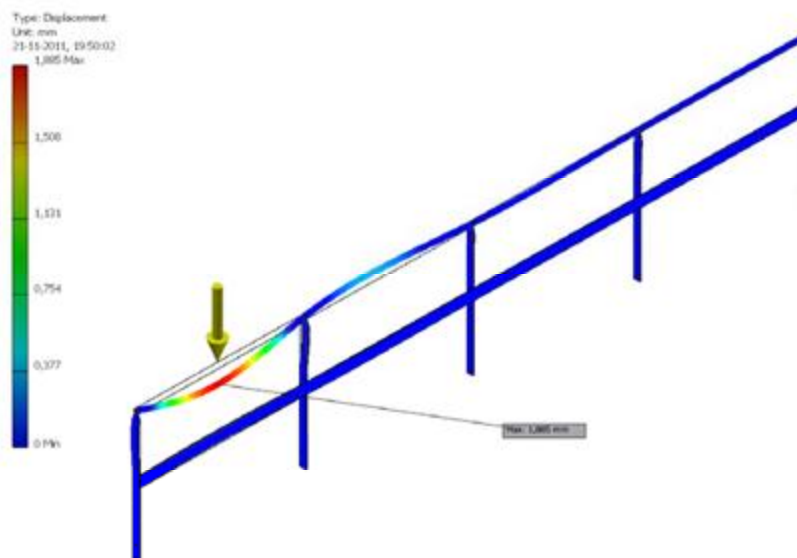
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00317399 MPa	67,1953 MPa
Displacement	0,00000000870355 mm	1,88502 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



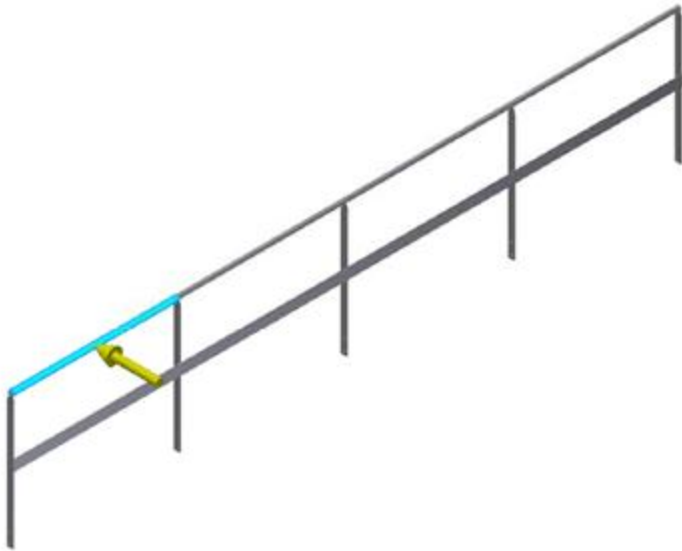
Simulation:4

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



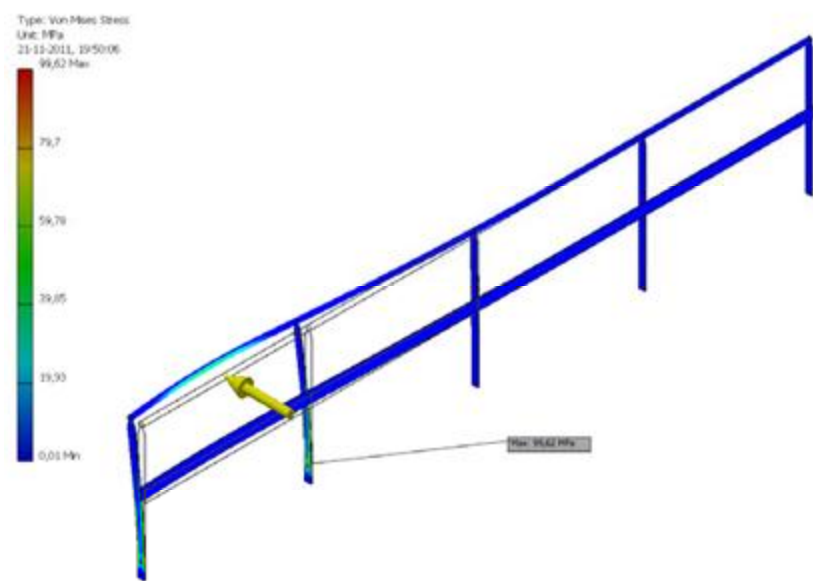
Results

Result Summary

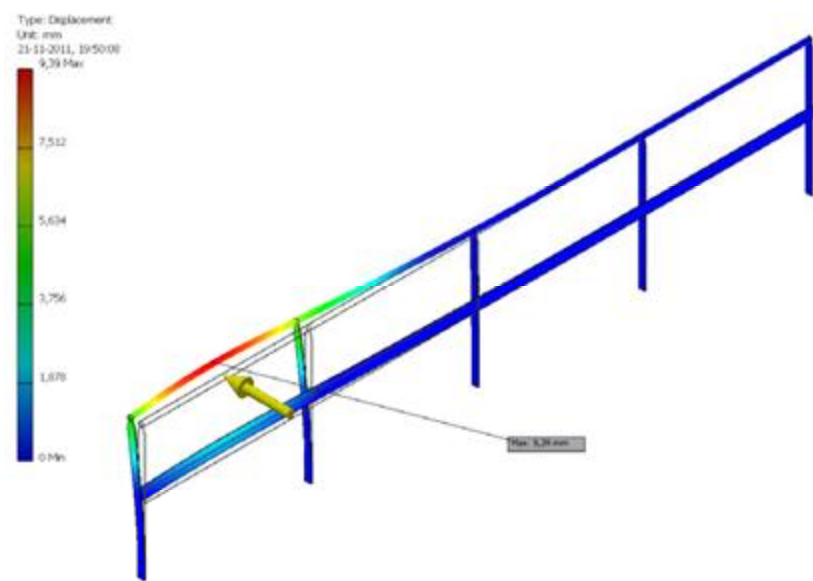
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0104896 MPa	99,6184 MPa
Displacement	0,000000447897 mm	9,39013 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



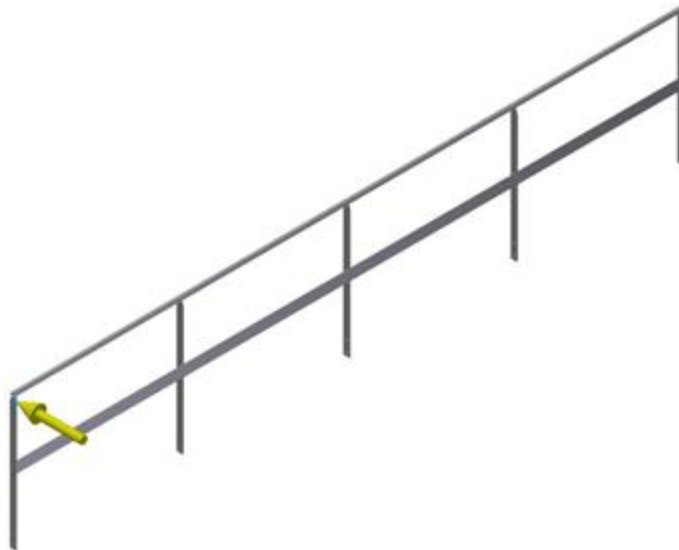
Simulation:5

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	1000,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)



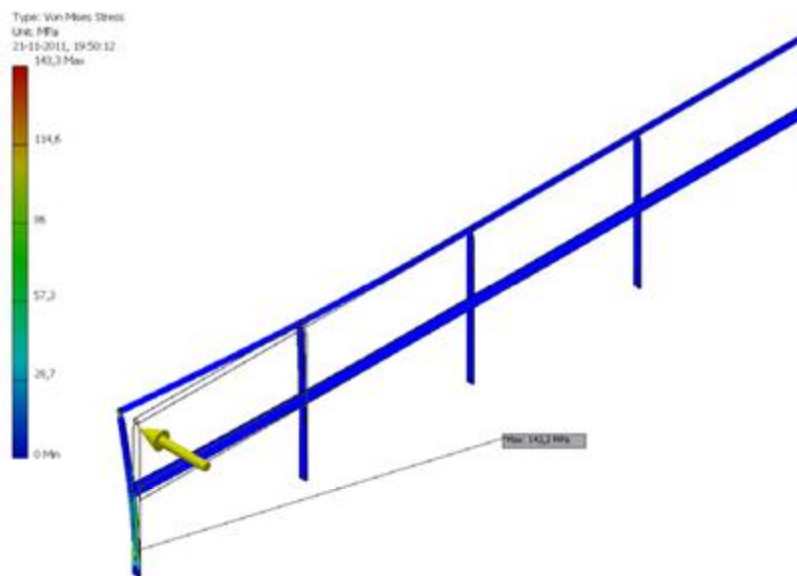
Results

Result Summary

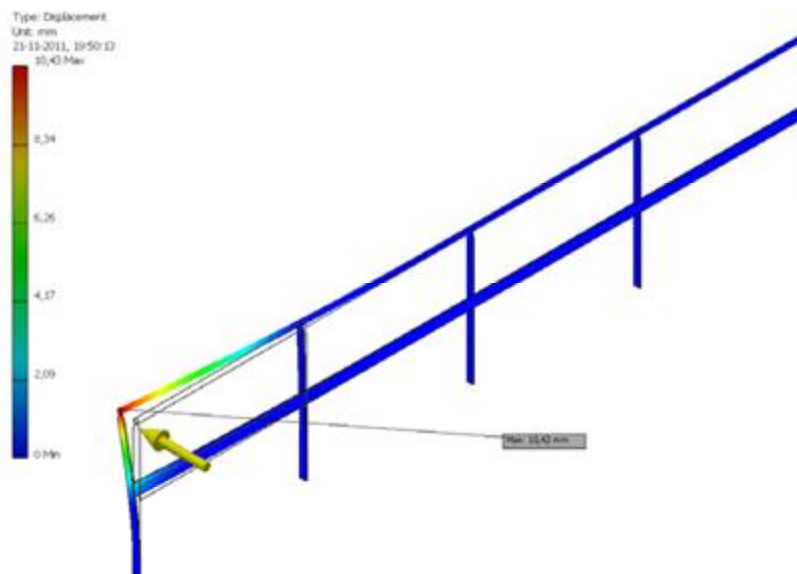
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,00204692 MPa	143,288 MPa
Displacement	0,000000211281 mm	10,429 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



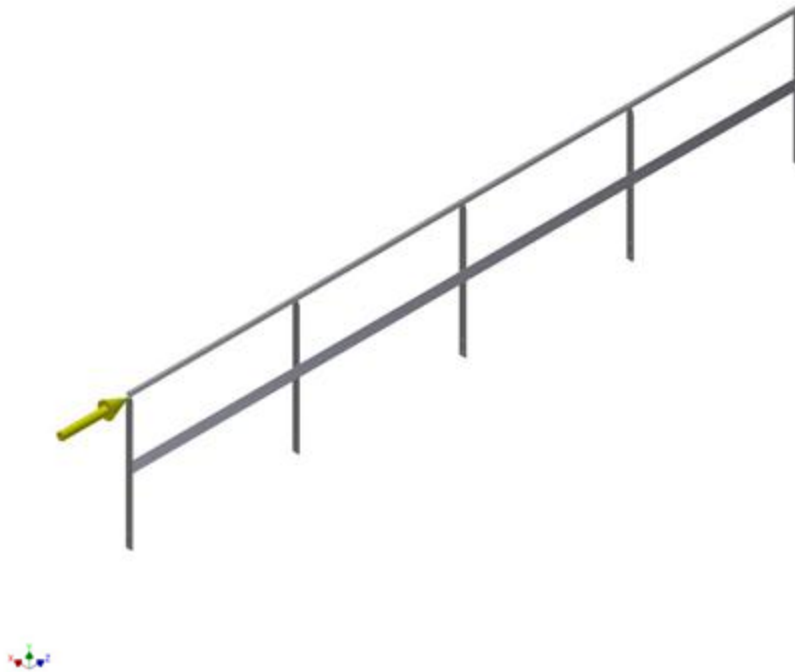
Simulation:6

Operating conditions

Force:1

Load Type	Force
Magnitude	1000,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	1000,000 N

Selected Face(s)



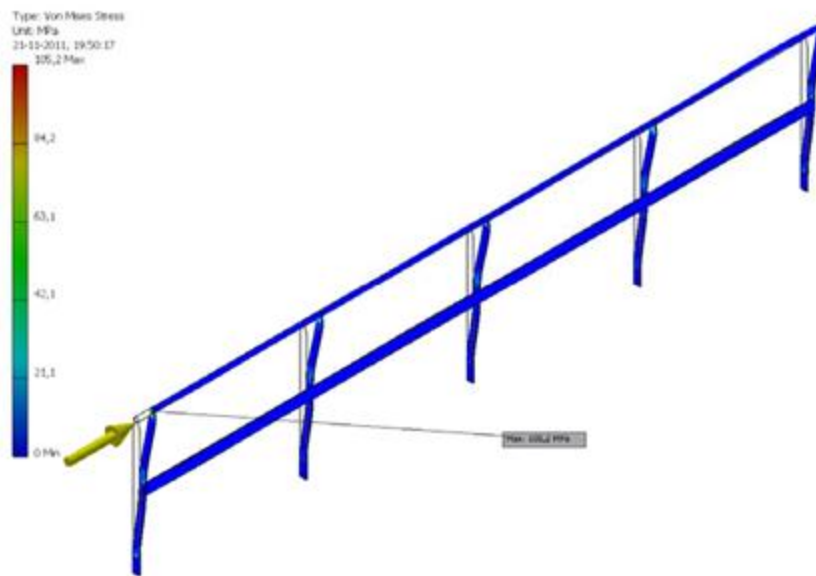
Results

Result Summary

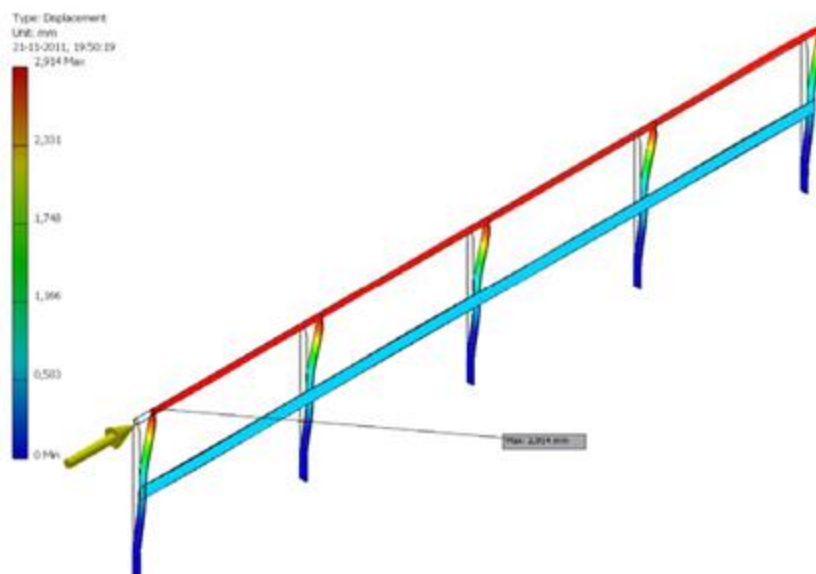
Name	Minimum	Maximum
Von Mises Stress	0,0134943 MPa	105,24 MPa
Displacement	0,000000647526 mm	2,9138 mm

Figures

Von Mises Stress



Displacement



G. Ontwerp berekeningen

G.1 Aannamen

Voor de berekeningen wordt uitgegaan van bepaalde standaard situaties. Dit betekent dat de trap voor vier situaties wordt berekend:

- Trapbreedte 1200 mm (geldig voor 1100mm)
- Trapbreedte 1000 mm (geldig voor 900mm)
- Trapbreedte 800 mm (geldig voor 700mm)
- Trapbreedte 600 mm

Tevens wordt er standaard met de aanwezigheid van twee leuningen gerekend. Doorgaans wordt het toepassen van een tweede leuning zoveel mogelijk vermeden. Het rekenen met een tweede leuning is gedaan zodat men ervan uit kan gaan dat de constructie sterk genoeg is indien de tweede leuning geplaatst wordt.

G.2 Belasting bepaling

G.2.1 Wetgeving

In bijlage B zijn alle eisen vanuit de normeringen beschreven. In tabel G-1 zijn de belastingseisen vermeld die gelden voor de constructie.

NEN-EN14015	NEN-EN 14122	API 650
Minimaal verdeelde belasting 2.4kN/m ²	1.5kN/m ² laagfrequent	Complete constructie 4450N
Geconcentreerd 5kN op elk punt	5.0kN/m ² laagfrequent met last	
5 kN puntlast	5.0kN/m ² hoogfrequent	
	5 kN puntlast	

Tabel G-1: Belastingseisen voor constructie

Uit tabel G-1 is te concluderen dat de constructie aan de volgende eisen moet voldoen:

5.0 kN/m² verdeelde belasting;

5.0 kN puntlast.

De leuning moet ook in staat zijn de gestelde belasting te weerstaan. In onderstaand lijst worden de belastingen vermeldt:

NEN-EN 14122 ==> Flast = 300 x L [N] {L is overspanningsmaat in meters}

NEN-EN 14015 ==> Flast = 1000 [N]

API-650 ==> Flast = 900 [N]

Bij een overspanningsmaat van 1.5 meter wordt de last respectievelijk 450N, 1000N of 900N. Hieruit blijkt dat de leuning een last van 1000N moet weerstaan.

G.2.2 Traptreden

Van de standaard traptreden wordt steeds de zwaarste uitvoering gebruikt zodat de gehele reeks afgedekt is. Het totaal aantal treden is gebaseerd op de groots mogelijke stijghoogte met de gebruikelijke optrede. Voor de omrekening naar de belasting in Newton's wordt met een factor 10 gerekend om onnauwkeurigheden in maten en opgegeven gewichten te compenseren.

$$n = \frac{\text{Stijghoogte}}{\text{optrede}} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ stuks}$$

In tabel G-2 worden de belastingen van de traptreden getoond.

Trede	kg/st.	aantal	totaal kg	belasting
1200x305 R3/40	10,5	30	315	3150
1000x305 R3/40	7,7	30	231	2310
800x305 R3/30	5,6	30	168	1680
600x305 R3/30	3,9	30	117	117

Tabel G-2: Belasting veroorzaakt door treden

Vanuit de norm werd gesteld dat de constructie een verdeelde belasting van 5 kN/m² moet kunnen dragen. Deze waarde wordt omgerekend naar de oppervlakte van de trede. In tabel G-3 wordt de gecorrigeerde belasting getoond.

Trede	Eis	afmeting	belasting
1200x305 R3/40	5,0 kN/m ²	1200x305	1830 N
1000x305 R3/40	5,0 kN/m ²	1000x305	1525 N
800x305 R3/30	5,0 kN/m ²	800x305	1220 N
600x305 R3/30	5,0 kN/m ²	600x305	915 N

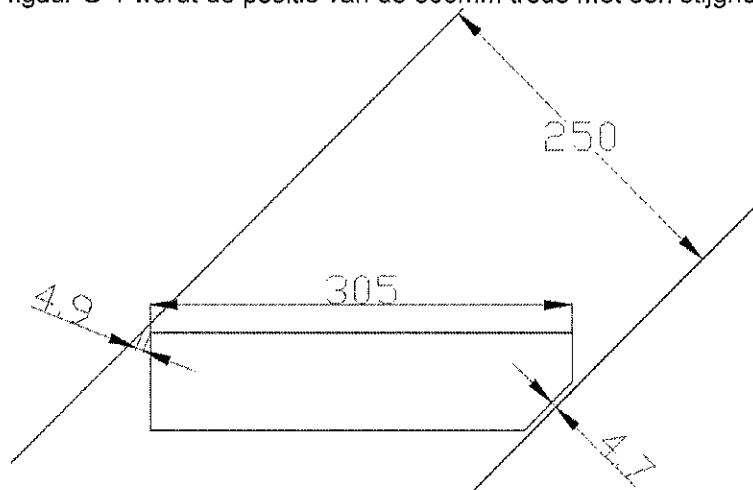
Tabel G-3: Belasting veroorzaakt door treden

G.2.3 Trapboom

De stijghoek is gelimiteerd op maximaal 45° en aanbevolen wordt een stijghoek van rond de 38°. De stijghoek wordt doorgaans dusdanig gekozen dat deze goed uitkomt met de optrede en aantrede.

Profiel hoogte

De trapboom bestaat uit een strip waarbij de traptreden bij elke stijghoek niet mogen uitsteken. Bij een stijghoek van 45° is de trapboom het smalst en hier moet de trede nog passen. De treden die toegepast kunnen worden zijn of 270mm of 305mm diep. De trede 305mm moet kunnen passen. In figuur G-1 wordt de positie van de 305mm trede met een stijghoek van 45° getoond.



Figuur G-1: Profilhoogte bepaling

Uit figuur G-1 is te concluderen dat het profiel minimaal 250mm hoog moet zijn om voldoende ruimte te bieden voor de breedste trede 305mm.

Trapboom lengte

De trapboom lengte wordt bepaald door de maximale stijghoogte en de stijghoek.

Stijghoogte 6000mm

Stijghoek 38° - 45°

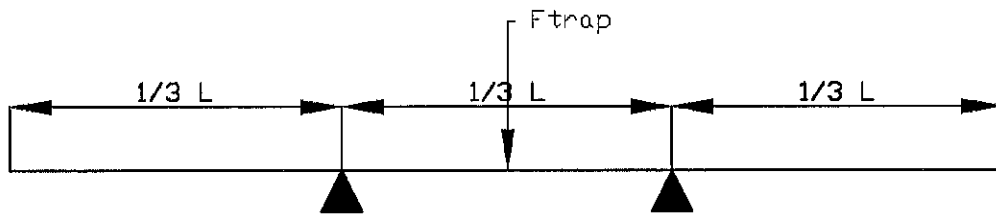
$$L = \frac{\text{Stijghoogte}}{\sin(\text{Stijghoek})} = \frac{6000}{\sin(38)} = 9746 \text{ mm}$$

$$L = \frac{\text{Stijghoogte}}{\sin(\text{Stijghoek})} = \frac{6000}{\sin(45)} = 8485 \text{ mm}$$

Hieruit blijkt dat bij een stijghoek van 38° de grootste lengte 9746mm wordt gerealiseerd.

Profiel dikte

Er wordt gerekend dat de trapboom altijd op minimaal twee trapondersteuning steunt. Er is gebleken dat bij de aanbevolen stijghoek van 38° de grootste lengte wordt gerealiseerd. Dit betekent ook dat bij deze stijghoek het grootste buigend moment wordt bepaald. In figuur G-2 wordt het vrij lichaamschema getoond van de trap.



Figuur G-2: VLS trapboom

$$L = 9746 \text{ [mm]}$$

$$\frac{1}{3}L = \frac{1}{3} \cdot 9746$$

$$\frac{1}{3}L = 3249 \text{ [mm]}$$

Trapboom profiel: 250x8mm

$$I_{x-x} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$I_{x-x} = \frac{1}{12} \cdot 8 \cdot 250^3$$

$$I_{x-x} = 10.416.667 \text{ mm}^4$$

$$M_b = F_{trap} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}L\right)$$

$$M_b = 9.567 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 3249\right)$$

$$M_b = 15.538.975 \text{ Nmm}$$

$$W_b = I_{x-x} / e$$

$$W_b = 10.416.667 / (0.5 \cdot 250)$$

$$W_b = 83.333 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = M_b / (2 \cdot W_b)$$

$$\sigma_b = 15.538.975 / (2 \cdot 83.333)$$

$$\sigma_b = 93 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{2}{3} \cdot \sigma_b$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{2}{3} \cdot 235$$

$$\bar{\sigma}_b = 157 \text{ MPa}$$

Op deze manier kunnen enkele variaties berekend worden en de resultaten daarvan worden getoond in tabel G-4. Maximaal toelaatbaar voor S235JR => 157 MPa.

Profiel	Lengte					
	3000	3249	3500	4000	4500	5000
250x8	86 MPa	93 MPa	100 MPa	115 MPa	129 MPa	144 MPa
250x7	98 MPa	107 MPa	115 MPa	131 MPa	148 MPa	164 MPa
250x6	115 MPa	124 MPa	134 MPa	153 MPa	172 MPa	191 MPa

Tabel G-4: Resultaten tabel buigend moment

Er wordt gekozen voor een stripprofiel van 250x8 mm zodat er goed kan worden geschoven met de ondersteuning voor de bevestiging. Dunner zou ook kunnen maar aangezien de trapbomen worden verzinkt is het risico op vervorming groter.

G.2.4 Leuning

Met behulp van 3D tekeningen is de globale massa van de leuning bepaald. Hierbij is rekening gehouden van de toevoeging van een laag zink, twee knieregels en verbindingssplaatjes. Zodoende kon de handregel afgerond worden op grofweg 100kg per leuning.

G.2.5 Windbelasting

De opslagtanks worden met een windbelasting berekend. Geëist wordt dat de spiraaltrap deze belasting ook kan dragen. De EN-14015 stelt dat de belasting 45m/s moet zijn wat overeenkomt met orkaankracht 2.

Met onderstaand formule word de windbelasting berekend.

$$F_{wind} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$

$$F_{wind} = \text{windkracht}[N]$$

$$\rho = \text{dichtheid lucht} = 1.29[kg/m^3]$$

$$v = \text{windsnelheid} = 45[m/s]$$

$$A = \text{windoppervlakte}[m^2]$$

Voor de oppervlakte bepaling geldt:

trapboom	9746	250		2.436.500	mm2
Staanders	1200	12	7	100.800	mm2
handregel	9746	42,4		649.101	mm2
				3.186.401	mm2
totaal				3,19	m2

$$F_{wind} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$

$$F_{wind} = \frac{1}{2} \cdot 1.29 \cdot 45^2 \cdot 3.19$$

$$F_{wind} = 4.162[N]$$

Deze belasting wordt bij de maximale trekkracht opgeteld in paragraaf G.3.

G.2.6 Toelaatbare spanningen

Voor bouten is staal 8.8 de algemeen gebruikte kwaliteit en voor staal S235. In tabel G-5 worden de toelaatbare spanningen getoond van deze materialen.

	Rekgrens	fre	Re Toelaatbaar
S235	235	0,67	156,7
8.8	640	0,67	426,7

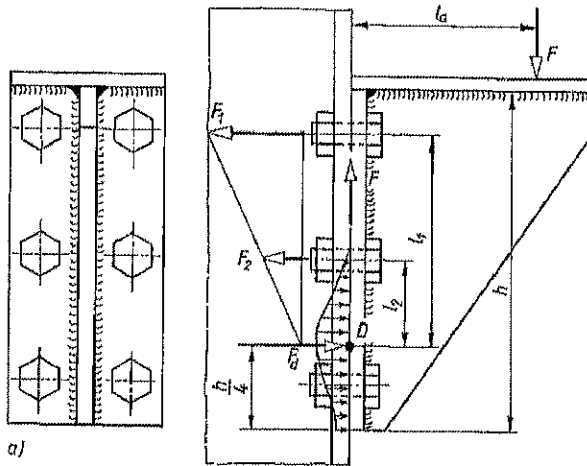
Tabel G-5: Toelaatbare materiaalspanningen

De toelaatbare afschuifspanning wordt ongeveer gesteld op 58% van de rekgrens.

G.3 Trapboom ondersteuning

G.3.1 Bout door trapboom

Uit het Roloff / Matek machineonderdelen boek is de volgende schematische schets (figuur G-4) te halen die gebruikt kan worden voor de berekening van de maximale kracht op de bouten.



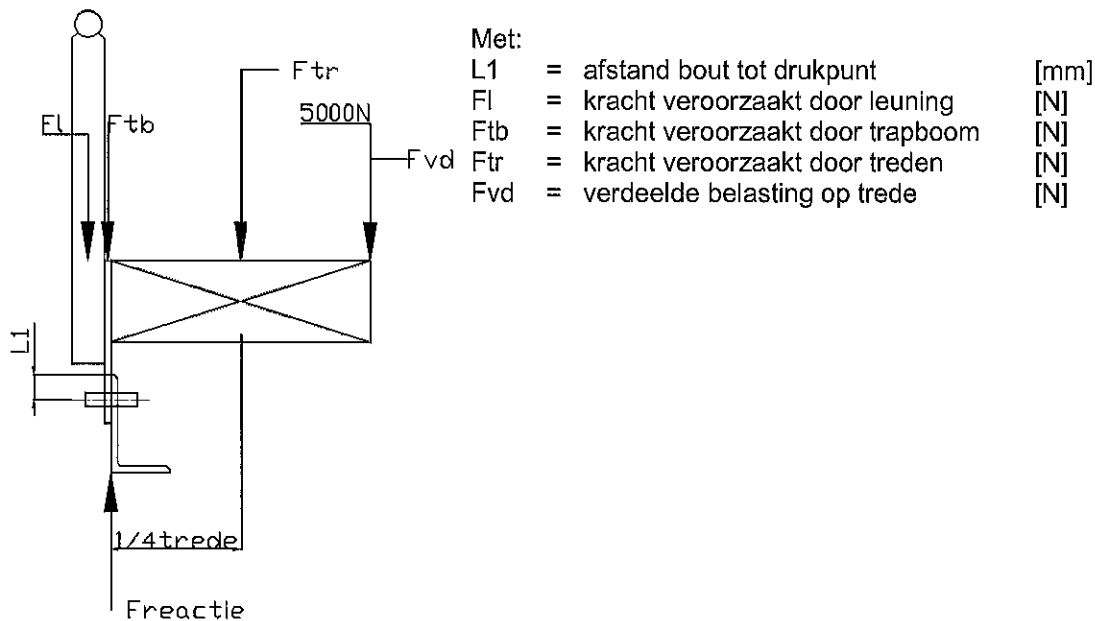
Figuur G-4: Weergave van de boutverbinding berekening

Met deze schets zijn de volgende formules te bepalen.

$$M_b = F \cdot l_a$$

$$F_{max} = \frac{M_b}{z} \cdot \frac{l_1^2}{l_1^2 + l_2^2 + l_n^2}$$

In figuur G-5 wordt de situatie schets getoond waarmee de bouten kunnen worden berekend voor elke trap.



Figuur G-5: Berekening schets

Uitwerking van de 1200mm brede trap:

$$M_b = \sum F \cdot l_a$$

$$M_b = -F_l \cdot l_l - F_{tb} \cdot l_{tb} + F_{tr} \cdot l_{tr} + 5000 \cdot l_w + F_{vd} \cdot l_{vd}$$

$$M_b = -1000 \cdot 33 - 1530 \cdot 4 + 1575 \cdot 300 + 5000 \cdot 600 + 0.25 \cdot 1830 \cdot 600$$

$$M_b = 3.707.880 \text{ [Nmm]}$$

$$F_{max} = \frac{M_b}{z} \cdot \frac{l_1}{l_1^2 + l_2^2 + l_n^2}$$

$$F_{max} = \frac{3.707.880}{2} \cdot \frac{30}{30^2 + 30^2}$$

$$F_{max} = 61.798 [N]$$

Dit is de grootste trekkracht die in de bout optreedt.

In tabel G-5 worden alle trekkracht resultaten getoond met deze berekening.

Trapbreedte	Mb	Fmax
1200 [mm]	3.707.880 [Nmm]	61.789 [N]
1000 [mm]	2.940.255 [Nmm]	49.004 [N]
800 [mm]	2.250.880 [Nmm]	37.515 [N]
600 [mm]	1.617.255 [Nmm]	26.954 [N]

Tabel G-5: Optredende trekkracht bepaling

De spanning in de bout wordt bepaald met $\sigma_t = \frac{F}{A}$. In tabel G-6 worden de resultaten getoond van de berekening volgens de gestelde formule. De toelaatbare spanning in de bout is 426MPa.

Trapbreedte 1200mm				
Bout	A [mm ²]	Fmax [N]	Fwind [N]	Spanning [N/mm ²]
M18	192,5	61.789	4.162	326
M16	156,7	61.789	4.162	401
M12	84,3	61.789	4.162	746
Trapbreedte 1000mm				
Bout	A [mm ²]	Fmax [N]	Fwind [N]	Spanning [N/mm ²]
M18	192,5	49.004	4.162	266
M16	156,7	49.004	4.162	327
M12	84,3	49.004	4.162	607
Trapbreedte 800mm				
Bout	A [mm ²]	Fmax [N]	Fwind [N]	Spanning [N/mm ²]
M18	192,5	37.515	4.162	200
M16	156,7	37.515	4.162	246
M12	84,3	37.515	4.162	458
Trapbreedte 600mm				
Bout	A [mm ²]	Fmax [N]	Fwind [N]	Spanning [N/mm ²]
M18	192,5	26.954	4.162	145
M16	156,7	26.954	4.162	179
M12	84,3	26.954	4.162	332

Tabel G-6: Optredende trekspanningen

Voor trapbreedte 1200mm is een M18 bout nodig om een veilige marge te hebben ten opzichte van de toelaatbare spanning. Voor alle andere trapbreedtes is een M16 bout voldoende.

Deze bouten ondervinden ook een afschuifkracht ten gevolge van de totale massa van de onderdelen en de belastingen vanuit de wetgeving. Met behulp van onderstaande formules wordt de afschuifkracht in de bouten berekend.

$$\text{totaal massa} = \sum \text{treden} + \text{traphomen} + \text{leuning} [N]$$

$$\text{totaal ondersteuning} = \frac{1}{2} \cdot \text{totaal massa} + \text{wetgeving}$$

$$\text{totaal boutverbinding} = \frac{1}{2} \cdot \text{totaal ondersteuning}$$

De gehele massa wordt ondersteund door twee trapondersteuning. Elke trapondersteuning heeft weer twee bevestigingspunten voor aan de trapboom. In tabel G-7 wordt voor elke trapbreedte de som van de belastingen getoond in verticale richting. De bout wordt rechtstreeks door deze kracht belast.

onderdeel	trapbreedte				
	1200	1000	800	600	
Totaal massa	8.210	7.370	6.740	6.230	[N]
Totaal ondersteuning	10.935	10.210	9.590	9.030	[N]
Totaal boutverbinding	5.467	5.105	4.795	4.515	[N]

Tabel G-7: Optredende afschuifkracht

De formule om de afschuifspanning te berekenen is hetzelfde als bij de trekspanning. In tabel G-8 worden de uitkomsten getoond.

Trapbreedte	Bout	About [mm ²]	Faf [N]	Spanning [MPa]
1200 [mm]	M18	192,5	5.467	28,4
1000 [mm]	M16	156,7	5.105	32,6
800 [mm]	M16	156,7	4.795	30,6
600 [mm]	M16	156,7	4.515	28,8

Tabel G-7: Optredende afschuifspanning

Bij het gelijktijdige optreden van trek- en afschuifspanning moet de bout gecontroleerd worden aan de volgende formule:

$$\left(\frac{\sigma_t}{\sigma_t}\right)^2 + \left(\frac{\tau_a}{\tau_a}\right)^2 \leq 1$$

De betreffende gegevens worden in tabel G-8 vermeldt.

Trapbreedte	Bout	S [MPa]	T [MPa]	St [MPa]	Tt [MPa]
1200 [mm]	M18	326	28,4	426	247
1000 [mm]	M16	327	32,6	426	247
800 [mm]	M16	246	30,6	426	247
600 [mm]	M16	179	28,8	426	247

Tabel G-8: samenvattende spanningen ter beoordeling

- S = Optredende trekspanning
 T = Optredende afschuifspanning
 St = Toelaatbare trekspanning
 Tt = Toelaatbare afschuifspanning

$$1200: \left(\frac{\sigma_t}{\sigma_t}\right)^2 + \left(\frac{\tau_a}{\tau_a}\right)^2 \leq 1 \leftrightarrow \left(\frac{326}{426}\right)^2 + \left(\frac{28,4}{247}\right)^2 = 0,60 \leftrightarrow 0,60 < 1$$

$$1000: \left(\frac{\sigma_t}{\sigma_t}\right)^2 + \left(\frac{\tau_a}{\tau_a}\right)^2 \leq 1 \leftrightarrow \left(\frac{327}{426}\right)^2 + \left(\frac{32,6}{247}\right)^2 = 0,60 \leftrightarrow 0,60 < 1$$

$$800: \left(\frac{\sigma_t}{\sigma_t}\right)^2 + \left(\frac{\tau_a}{\tau_a}\right)^2 \leq 1 \leftrightarrow \left(\frac{246}{426}\right)^2 + \left(\frac{30,6}{247}\right)^2 = 0,35 \leftrightarrow 0,35 < 1$$

$$600: \left(\frac{\sigma_t}{\sigma_t}\right)^2 + \left(\frac{\tau_a}{\tau_a}\right)^2 \leq 1 \leftrightarrow \left(\frac{179}{426}\right)^2 + \left(\frac{28,8}{247}\right)^2 = 0,19 \leftrightarrow 0,19 < 1$$

Alle afmetingen voldoen aan de eis.

Stuikdruk in trapboom

Het gewicht van de constructie drukt op de vier bevestigingsbouten door de trapboom. Deze bouten worden in het materiaal gedrukt en daarmee treedt de stuikspanning op. De oppervlakte waarop de spanning werkt is de boutdiameter maal de dikte van de trapboom. De stuikspanning wordt met dezelfde spanningsformule voor trek berekend. In tabel G-9 worden de gegevens en resultaten van de berekeningen getoond.

Trapbreedte	Bout	Dbout	Dtrb	A	S
1200 [mm]	M18	18 [mm]	8 [mm]	144 [mm ²]	38,0 [MPa]
1000 [mm]	M16	16 [mm]	8 [mm]	128 [mm ²]	39,9 [MPa]
800 [mm]	M16	16 [mm]	8 [mm]	128 [mm ²]	37,5 [MPa]
600 [mm]	M16	16 [mm]	8 [mm]	128 [mm ²]	35,3 [MPa]

Tabel G-9: Stuikdruk spanningen

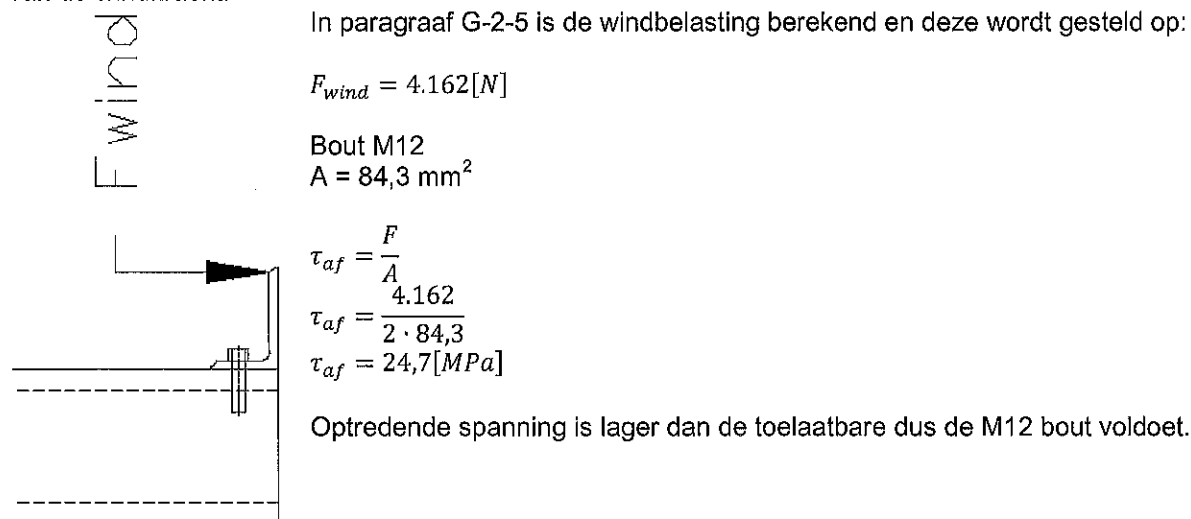
Alle stuikdrukspanningen zijn binnen de grenzen van het toelaatbare.

G.3.2 Bout door ondersteuning

De bout door de ondersteuning verbindt de gehele trapconstructie aan de ondersteuning. Deze berekeningen gaan op voor alle trapbreedtes.

afschuiving

De wind veroorzaakt een bepaalde kracht waardoor in de bouten een afschuifspanning ontstaan. De afschuif spanning wordt met de formule $\tau_{af} = \frac{F}{A}$ bepaald. In figuur G-6 wordt de situatieschets getoond van de windkracht.



Figuur G-6: Situatie schets windkracht

Treksterkte bout

De windkracht kan ook een moment veroorzaken die draait over het hoekprofiel.

Hoekprofiel: 120x80x10mm

Buigend moment:

$$M_b = F \cdot l$$

$$M_b = 4.162 \cdot 120$$

$$M_b = 499.440 \text{ Nmm}$$

$$F_{max} = \frac{M_b \cdot l_1}{z \cdot l_1^2 + l_2^2 + l_n^2}$$

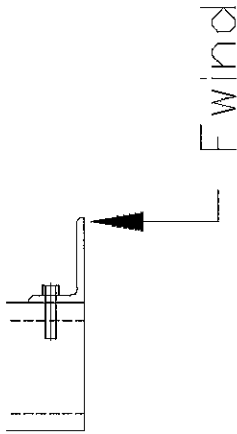
$$F_{max} = \frac{499.440}{2} \cdot \frac{30}{30^2 + 30^2}$$

$$F_{max} = 1.391 [N]$$

Met de berekende F_{max} kan de optredende trekspanning bepaald worden.

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{1.391}{84.3} = 17 \text{ MPa}$$

De situatie kan ook van de andere kant bekeken worden. Figuur G-7 toont de nieuwe situatie.



Figuur G-7: Nieuwe situatie schets met windkracht

Hoekprofiel: 120x80x10mm

Buigend moment:

$$M_b = F \cdot l$$

$$M_b = 4.162 \cdot 120$$

$$M_b = 499.440 \text{ Nmm}$$

Drukpunt ligt op $\frac{1}{4}$ van de breedte van het hoekprofiel. In dit geval is dat $\frac{1}{4}$ van 80 mm is 20mm van de rand. De bout is gepositioneerd op 30 mm van de rand. L_1 wordt in dit geval bepaald op 10mm.

$$F_{max} = \frac{M_b}{z} \cdot \frac{l_1}{l_1^2 + l_2^2 + l_n^2}$$

$$F_{max} = \frac{499.440}{2} \cdot \frac{10}{10^2 + 10^2}$$

$$F_{max} = 12.486 \text{ [N]}$$

Met de berekende F_{max} kan de optredende trekspanning bepaald worden.

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{12.486}{84.3} = 148 \text{ MPa}$$

In beide gevallen voldoet de M12 bout.

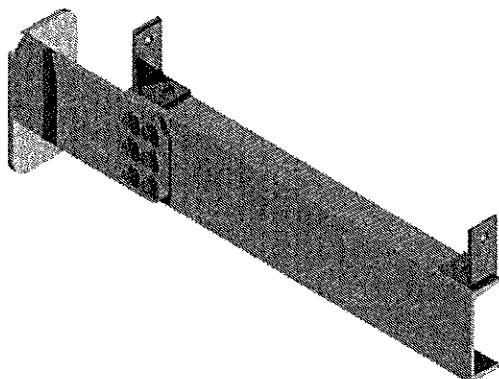
Tot slot wordt de afschuiving en trekspanning gecontroleerd.

$$\left(\frac{\sigma_t}{\sigma_t}\right)^2 + \left(\frac{\tau_a}{\tau_a}\right)^2 \leq 1 \Leftrightarrow \left(\frac{148}{426}\right)^2 + \left(\frac{24,7}{247}\right)^2 = 0,13 \Leftrightarrow 0,13 < 1$$

De waarde voldoet en daarmee is de constructie correct.

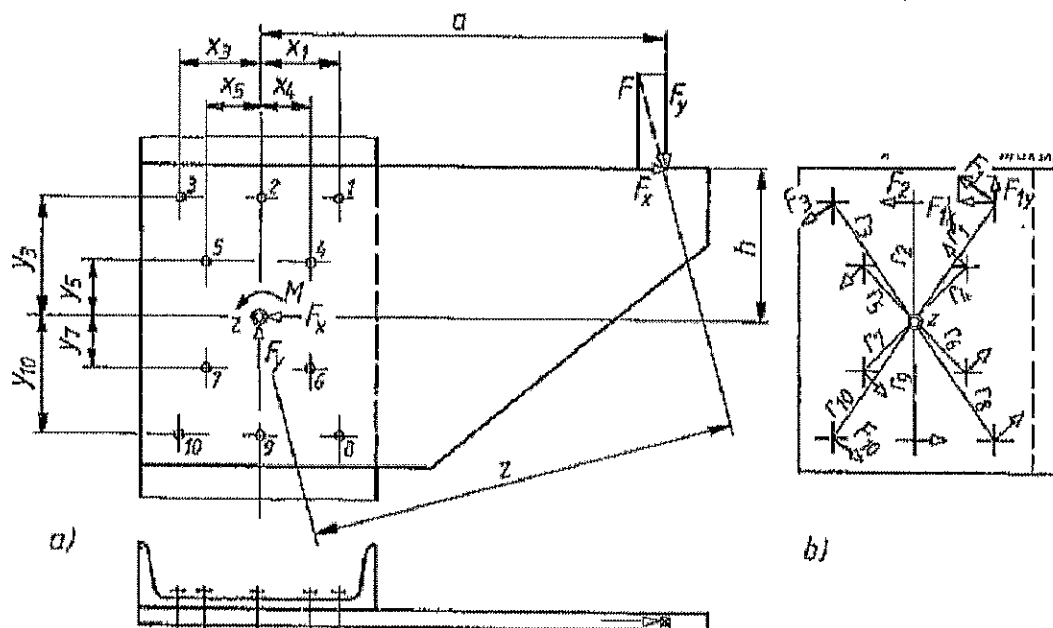
G.3.3 Schetsplaat verbinding

De schetsplaat verbinding is de plek waar het ondersteuningsprofiel aan de schetsplaat wordt verbonden. In figuur G-8 wordt deze getoond (plek met 6 bouten).



Figuur G-8: Weergave van de schetsplaat verbinding

Uit het Roloff / Matek machineonderdelen boek is de volgende schematische schets (figuur G-9) te halen die gebruikt kan worden voor de berekening van de maximale kracht op de bouten



Figuur G-9: Weergave van de schetsplaat verbinding

Met deze schets zijn de volgende twee formules te bepalen.

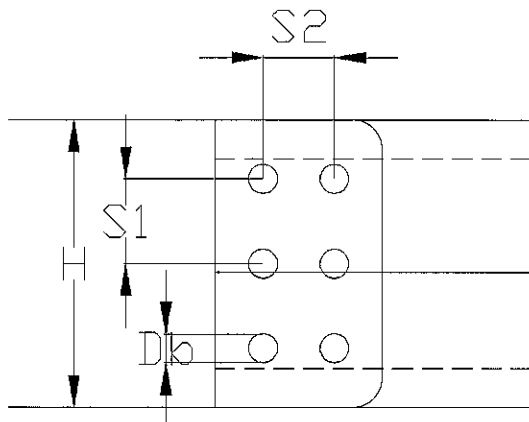
$$M_z = F \cdot z$$

$$F_{max} = \frac{M_z \cdot r_{max}}{\sum r^2} = \frac{M_z \cdot r_{max}}{\sum (x^2 + y^2)}$$

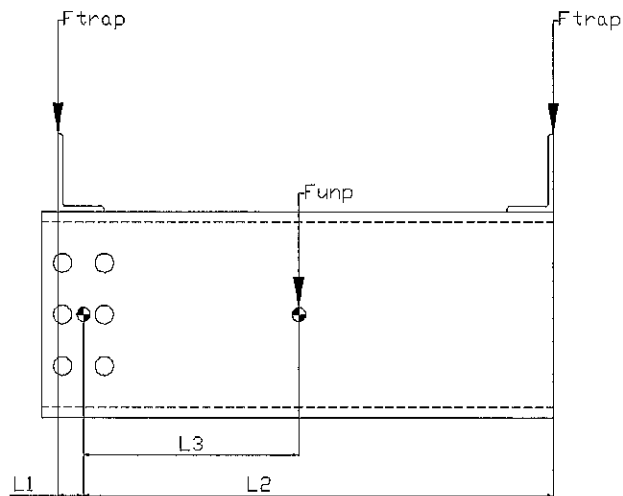
Zodra F_{max} bekend is kan de optredende spanning in de schetsplaat, bout en UNP profiel worden berekend. In de schetsplaat en UNP profiel treden stuw spanningen op en in de boutverbinding treedt een afschuifspanning. De spanningen worden berekend met:

$$\sigma_{stuw} \text{ of } \tau_{afschuif} = \frac{F}{A} \text{ MPa}$$

In figuur G-10 wordt de belangrijke maten getoond en in figuur G-11 worden de belastingen getoond die voor de berekening nodig zijn.



Figuur G-10: Bepaling schetsplaat



Figuur G-11: Belastingen schetsplaat

$$M_z = F_{trap1} \cdot L_1 - F_{trap2} \cdot L_2 + F_{trap} \cdot L_3$$

In tabel G-10 worden de resultaten getoond van de belastingen die berekend zijn met de formules.

Trapbreedte	UNP	Schetsplaat [mm]	Mb [Nmm]	Fmax [N]	Bout afschuif [MPa]	Stuik unp [MPa]	Stuik schets [MPa]
1200	240	12	6.228.425	18.271	117	120	95
1000	200	12	4.694.608	16.816	107	124	88
800	180	12	3.411.724	12.221	78	90	64
600	180	12	2.277.764	8.159	52	60	42

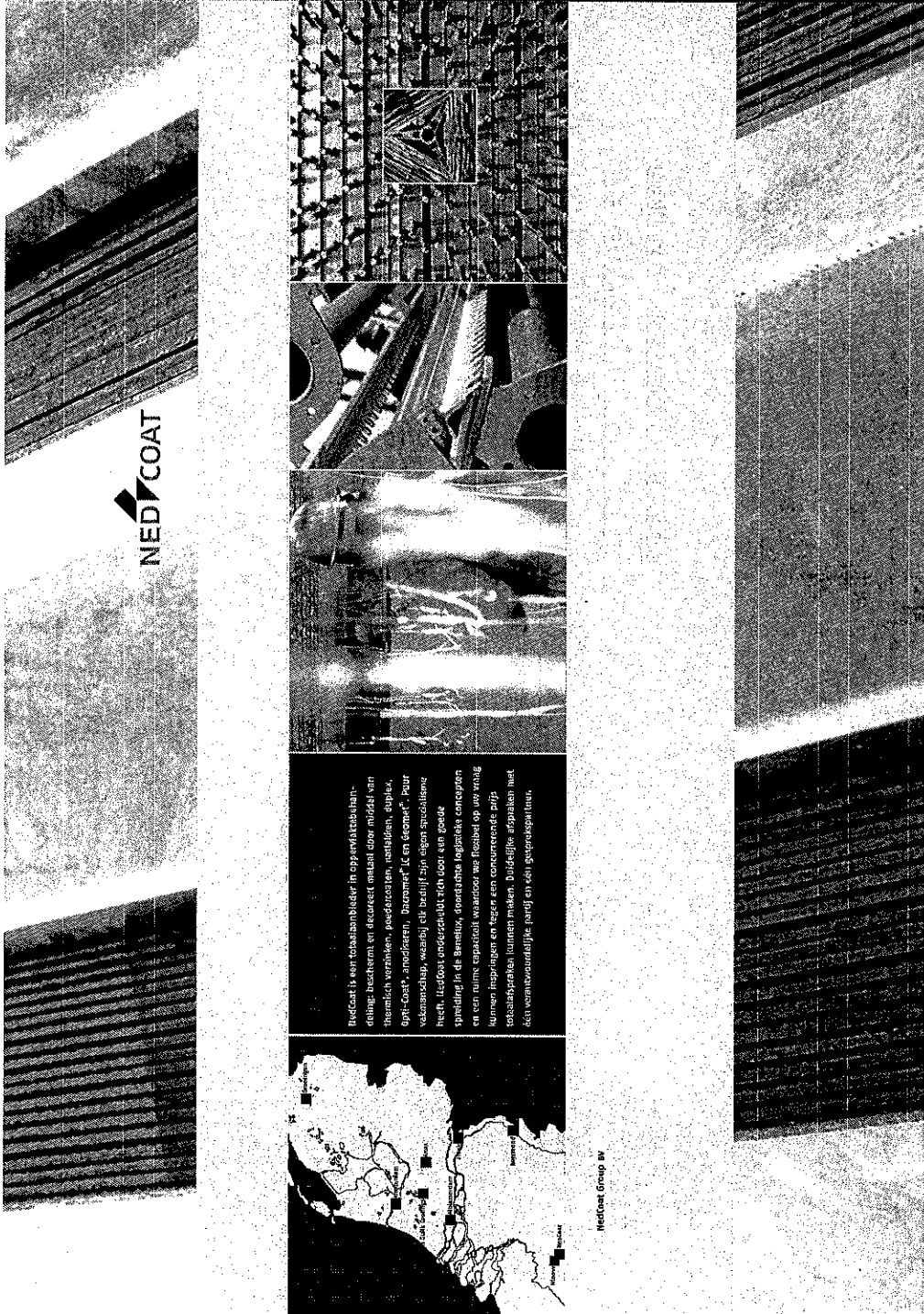
Tabel G-10: Resultaten berekeningen



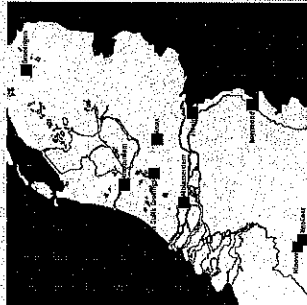
H. Doordacht construeren – Tips voor thermisch verzinken



[BLANCO]

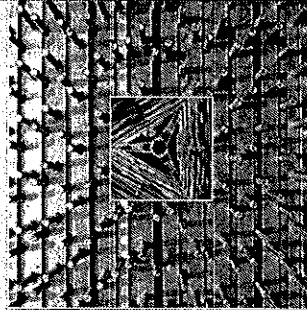
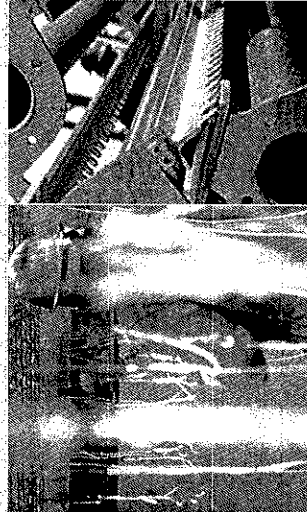


NEDCOAT



NedCoat Group BV

NedCoat is een toonaangever in opwerftechnieken: buchten en decoratieve muren door middel van thermisch verminderen, ponsen, vullen, doppen, opti-Coat, anodiseren, buizen, etc. en decoratie. Het vakmanschap, waarbij de bedrijf zijn eigen specialisme heeft. NedCoat overziet zich door een goede spreiding in de sector, door de logische concepten en een ruime capaciteit waardoor we flexibel op uw vraag kunnen inspelen en tegelijk een concurrerende prijs aanbieden. Het is niet alleen de kwaliteit van de producten, maar ook de service die u krijgt en de garantie van de producten.



Inhoud

Het proces van thermisch verminderen	3
De noodzaak van een en weer interne versterken	4
Materialen: bepaalt thermisch verminderen	5
Zagen, knippen, pannen, knippen en slijden van staal	8
Juste opstellingen op de juiste plaats	9
Samenstellen en basen van enderebelen	12
Buiten en binnen	15
Aanleveren van het materiaal	16
NedCoat en proces	18
NedCoat in de markt	21
Adressen	22

Inhoud

Het proces van thermisch verzinken	3
De noodzaak van oer- en weer informatie vastzetten	4
Materialkeuze bepaalt uiteindelijk zinklaag	5
Zagen, lijnpielen, ponsen, boren en snijden van staal	8
Juiste openingen op de juiste plaats	9
Samenstellen en fassen van onderdelen	12
Borsten en maaien	15
Aanspreken van het materiaal	16
NedCoat its proces	18
NedCoat in de markt	21
Adressen	22

Voorwoord

Met 'Doordacht Construeren' wil NedCoat de kwaliteit van de thermisch verzinkte producten verder verhogen. Wanneer u als constructiebureau of -bedrijf een staalconstructie ontwerpt of maakt die ook thermisch verzinkt moet worden, dan gebeurt dat volgens de norm EN-ISO 1461. Die norm verstaat onder verzinken: 'de vorming van een laag van zink en/of zinklegingen op ijzeren en staal voorwerpen door deze, na een voorbehandeling, in gesmolten zink te dompelen'.

Eén van de aandachtspunten van deze norm is de oproep tot een goede samenwerking tussen u, als opdrachtgever, en de medewerkers van NedCoat. Vanuit dit oogpunt is deze brochure 'Doordacht Construeren' ontstaan.

Heeft u na het lezen van deze informatie nog vragen, neemt u dan contact op met uw contactpersoon bij NedCoat. Vraag ook gelijk naar de werdposter 'Doordacht Construeren'.

Het proces van thermisch verzinken

Thermisch verzinken is een dampproces, waarbij het metaal zink, zowel inwerking als uitwerking, in zijn baden van de temperatuur van het verzinkingsbad. Het zinkbad is vloeibaar bij een temperatuur van circa 450 °C.

- Als ontwerper of constructeur moet u rekening houden met onder andere:
 - de staalmeninging en het staaloppervlak;
 - de lasverbindingen;
 - mogelijke vervorming van voorwerpen en aanbevestigde constructies door spanningen;
 - de doorstroming van het vloeibare zink bij holle profielen.

Een degelijke voorbereiding is de beste basis voor efficiënt thermisch verzinken. Alleen een juiste uitvoering van het productieproces biedt een maximale bescherming tegen corrosie. Het is daarom belangrijk u klaar te maken voor de mogelijke problemen en de technische gegevens te controleren.

NedCoat's proces van thermisch verzinken



Op bladzijde 15-16 van de brochure 'Doordacht Construeren' wordt het proces van thermisch verzinken verder uitgewerkt. Het is belangrijk dat u de brochure leest en de informatie erin gebruikt voor uw ontwerp. Het is belangrijk dat u de brochure leest en de informatie erin gebruikt voor uw ontwerp. Het is belangrijk dat u de brochure leest en de informatie erin gebruikt voor uw ontwerp.

De noodzaak van over en weer informatie verstrekken

De verzinkerijen van NedCoat werken volgens norm EN-ISO 1461: 1999. In bijlage A van deze norm staat dat verzinkertij en opdrachtgever elkaar de nodige informatie moeten verstrekken over de te verzinken voorwerpen. NedCoat beschouwt het elkaar informeren en op de hoogte houden een kwestie van goed zakelijk verkeer. De norm geeft duidelijk aan wanneer dat belangrijk is⁽¹⁾.

WAT U VAN NEDCOAT MOET WIJEN

NedCoat moet op uw verzoek alle relevante informatie verschaffen over de behandeling van de te verzinken producten. In het geval dat er op verzinkt werk enkele onverzinkte plekken aanwezig zijn, mag NedCoat die, na overleg met u, bijwerken volgens de norm.

WAT NEDCOAT VAN U MOET WIJEN

- U, als opdrachtgever, moet NedCoat essentiële informatie verstrekken met betrekking tot speciale eisen, aandachtspunten en specifieke doeleinden, zoals bijvoorbeeld:
 - de samenstelling en eigenschappen van het basis-materiaal die van invloed zijn op het thermisch verzinken;
 - identificatie van relevante oppervlakken, aangegeven op een tekening of gemarkeerd op een monster;
 - het aangeven op een tekening of monster waar - ten behoeve van het gebruiksdoel - geen zinkverdikkingen aanwezig mogen zijn.
 - aanvullende eisen bij de voorbehandeling van de te verzinken voorwerpen, naast de gebruikelijke chemische voorbehandeling;
 - een speciale dikte van de zinklaag, voorzover dat technisch tot de mogelijkheden behoort;
 - het maken van inspectieafspraken;
 - (eventuele) nabehandelingen aan de zinklaag, als een verf- of poedercoatsysteem moet worden aangebracht⁽²⁾.



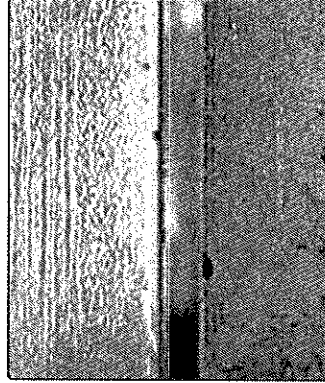
TIP

Het is handig van te voren met uw contactpersoon bij NedCoat te overleggen wat tot de mogelijkheden behoort.

Materiaalkeuze bepaalt uiterlijk zinklaag

STAALSAMENSTELLING

De keuze van het staal bepaalt in hoge mate het uiterlijk van de zinklaag. Overigens, de meeste staalsoorten zijn thermisch te verzinken⁽¹⁾. In de praktijk blijkt dat, hoewel alle partijen conform afspraak hebben gehandeld, de visuele verwachtingen van onze opdrachtgevers niet altijd kunnen worden waargemaakt. Verzinkerijen krijgen vaak vragen over de aanwezigheid van donkere plekken in het verzinkte werk. Staal is in principe niet-homogeen van samenstelling. Er zijn grote verschillen tussen bijvoorbeeld warm- en koudgewalste materialen, die wel of juist niet met silicium zijn gekalmeerd. De reactie tussen zink en staal kan heftig verlopen door de verschillende componenten in het moedermateriaal. Dit heeft tot gevolg dat na het verzinken het uiterlijk van de zinklaag op sommige plaatsen zitvergijs is, terwijl op andere plaatsen de zinklaag doorgeeft. Hierdoor is een zink-ijzer-



Een dof grijs uiterlijk of een grillige structuur ten gevolge van materiaal-samenstelling

Maatregelen voor het voorkomen van ditte doorgeleerde zinklagen

- bij het bestellen van staal vermelden dat de materialen moeten worden verzinkt;
- de voorkeur van een siliciumgehalte van kleiner dan 0,03% of tussen de 0,12% en 0,23%;
- fosforpercentage bij voorkeur niet groter dan 0,045%;
- bij een siliciumgehalte kleiner dan 0,03% moet de verhouding silicium en fosfor Si + P 2,5 x P kleiner dan 0,09% zijn;
- koolstofgehalte kleiner dan 0,3%.

legering met een totaal andere kristalstructuur te zien. Met een hoge laagdikte van zink kan een dof grijs uiterlijk en/of grillige structuur ontstaan. Een nadeel van dergelijke zinklagen is dat ze soms extra broos zijn met aan het oppervlak een open structuur. Voor de corrosiewering is dat niet van direct belang, maar bij verdere bewerkingen soms wel.

(1) Zie EN-ISO 1461, 6.3.

(2) Bijvoorbeeld het coating gereed maken volgens NEN 5234.

(3) Zwavelhoudend automatenstaal is ongeschikt om thermisch te verzinken, evenals verouderingsgevoelig materiaal. Ook bepaalde soorten gietijzer kunnen problemen geven door uitscheidingen in het oppervlak. Bij het gebruik van dergelijke materialen is het raadzaam vooraf NedCoat te informeren en eventueel eerst een proefverzinking door ons te laten uitvoeren.

(4) Andere dan in de tabel genoemde elementen, zoals aluminium, zwavel, mangaan en dergelijke, kunnen in bepaalde combinaties invloed hebben op de structuur van de zinklaag.

Om bij dikke, doorgeleegde zinklagen beschadigingen te voorkomen, verdient het de aanbeveling extra voorzichtig te zijn bij het aanstralen van deze zinklagen, maar ook tijdens het transport en de montage. Een doorgeleegde zinklaag kan soms aanleiding geven tot blaasjes en kratertjes in de organische deklaag.

NedCoat moet vooraf op de hoogte zijn van het toepassen van een meelaagstelsel waarbij na het thermisch verzinken ook een verf- of poedercoatsysteem wordt aangebracht. De verzinkertij kan in dat geval het applicatiebedrijf wijzen op de aanwezigheid van een doorgeleegde zinklaag⁶⁾.

STAALOPPERVLAK

Het staaloppervlak bepaalt in hoge mate het uiterlijk van de zinklaag. Een aantal verontreinigingen en gebreken, en de gevolgen daarvan, worden hieronder genoemd.

VERONTREINIGINGEN OP HET STAAL

Verf, vernis, overmatig aangebrachte lasspray, siliconen lasspray, bepaalde merkstiften of dikke olie- en vetlagen kunnen tijdens het normale verzinkproces niet worden verwijderd.

TIP

Verwijder verontreinigingen vóór het verzinkproces.

ROESTVORMING

Roest, mits niet te diep ingeroest, geeft geen probleem. Sterk door roest ingevreten staal moet vooraf worden gestraald. Diep ingeroest materiaal wordt ook na stralen niet glad, maar blijft ruw.

OPPERVLAKTERUWHEID

Onreinheden in het staaloppervlak geven een onregelmatige zinklaag te zien.

WALSFOUTEN

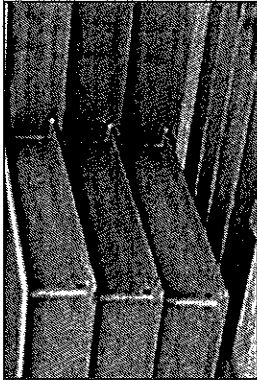
Het staal moet vrij zijn van overvalsingen en dubbelingen. Als deze niet worden weggehaald, zorgen deze na het verzinken voor scherpe uisteekefels.



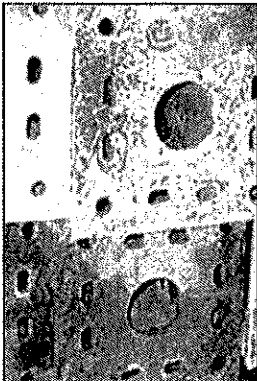
Oppervlakteruwheid geeft een onregelmatige zinklaag



Let op walsfouten



Roest geen probleem



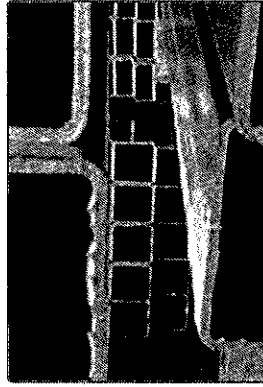
Renovatie is ook mogelijk

⁶⁾ In bijlage C van de norm EN-ISO 1461 wordt een en ander vermeld over de invloed van reactieve elementen in het te verzinken staal.

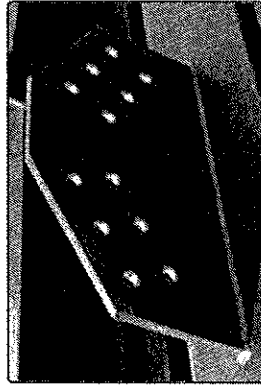
Zagen, knippen, ponsen, boren en snijden van staal

Het constructiebedrijf moet tijdens de bewerking rekening houden met het feit dat het eindproduct thermisch verzinkt wordt en eventueel ook nog een coating krijgt.

Bij bewerkingen als zagen, knippen, ponsen en boren moeten achteraf de bramen worden verwijderd en scherpe kanten worden afgerond. Bij autogeen-, plasma- of lasersnijden is het belangrijk om - naast het afronden van de randen - de snijkant in zijn geheel na te slijpen of te stralen met als doel de oxidehuid op de snijkant te verwijderen. Dit voorkomt dat tijdens het verzinken een dunne, soms minder goed hechtende, zinklaag ontstaat ten opzichte van de overige vlakken.



Na het zagen bramen verwijderen



De snijkant in z'n geheel naslijpen

c) Bij het knippen en ponsen van dikkere materialen kan een braam ontstaan in het midden van de snijkant.

Juiste openingen op de juiste plaats

Om tijdens het verzinkproces de opwaartse kracht tijdens het dompelen te verkleinen, is het noodzakelijk openingen in onderdelen en constructies aan te brengen. Eveneens is hierdoor het visuele uiterlijk van de zinklaag beter beheersbaar en is het een waarborg voor een optimale veiligheid. De plaats van de openingen hangt onder meer af van de toegepaste profielen en de vorm van de onderdelen of de constructie. Vooral bij het gebruik van buis- en/of kokerprofielen is de grootte van de openingen essentieel voor een goede processgang.

TIP

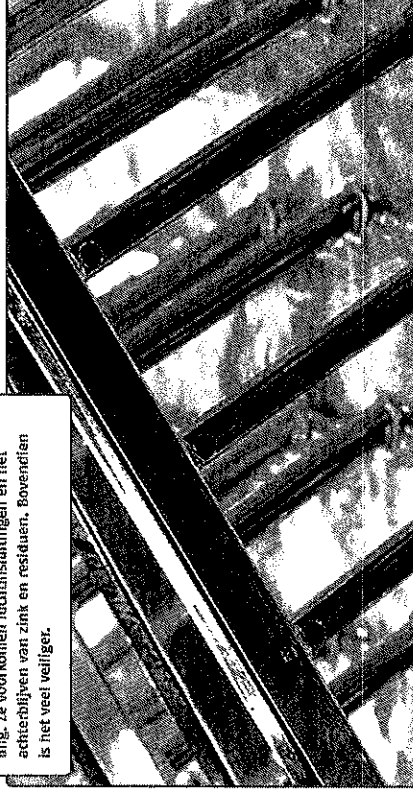
Het aanbrengen van in- en uitstroombopeningen in een te verzinken constructie is praktisch altijd noodzakelijk voor een volledige onderdompeling. Ze voorkomen luchtinsluitingen en het achterblijven van zink en residuen. Bovendien is het veel veiliger.

IN- EN UITSTROOMOPENINGEN

Deze openingen zijn van belang zodat aan het begin en het eind van het dompelproces de voorbehandelingsvloeistoffen, de lucht en het vloeibare zink in en uit het voorwerp of de constructie kunnen stromen. De openingen worden aangebracht op de uiteinden van het onderdeel.

DOORSTROOMOPENINGEN

Deze openingen zijn vereist voor het doorstromen van de vloeistoffen en het vloeibare zink tijdens het dompelproces. De doorstroombopeningen moeten altijd een diameter hebben van minimaal driekwart van de profielmaat. Het inwendig boren, bijvoorbeeld bij holle profielen, bevordert het visuele uiterlijk en voorkomt explosiegevaar.



OPHANGVOORZIENINGEN

Ophangvoorzieningen voor constructieonderdelen zijn bij het thermisch verzinkproces in de meeste gevallen een noodzaak. Soms gaat het constructiebedrijf ervan uit dat de reeds aangebrachte montagegaten in de constructie hiervoor kunnen worden gebruikt. Dat is niet altijd het geval. Bij lange onderdelen dienen de ophangvoorzieningen door middel van gaten of hoozen op voldoende afstand van de uiteinden te worden aangebracht.

TIP

Denk ook bij kleinere onderdelen goed na over de ophangvoorziening.

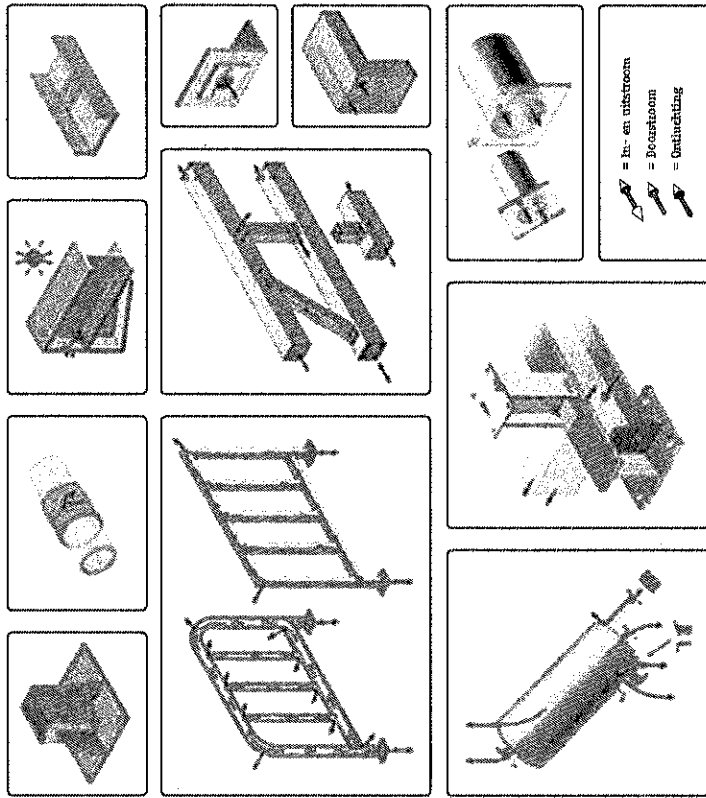
Dit is bijvoorbeeld bij 8 m lengte circa 1,5 m van de uiteinden; bij een lengte van 15 m is dat circa 2,5 m. Zo kan mogelijk kromtrekken door doorbuiging worden voorkomen. De grootte en de positie van de ophangvoorziening moeten zodanig zijn gekozen dat er geen oneffenheden en/of verdikkingen in of op de zinklaag, zoals draadafdrukken, kunnen ontstaan.

ONTLUCHTINGSOPENINGEN

Deze openingen zijn onontbeerlijk bij overlappende vlakken (groter dan 70 cm²). Eventueel ingesloten lucht kan hierdoor ontsnappen en het voorkomt vervorming en mogelijk explosiegevaar door achtergebleven voorbehandelingsvloeistoffen.

Minimale grootte van openingen die kan worden toegepast.							
Profielen Afmetingen in [mm]					Gatdiameters* Kleinste diameter in [mm] bij een aantal openingen van:		
					1	2	4
Kieker dan:	15	15		20 x 10	8		
	20	20		30 x 15	8		
	30	30		40 x 20	12	10	
	40	40		50 x 30	14	12	
	50	50		60 x 40	16	12	10
	60	60		80 x 40	20	12	10
	80	80		100 x 60	20	16	12
	100	100		120 x 80	25	20	12
	120	120		160 x 80	30	25	20
	160	160		200 x 120	40	25	20
	200	200		260 x 140	50	30	25

* Inwendige boringen moeten altijd een diameter hebben van 3/4 van de profielmaat.



Vraag naar de overzichtelijke wandposter met bovenstaande modellen en praktische informatie.

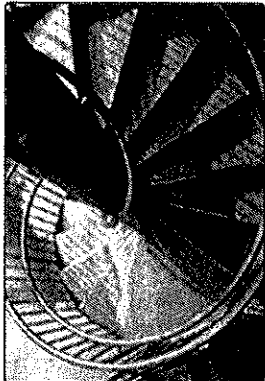
Samenstellen en lassen van onderdelen

SAMENSTELLEN VAN ONDERDELEN

Bij het samenstellen van onderdelen en constructies die ook verzinkt gaan worden, moet rekening worden gehouden met de volgende punten:

- het maximale gewicht;
- de maximale afmetingen lengte x breedte x diepte (=hoogte) ^(*);
- de mogelijkheid van dubbelclip of een kantel-dompeling;
- een eenvoudige en/of efficiënte vormgeving.

TIP
Let bij het plaatsen van de hijsvoorziening op een evenwichtige verdeling van het gewicht.



Lengte x breedte x diepte

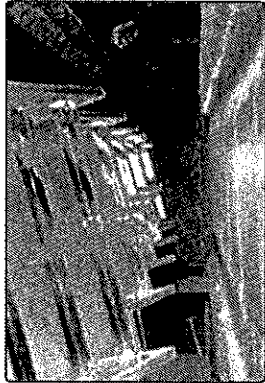
(*) Lengte: tot 25 meter
Breedte: tot 2,4 meter
Diepte: tot 3 meter
Gewicht: tot 18 ton
De lengte tot 25 meter is te realiseren in dubbelclip en is afhankelijk van de breedte- en de dieptemaat.

Om te voorkomen dat onderdelen en constructies tijdens het dompelen in het vloeibare zink van circa 450°C vervormen, is het noodzakelijk te denken aan:

- zoveel mogelijk symmetrisch ontwerpen;
- het zoveel mogelijk toepassen van gelijke materiaaldikten;
- de grootte van wals-, vervormings- en richt-spanningen (hoe minder spanning hoe beter);
- een voldoende grootte van de in- en uitstroom-openingen en de doorstroom- en ontluuchtings-openingen;
- een juiste samenstellings- en lasvolgorde;
- de stijfheid van de constructie;
- het aanbrengen van verstijvingsstrippen bij grote open constructies en dunne platen.

Om de openingen op de juiste plaats aan te brengen is het raadzaam rekening te houden met:

- de plaatsen van de openingen tijdens of na het samenstellen;
- de plaats van de hijsvoorziening.



juiste lasvolgorde: vanuit het midden naar buiten

Om te vermijden dat uitzettende (verhitte) lucht de oorzaak is van vervorming, scheuren of een explosie bij elkaar overlappende oppervlakken, moet rekening worden gehouden met:

- het feit dat er geen kleine ruimte tussen deze oppervlakken aanwezig mag zijn bij het rondom aflassen;
- de noodzaak van ontluchting bij het rondom aflassen van deze oppervlakken. Bijvoorbeeld door het aanbrengen van ontluuchtingsgaten in één van beide materiaaldelen of door de las op enkele plaatsen een à twee centimeter te onderbreken;
- het rondom aanbrengen van kettingslassen, als deze worden toegepast.

TIP
Leg bij dubbele kettingslassen, bijvoorbeeld aan weerszijden van een profiel, strip of plaat, de lassen altijd parallel tegenover elkaar.



De gevolgen van ongelijke materiaaldikte

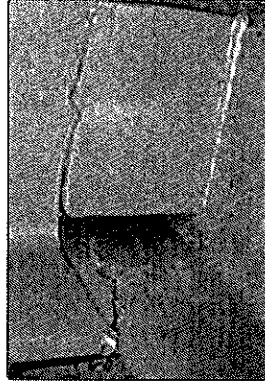
LASSEN VAN ONDERDELEN
Bij het lassen van onderdelen en constructies kunnen onderstaande punten onverzinkte plekken op en rondom de las voorkomen:

- het gebruik van een siliconenvrije lasspray;
- schone lassen (geen laslakken en lasspetters);
- goed gesloten lassen (zonder porieën);
- het voorkomen van ingebrande naden.

TIP
Houd bij de lasvolgorde aan: vanuit het midden naar buiten.

Het kromtrekken van verzinkt materiaal door de lasspanningen van het samenstellen en verbinden is te vermijden door:

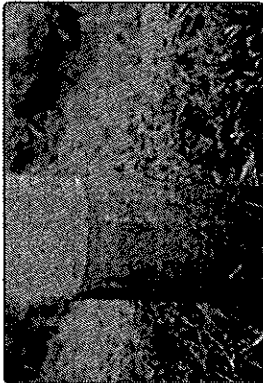
- het uitwerken van een lasplan en lasvolgorde;
- het beperken van laswek tot een minimum;
- het leggen van volledige lasnaden, bij voorkeur in de zwaarte-as van het profiel;
- het toepassen van kettingslassen waar mogelijk;
- het aanbrengen van verstijvingslasnaden op het laatst.



(*) Het mechanisch voorbehandelen (scralen, schuren, slijpen en borstelen) van op elkaar te lassen delen of vlakken kan roestwaterpletten en/of strepen op het verzinkte oppervlak zoveel mogelijk voorkomen.

Bouten en moeren

- LASSEN AAN THERMISCH VERZINKT STAAL**
Bij het lassen aan thermisch verzinkt staal is het verstandig rekening te houden met onderstaande tips:
- las bij voorkeur nooit verzinkt staal aan roestvast staal;
 - maak gebruik van een traag stollende elektrode of draad;
 - slijp de zinklaag op de te lassen plaats gedeeltelijk weg bij een materiaaldikte van ~ 8 mm;
 - zorg de zinkoxidedampen af tijdens het lassen;
 - herstel de zinklaag van de lassirook volgens EN-ISO 1461.



Opgewerkte lasnaad na het verzinken

Om te voorkomen dat de lasnaden opwerken tijdens het verzinkproces is het noodzakelijk een lasdraad of laselektrode te gebruiken waarvan het siliciumgehalte niet meer bedraagt dan 0,6%. Het is goed, voor zover mogelijk, de lassen glad te slijpen.

SCHROEFDRAAD IN GATEN
Bij schroefdraad in doorlopende gaten en tapgaten is nasnijden na het verzinken belangrijk om de bouten goed passend te krijgen. Mag de schroefdraad niet worden verzinkt, dan moet een bout worden ingedraaid nadat de draad eerst is ingesmeerd met hittebestendig vet of ontwikkeld met teflontape. Het ontbreken van de zinklaag in een draadgat heeft geen nadelig effect op de mate van corrosievering, omdat de zinklaag op de bout de nagesneden of onverzinkte draad beschermt.

TIP
Het is ook mogelijk blinde gaten na het verzinken te boren en te tappen.

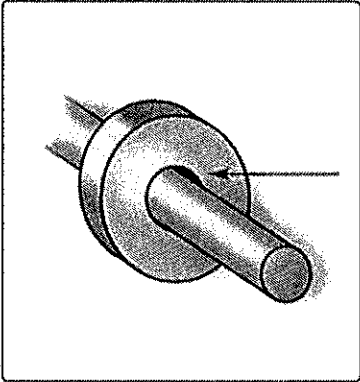
DRAAD- EN TREKSTANGEN
Losse draad- en trekstangen kunnen tot een bepaalde lengte centrifugaal thermisch worden verzinkt. Bij lange afmetingen kan de draad worden uit- of nageborsteld. In een enkel geval kan worden afgeblazen. Aangelaste draadstangen (aansluitingen) na het verzinken uit- of naborstelen; eventueel nasnijden. Voor de controle kunnen pasmoeren worden gebruikt.

BOUTEN EN MOEREN ¹⁾
In de Nederlandse norm NEN 2693 'Oppervlaktebehandeling van bevestigingsartikelen met schroefdraad, thermisch verzinken' staan regels voor het aanbrengen van een beschermende laag door middel van thermisch verzinken.

- Bouten met een ondermaat gesneden of normaal gesneden schroefdraad worden centrifugaal thermisch verzinkt. Pasmoeren voor controle moeten aan de verzinkertj worden meegeleverd.
- Bij aanlevering van bevestigingsmaterialen moet de verzinkertj worden geïnformeerd over de (staal) kwaliteits van het materiaal: sterkteklasse 4-6, 8-8, 10-9. Met deze gegevens is de keus voor de voorbehandeling te bepalen: mechanisch en/of chemisch.

BEWEGENDE DELEN

Extra ruimte, vaak vier keer de zinklaagdikte, moet worden aangehouden voor scharnierende en bewegende delen.



Extra ruimte bij scharnierende en bewegende delen

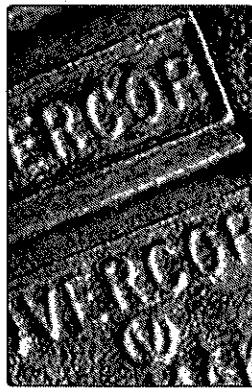
¹⁾ Bouten kleiner dan 8 mm kunnen niet thermisch verzinkt worden. Hiervoor adviseren wij één van onze andere oppervlaktebehandelingen: Dacromet® LC of Geomet®.

Aanleveren van het materiaal

HET MERKEN VAN HET MATERIAAL

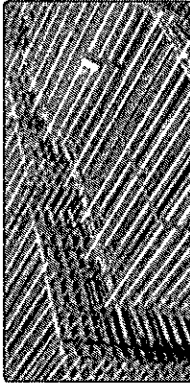
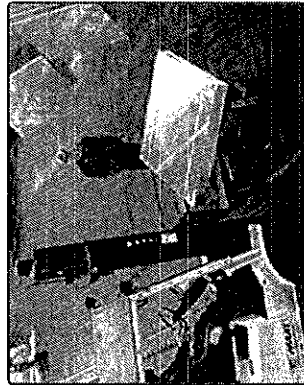
- De merktekens moeten op goed bereikbare en zichtbare plaatsen zijn aangebracht.
- Het merken van onderdelen kan door:
- het inslaan van diepe slagletters;
 - het aanbrengen van blank stalen labels met geponste of opgelaste codes;
 - het oplossen van codes op het materiaal zelf.
- Schoorbordenkrijt of door de verzinkertijl geselecteerde stiften om te merken geven geen problemen tijdens het verzinkproces.

TIPS
Labels mogen op het materiaal zijn gelast of met zwart ijzerdraad zijn bevestigd. In het laatste geval zo dat ze tijdens het verzinken niet blijven kleven aan het onderdeel of de constructie.
Breng merktekens nooit aan met verf of vetkrijt.



LOGISTIEK VEREIST OVERLEG

- Hieronder staan aanwijzingen en tips voor een vlotte verwerking van de te verzinken onderdelen.
- Graag gesorteerd aanleveren van onderdelen, met een duidelijke opgave van aantallen op de opdracht of pakijst. Ook de bijgeleverde emballage opgeven.
 - Zorg ervoor dat het materiaal bij voorkeur met een vorkheftruck en een kraan is te verplaatsen.
 - Graag vooraf overleg met de verzinkertijl als bij het aanleveren van één partij materiaal zit voor diverse opdrachten.
 - Moet het te verzinken materiaal worden gecoat, dan aanleveren gesorteerd op kleur.
 - Moet een inspectieafname worden verricht, wilt u dit dan vermelden bij de opdracht.
 - Spreek met NedCoat een levertijd af en leg vast wie het transport verzorgt: uzelf of NedCoat.
 - Is speciale verpakking gewenst om beschadigingen van het behandelde materiaal te voorkomen, neemt u dan vroegtijdig contact op met de transporteur of met NedCoat.



Tijdelijke opslag en levering op afroep

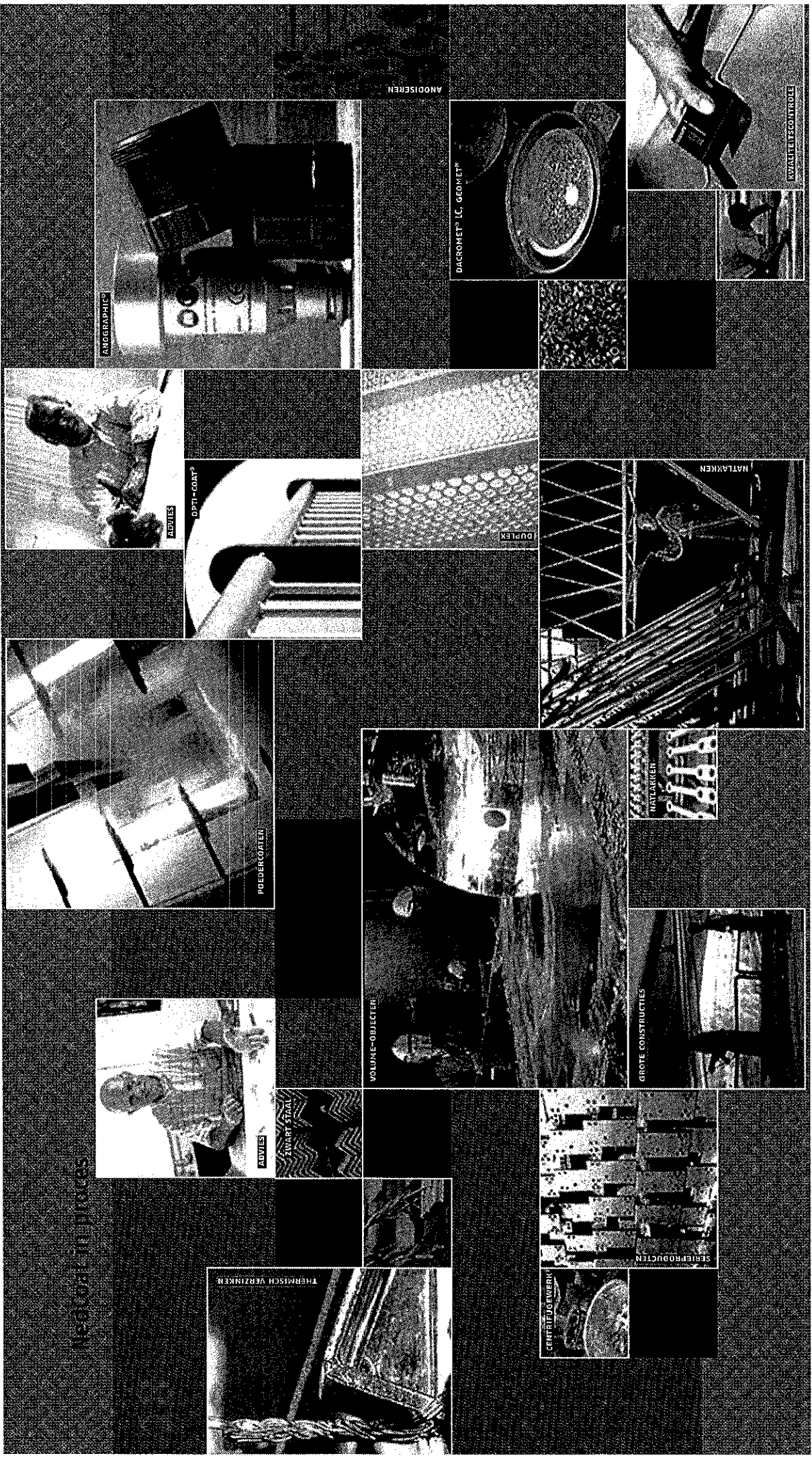
OPSLAG VAN HET MATERIAAL

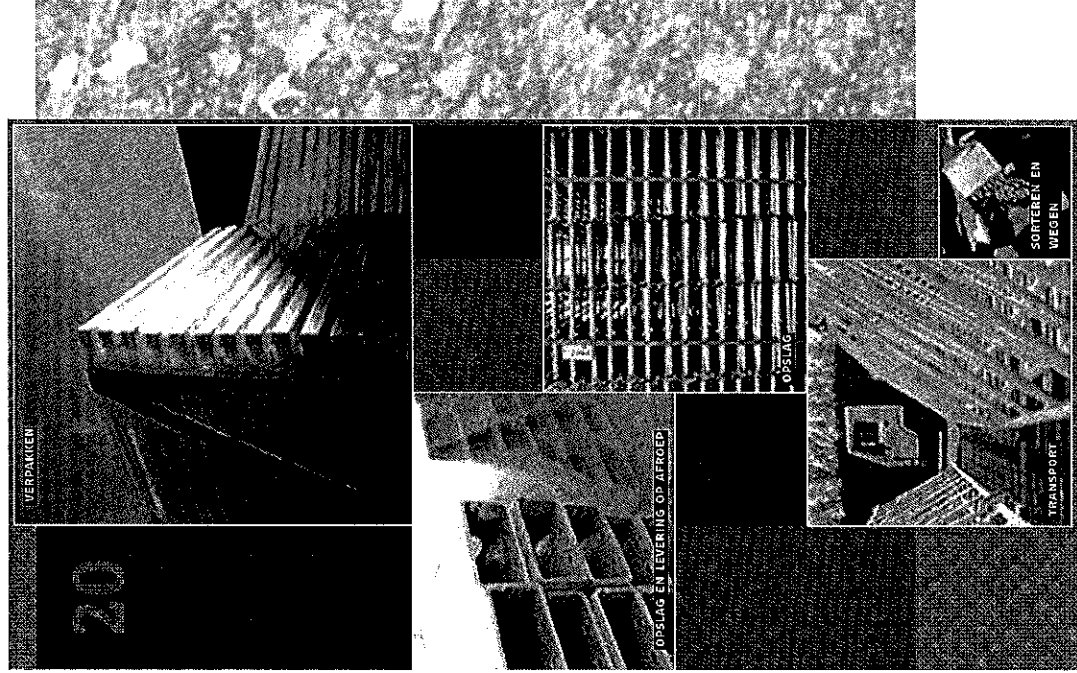
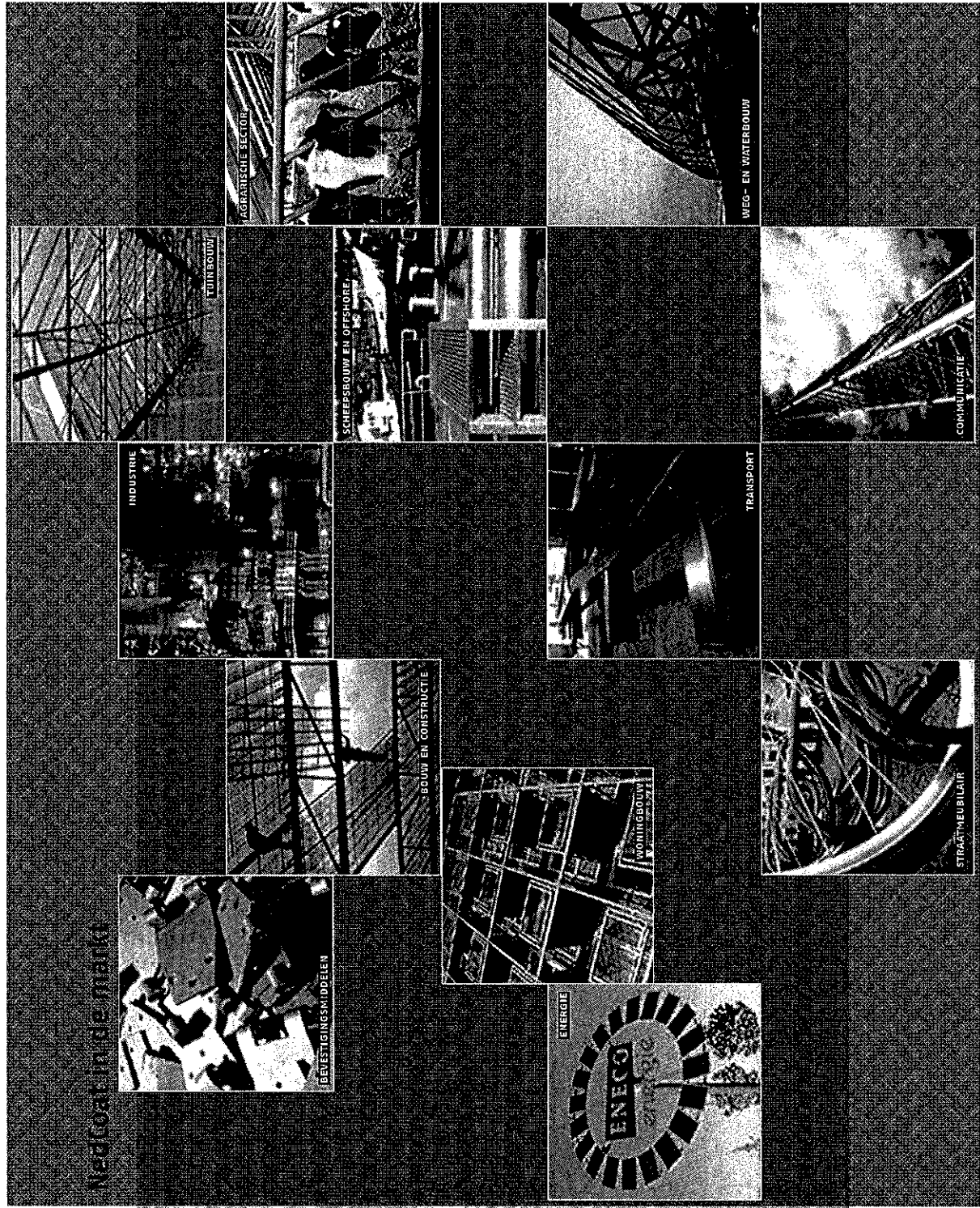
- Verzinkt staal nooit op de grond leggen, maar altijd op (zuurvrije) houten balken of stalen (verzinkte) balken. Op die manier is er optimale luchtcirculatie, waardoor witte roest (zinkhydroxide) wordt voorkomen.
- Voor het bundelen altijd verzinkt band, draad of kunststofband gebruiken.
- Stapel geen verzinkte platte delen en/of platte vlakken van onderdelen en platen in de buitenlucht dicht op elkaar zonder overtuigd te zijn van voldoende luchtcirculatie. Dat voorkomt witte roest.
- Leg UNP-balken en hoekstaal bij buitenopslag met de rug naar boven om te voorkomen dat er water in en tussen de profielen blijft staan.
- Bij buitenopslag: leg bundels en stapels iets op afschot, zodat het regenwater kan aflopen.
- Zet verzinkt werk nooit vlak naast onverzinkte onderdelen. En sla geen verzinkte onderdelen op in roestende stalen kratten en vaten. In beide gevallen kunnen bruine vlekken ontstaan door roestwater.

TIP

De transporteur moet beschikken over voldoende hulpmateriaal voor een goede belading.

Regionale TFP-proces

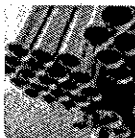




Adressen



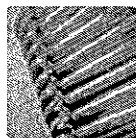
NedCoat Alblasserdam bv
Postbus 7, 2950 AA Alblasserdam
Edisonweg 5, 2952 AD Alblasserdam
telefoon +31 (0)78 699 22 82
fax +31 (0)78 691 51 95



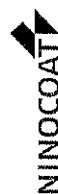
NedCoat Amsterdam bv
Postbus 37045, 1030 AA Amsterdam
Distelweg 107-111, 1031 HD Amsterdam
telefoon +31 (0)20 636 81 11
fax +31 (0)20 632 05 41



NedCoat Groningen bv
Postbus 5035, 9700 GA Groningen
Bornholmstraat 58, 9723 AZ Groningen
telefoon +31 (0)50 317 66 30
fax +31 (0)50 318 83 26



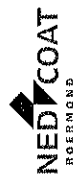
NedCoat Mook bv
Postbus 4, 6585 ZG Mook
Bovensteweg 56, 6585 KD Mook
telefoon +31 (0)24 696 20 41
fax +31 (0)24 696 12 09



NinoCoat nv
Parnelstraat-Oost 500, B-9400 Ninove
telefoon +32 (0)54 31 52 97
fax +32(0)54 32 61 76



NedCoat Ninove nv
Parnelstraat-Oost 500, B-9400 Ninove
telefoon +32 (0)54 32 56 56
fax +32 (0)54 32 61 76



NedCoat Roermond bv
Postbus 7205, 6040 KE Roermond
Randweg 13, 6045 JK Roermond
telefoon +31 (0)475 34 55 55
fax +31 (0)475 34 55 50



Anox bv
Postbus 9, 3925 ZG Scherpenzeel
Industrielaan 17, 3925 BD Scherpenzeel
telefoon +31 (0)33 277 16 69
fax +31 (0)33 277 23 23



Van Gulik Coatings bv
Strijkvliet 53, 3454 PK De Meern
telefoon +31 (0)30 666 43 95
fax +31 (0)30 666 54 65





I. Samenvatting verticale opslagtank berekening

		Sloot Tankbouw B.V.		page: 12	
Edisonstraat 7		Tel.		+31 (0)10 - 248 35 00	
3133 KG Vlaardingen		Fax.		+31 (0)10 - 248 35 01	

7. Summary

Kostprijs calculatie spiraaltrap

DESIGN	Pressure	+ 28,0 / - 6,0 [mbarg]			
	Temperature	0 / +95 [°C]			
GEOMETRY	Diameter	20.000 mm			
	Height	10.000 mm			
	Capacity	3.138 [m³]			
	Total weight	65,9 [ton]			
BOTTOM	Plates	6 [mm]	S235 JRG2		
	Annular ring	6 [mm]	S235 JRG2		
SHELL	Course 1 (bottom)	7 [mm]	S235 JRG2	2 [m]	
	Course 2	6 [mm]	S235 JRG2	2 [m]	
	Course 3	6 [mm]	S235 JRG2	2 [m]	
	Course 4	6 [mm]	S235 JRG2	2 [m]	
	Course 5 (top course)	6 [mm]	S235 JRG2	2 [m]	
ROOF	Type of roof	Fixed roof tank 11,3 degrees			
	Plate	5 [mm]	S235 JRG2		
	Annular ring	5 [mm]	S235 JRG2		
SUPPORT BEAMS	Required?	Yes			
	Size	IPE 180			
	Number	33			
CROWN RING	Size	UNP 240			
	Diameter	2500 [mm]			
TOP CORNER RING	Required?	Yes			
	Size	Equal_angle 110 x 110 x 14			
SECONDARY WIND GIRDER	Required?	Yes			
	Number	1 wind girder needed			
	Size	Unequal_angle 100 x 65 x 8			
	Location 1	4680 mm from top			
ANCHOR BOLTS	Required?	Yes			
	Size	M30 (8.8)			
	Number	27			
NOZZLES	Manhole				
	Size				
	Reinforcing ring				

Document number: 60110134-0900-0

Name	Date	Format	Project	Rev.
Author Remy de Bruin	03-12-2011	A4	60110134	-
Checked by				
Approved by				



[BLANCO]



J. Kosten specificatie

Zie ommezijde voor de kosten specificatie.

J.1 Specificatie concept 1**Trapdeel**

Onderdeel	Aantal	kg / stuk	Inkoop	Materiaal	verzinken	manuren	€ totaal
Trapboom 250x8	2	123,00 kg	€ 200,-	€ 79,95	€ 79,95	4,93	€ 1.213,13
Knieregel 100x5	1	30,62 kg	€ 200,-	€ 19,90	€ 19,90		€ 239,80
Handregel 42,4x3,25	1	24,49 kg	€ 200,-	€ 15,92	€ 15,92		€ 231,84
Staander 1300x50x12	6	6,12 kg	€ 11,70	€ -	€ 3,98		€ 94,08
blok 100x60x10	6	0,47 kg	€ 2,00	€ 0,31	€ 0,31		€ 15,67
Trede 800x270 R3-30	24		€ 16,00	€ -	€ -		€ 384,00
Rooster 1000x800 R3-30	1		€ 110,00	€ -	€ -		€ 110,00
hoeklijn 120x80x10	4	0,90 kg	€ -	€ 0,59	€ 0,59	0,80	€ 164,68
Montage	1		€ -	€ -	€ -	20,0	€ 1.000,00
						totaal	€ 3.453,21

Bordes

Onderdeel	Aantal	kg / stuk	Inkoop	Materiaal	verzinken	manuren	€ totaal
Hoeklijn 50x30x5	2	3,64 kg	€ -	€ 2,37	€ 2,37	0,25	€ 34,47
Hoeklijn 80x80x10	4	0,73 kg	€ -	€ 0,47	€ 0,47	0,25	€ 53,78
Staander 1300x50x12	1		€ 11,70	€ -	€ -		€ 11,70
Handregel 42,4x3,25	2	24,49 kg		€ 15,92	€ 15,92	0,25	€ 88,68
Knieregel 42,4x3,25	1	1,81 kg	€ -	€ 1,18	€ 1,18	0,25	€ 14,85
blok 100x60x10	2	0,47 kg	€ 2,00	€ 0,31	€ 0,31		€ 5,22
Voetstootlijst 250x8x1100	2	17,27 kg	€ -	€ 11,23	€ 11,23		€ 44,90
Montage	1		€ -	€ -	€ -	1,50	€ 75,00
						totaal	€ 328,60

Ondersteuning

Onderdeel	Aantal	kg / stuk	Inkoop	Materiaal	verzinken	manuren	€ totaal
UNP180	1	17,60 kg	€ -	€ 11,44	€ 11,44	0,50	€ 47,88
Schetsplaat	1	9,60 kg	€ -	€ 6,24	€ 6,24		€ 12,48
Wandplaat	1	4,00 kg	€ -	€ 2,60	€ 2,60		€ 5,20
M16 set	6		€ 2,50	€ -	€ -		€ 15,00
Montage	1		€ -	€ -	€ -	0,33	€ 16,67
						totaal	€ 97,23

**J.2 Specificatie concept 2****Trapdeel**

Onderdeel	Aantal	kg / stuk	Inkoop	Materiaal	verzinken	manuren	€ totaal
Trapboom 250x8	2	123,00 kg	€ 200,00	€ 79,95	€ 79,95	4,93	€ 1.213,13
Knieregel 26,9x2,35	1	30,62 kg	€ 200,00	€ 19,90	€ 19,90		€ 239,80
Handregel 42,4x3,25	1	24,49 kg	€ 200,00	€ 15,92	€ 15,92		€ 231,84
Staander 1300x50x12	6	6,12 kg	€ 11,70	€ -	€ 3,98		€ 94,08
blok 100x60x10	6	0,47 kg	€ 2,00	€ 0,31	€ 0,31		€ 15,67
Trede 800x270 R3-30	24		€ 16,00	€ -	€ -		€ 384,00
Rooster 1000x800 R3-30	1		€ 110,00	€ -	€ -		€ 110,00
hoeklijn 120x80x10	4	0,90 kg	€ -	€ 0,59	€ 0,59	0,80	€ 164,68
Montage	1		€ -	€ -	€ -	17,0	€ 850,00
						totaal	€ 3.303,21

Bordes

Onderdeel	Aantal	kg / stuk	Inkoop	Materiaal	verzinken	manuren	€ totaal
Hoeklijn 50x30x5	2	3,64 kg	€ -	€ 2,37	€ 2,37	0,25	€ 34,47
Hoeklijn 80x80x10	4	0,73 kg	€ -	€ 0,47	€ 0,47	0,25	€ 53,78
Staander 1300x50x12	1		€ 11,70	€ -	€ -		€ 11,70
Handregel 42,4x3,25	2	24,49 kg	€ -	€ 15,92	€ 15,92	0,25	€ 88,68
Knieregel 42,4x3,25	1	1,81 kg	€ -	€ 1,18	€ 1,18	0,25	€ 14,85
blok 100x60x10	2	0,47 kg	€ 2,00	€ 0,31	€ 0,31		€ 5,22
Voetstootlijst 250x8x1100	2	17,27 kg	€ -	€ 11,23	€ 11,23		€ 44,90
Montage	1		€ -	€ -	€ -	1,50	€ 75,00
						totaal	€ 328,60

Ondersteuning

Onderdeel	Aantal	kg / stuk	Inkoop	Materiaal	verzinken	manuren	€ totaal
Ondersteuningsplaat	1	10,00 kg	€ -	€ 6,50	€ 6,50	1,00	€ 63,00
Schetsplaat	1	9,60 kg	€ -	€ 6,24	€ 6,24		€ 12,48
Wandplaat	1	4,00 kg	€ -	€ 2,60	€ 2,60		€ 5,20
M16 set	3		€ 2,50	€ -	€ -		€ 7,50
Montage	1		€ -	€ -	€ -	0,33	€ 16,67
						totaal	€ 104,85

K. Reflectieverslag

Dit reflectie verslag behandelt de competentie ontwikkeling van de afstuderende student. Als eerst wordt de positie van de afstudeerder aan het begin van de opdracht behandeld. Daarna wordt de positie bepaald aan het eind van de opdracht. Hieruit zal een ontwikkeling zichtbaar moeten zijn. De ontwikkeling wordt bepaald aan de hand van de 9 beroepsspecifieke- en 6 algemene hbo-competenties.

K.1 Competenties

In onderstaande tabel 1 wordt een overzicht getoond van de 15 opleidingscompetenties met hun relaties tot de betreffende taakrollen. Tevens is het geschatte niveau van het project ingevuld.

taakrollen		onderzoeker	ontwerper
competentieset werktuigbouw & hbo algemeen			
nr.	competenties werktuigbouwkunde		
1	projectmanagement uitvoeren (organiseren, plannen, uitvoeren, verslag opstellen)	3>	3>
2	een onderzoekopdracht uitvoeren	3>	
3	het kunnen opstellen van productdefinitie, pva en pve voor een duurzaam product of proces	3>	3>
4	het realiseren van een functioneel duurzaam product of voortbrengingsproces		3>
5	het realiseren van een detailontwerp voor een duurzaam product of voortbrengingsproces		3>
6	het realiseren van een prototype/model van een duurzaam product of voortbrengingsproces		3>
7	het voorbereiden van een voortbrengingsproces		
8	het produceren van een duurzaam product		
9	het beheren of onderhouden van een product of proces		
nr.	algemene hbo competenties		
10	kritisch handelen (analytisch en probleemoplossend vermogen en het onderbouwen van keuzen, oordeelsvorming)	3>	3>
11	systematisch een probleem aanpakken (creatieve, plan- en projectmatige werkhouding)	3>	3>
12	samenwerken (sociaal communicatieve vaardigheden)	3>	3>
13	persoonlijke en professionele ontwikkeling	3>	3>
14	zelfverantwoordelijk werken	3>	3>
15	kunnen functioneren in een internationale en/of multiculturele context		

Tabel 1: Competentieniveau per taakrol

Om de getallen en kleuren uit tabel 1 beter in hun context te plaatsen wordt in tabel 2 een overzicht getoond van de competentieniveaus.

		taakrol		
		geleid	zelfstandig	sturend
context	simpel	1	2	3
	lastig	2	3	4
	complex	3	4	5

Tabel 2: Overzicht competentieniveaus

K.2 Competentieontwikkeling

Competentie 1: projectmanagement uitvoeren

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 4

Beschrijving:

Op het gebied van organiseren, plannen en uitvoeren heb ik een ontwikkeling gemaakt. Tijdens schoolprojecten worden taken verdeeld en kan men relatief gezien rustig werken. Nu behoren de activiteiten van het project bij 1 persoon. Alle taken moeten georganiseerd worden om vertragingen te voorkomen. Daarnaast zijn er nog de werkzaamheden die voor het bedrijf diende te worden uitgevoerd. Deze combinatie vergde extra inzicht in de taken en hun tijdsduur. Zodoende is er een ontwikkeling verkregen op dit gebied.

Competentie 2: een onderzoeksopdracht uitvoeren

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 4

Beschrijving:

Voor het onderzoeken van documenten naar informatie achtte ik mijzelf nauwkeurig. Tijdens de uitvoer van de opdracht is er een scala aan normen doorzocht waarbij zowel de teksten zowel in Engels als Nederlands geschreven waren. Deze teksten moesten gesplitst worden naar eisen voor de spiraaltrap. Voor het schrijven van de berekeningsprogramma voor verticale opslagtanks waren er een hoop voorwaarden waaraan men moest voldoen. Deze verwerking heeft geleid tot een competentie verhoging.

Competentie 3: opstellen van productdefinitie, pva en pve

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 3

Beschrijving:

Door de vele schoolprojecten is er al een goede basis voor het schrijven en opstellen van de productdefinitie, plan van aanpak en pakket van eisen. Voor dit project was dat niet anders en daarmee is geen specifieke groei doorgehaakt

Competentie 4: realiseren van een functioneel duurzaam product of voortbrengingsproces

Geschat begin niveau: 2

Geschat eind niveau: 3

Beschrijving:

Schoolprojecten hebben een bepaalde mate van gemakzucht indien men steken laat vallen dit geen directe gevolgen heeft. Bij dit project was het belang van het bedrijf een grote factor om daadwerkelijk een product te realiseren. Hierdoor heb ik een groei gerealiseerd.

Competentie 5: het realiseren van een detailontwerp

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 4

Beschrijving:

Door de activiteiten voor het bedrijf heb ik veel geleerd van het tekenen met Inventor en Autocad. Bij verschillende projecten was het maken van detailontwerpen van de producten noodzakelijk. Bijvoorbeeld een zadel uitwerken voor een horizontaal vat.

Competentie 6: het realiseren van een prototype/model

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 4

Beschrijving:

Zoals bij competentie 5 het geval was zo geldt het ook voor deze. Op basis van summiere gegevens en veel contact met de klant zijn er 3Dmodellen gerealiseerd en tevens ook het daadwerkelijke product. Er was veel te leren over de technische mogelijkheden en de kwaliteiten van de werknemers in de werkplaats.

Competentie 10: kritisch handelen

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 3

Beschrijving:

Zelfstandigheid is mij niet onbekend en daardoor heb ik altijd zelf kritisch moeten handelen. Een spiraaltrap zal doorgaans op een keurtank gemonteerd worden. Een strikte naleving van de normen is dan cruciaal wil het product goedgekeurd worden.

Competentie 11: systematisch een probleem aanpakken

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 3

Beschrijving:

Een probleem systematisch aanpakken is al veelvuldig aan bod gekomen bij de schoolprojecten. De opgedane ervaring hiermee is toegepast op het project.

Competentie 12: samenwerken (sociaal communicatieve vaardigheden)

Geschat begin niveau: 2

Geschat eind niveau: 3

Beschrijving:

Tijdens de vele schoolprojecten was ik altijd al een zelfstandige werker. Hierdoor zijn weleens situaties ontstaan dat samenwerken niet altijd goed verliep. In het bedrijf wordt je gedwongen te samenwerken omdat er anders niets gerealiseerd wordt.

Voor het opvragen van prijzen of bij vragen over bepaalde producten moest zelfstandig contact worden opgenomen met het betreffende bedrijf. Zodoende heb ik zeker een groei gerealiseerd betreffende de sociaal communicatieve vaardigheden.

Competentie 13: persoonlijke en professionele ontwikkeling

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 4

Beschrijving:

De afrondende fase van de opleiding zorgt ervoor dat het nu echt om spant. Persoonlijke groei door de sociale contacten met collega's en zelfstandig contact met externe bedrijven opnemen. De professionele ontwikkeling is ook gegroeid omdat je leert hoe je moet communiceren naar verschillende bedrijfsniveaus. Met de werknemers in de werkplaats moet er op een andere manier gecommuniceerd worden dan met de directie.

Competentie 14: zelfverantwoordelijk werken

Geschat begin niveau: 4

Geschat eind niveau: 4

Beschrijving:

Door mijn altijd zelfstandige werkhouding heb ik altijd zelf de verantwoordelijkheid gedragen voor mijn werk. Werk keek ik meestal zelf nog eens na voordat ik het aan derden gaf. Het teruggekregen werk paste ik meestal aan naar aanleiding van hun commentaar. Bij fout werk neem ik zelf de verantwoordelijkheid met de eventuele consequenties.

Competentie 15: kunnen functioneren in een internationale en/of multiculturele context

Geschat begin niveau: 3

Geschat eind niveau: 3

Beschrijving:

Het bedrijf heeft een multiculturele samenstelling van werknemers. Met al deze mensen moet worden samengewerkt en men moet rekening houden dat de een bepaalde opmerkingen ander interpreteert dan de ander. Door mijn tijd op het vmbo ben ik al veel met andere culturen in aanmerking gekomen. Persoonlijk vind ik dat ik geen wezenlijke groei heb doorgemaakt op dit gebied.



K.3 Persoonlijke noot

Het bedrijf heeft voorzien van een zelfstandige projectsituatie. De verantwoordelijke van de spiraaltrap ben ik zelf en collega's hebben ondersteuning geboden waar dat nodig was. Op veel vlakken heeft dit tot een positieve ontwikkeling geleid. Zeker door zelfstandig met diverse bedrijven contact op te nemen. Ik weet zelf het best wat ik bedoel en wil. Dan was het logisch dat ik zelf contact met de bedrijven opneem op dit te realiseren. Belangrijk is dat het niet altijd even soepel verliep maar gaandeweg leer je hier veel van.



[BLANCO]