

Railbeam

Finite Element Analyse af Railbeam TN406

19 Maj 2014



Opgave Titel: Railbeam

Opgave ID: 10-14-111

Dokument ID: 14111_5401

Kunde Tradehouse Int. A/S

Rådgiver: Jørgen Krabbenhøft, Rasmus Brøndum

Dokument status: **UDKAST**

Indholdsfortegnelse

1	INTRODUKTION	2
2	FINITE ELEMENT ANALYSE	2
2.1	GEOMETRI	3
2.2	RANDBETINGELSER	4
2.3	RESULTATER	5

1 Introduktion

Formålet med nærværende notat er at fastlægge hvor stor en bogielast, en Railbeam af typen TN406 med en UIC60 skinne, kan optage for en effektiv bredde på 0.8 m og længde på hhv. 2 m og 4 m.

Et længdeudsnit af Railbeamen understøttes symmetrisk i to punkter, svarende til placering af to bogie hjul, og undersiden af bjælken i kontakt med jorden påsættes en jævnt fordelt belastning. Denne belastning øges indtil bjælkens bæreevne nås. Alle FE beregninger foretages i Abaqus 6.13.

2 Finite Element Analyse

I dette afsnit bliver de udførte finite element analyser forklaret, og resultaterne vist.

I Tabel 1, fremgår det hvilke analyser der er blevet udført samt hvilke parametre der er blevet brugt i modellerne. Som det fremgår i tabellen, er der blevet kørt 3 forskellige analyser hvoraf en Railbeam med en længde på 2 meter er blevet brugt til den første analyse, og 4 meter til de 2 resterende analyser. Den totale last der påføres bjælken er 1500 kN i alle analyser. Flydespændingen for både "Rail" og "Beam" er sat til 345 MPa i alle analyser. Fremover vil "Rail" og "Beam" blive refereret til som skinne og bjælke hhv.

I de to første analyser er bjælken og skinnen fast forbundet til hinanden, hvor der i den sidste analyse er oprettet kontakt i kontaktfladen, hvilket tillader relativ bevægelse imellem skinne og bjælke. Således opnås en løsning der over- og underestimerer resultatet, og et realistisk resultat findes således imellem de to løsninger.

Den anvendte materialemodel er i alle tilfælde elasto-plastisk (EP) uden hærkning ved flydning. I alle analyserne er en symmetribetragtning anvendt for således at nedbringe varigheden af løsningsprocessen. Slutteligt findes længden af Railbeamen i hver enkelt analyse ligeledes i tabellen.

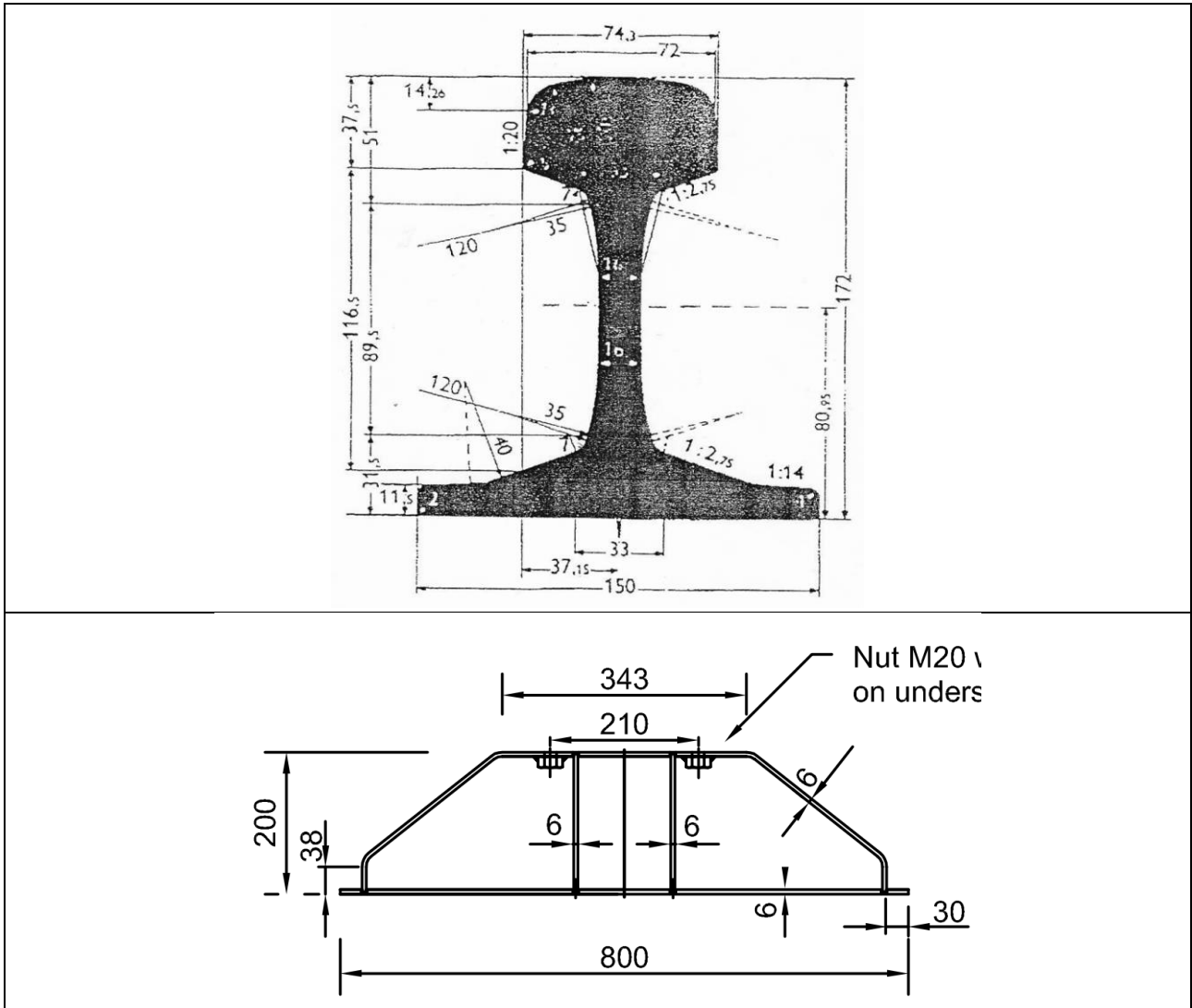
Tabel 1: Analyse parametre

Model	Last [kN]	Bjælke	Skinne	Kontakt	Materiale	Symmetri	Længde
		σ_{fy} [MPa]	σ_{fy} [MPa]				
2 m Plastisk	1500	345	345	Nej	EP	1/2	2 m
4 m Plastisk	1500	345	345	Nej	EP	1/2	2 m
4 m Plastisk Kontakt	1500	345	345	Ja	EP	1/2	4 m

Der anvendes andenordens kontinuum hex elementer for skinnen samt anden ordens shell elementer til bjælken.

2.1.1 Geometri

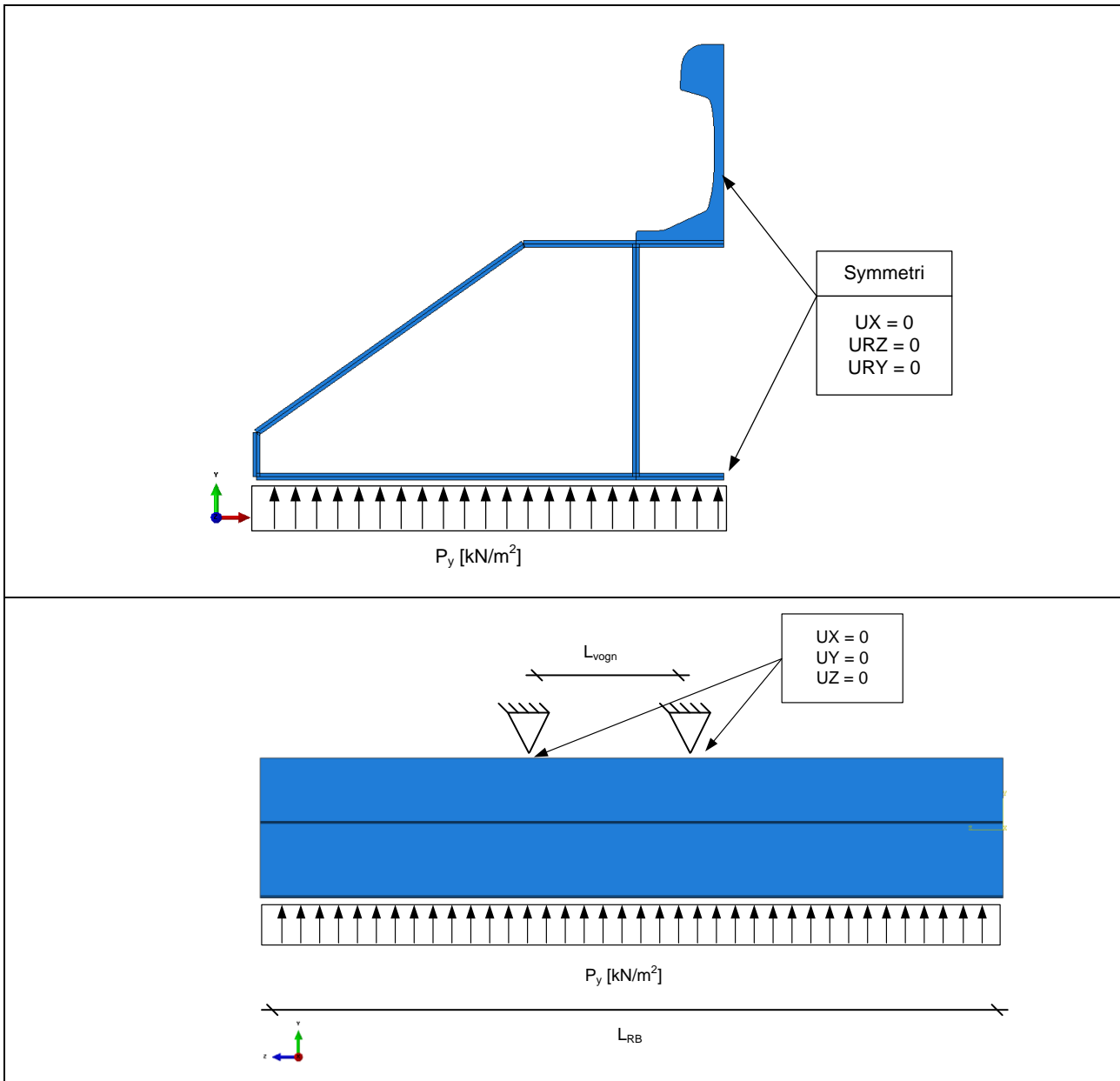
Geometrien af både skinne samt bjælke er baseret på dimensioner oplyst af kunden. I Figur 1, ses dimensionerne på skinne (øverst) og bjælke (nederst), og er således anvendt i analyserne.



Figur 1: Geometri af bjælke og skinne.

2.1.2 Randbetingelser

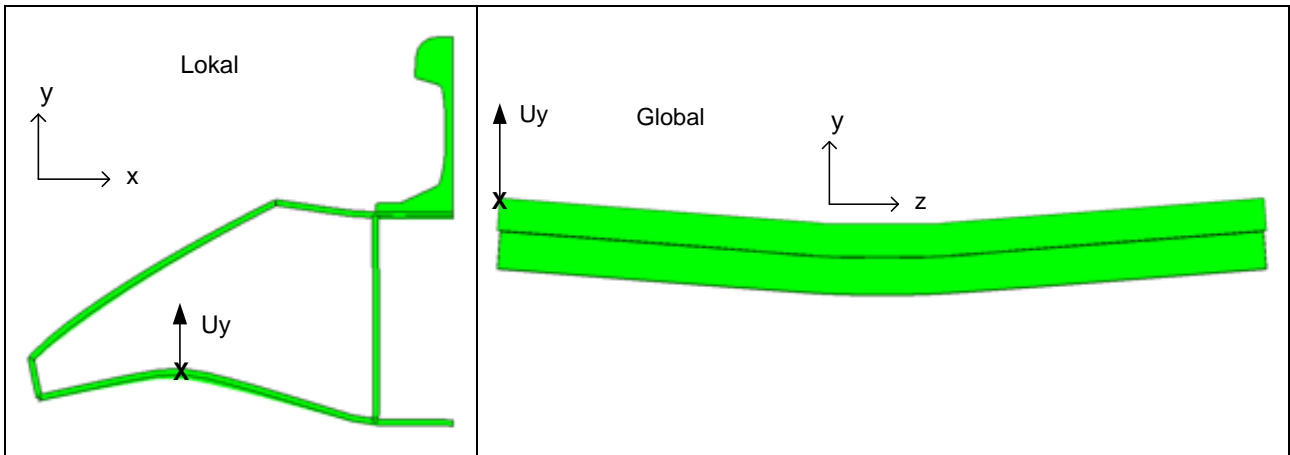
På Figur 2, ses de anvendte randbetingelser i Abaqus. Som det fremgår på figuren, laves en simpel understøtning på skinnen for at simulere kontakten mellem bogiens hjul og skinnen, og alle translatoriske frihedsgrader låses. To referencepunkter på skinnen, med afstanden $H_{\text{vogn}} = 500$ mm kobles til overfladen af skinnen over et areal svarende til $100\text{mm} \times 20\text{mm}$, for således at reducere singulariteter. Lasten på 1500 kN påføres som et tryk P_y på undersiden af bjælken, for at simulere jordens påvirkning på bjælken. Som tidligere nævnt, anvendes en symmetribetragtning for at nedbringe løsnings tiden.



Figur 2: Randbetingelser gældende for alle analyser.

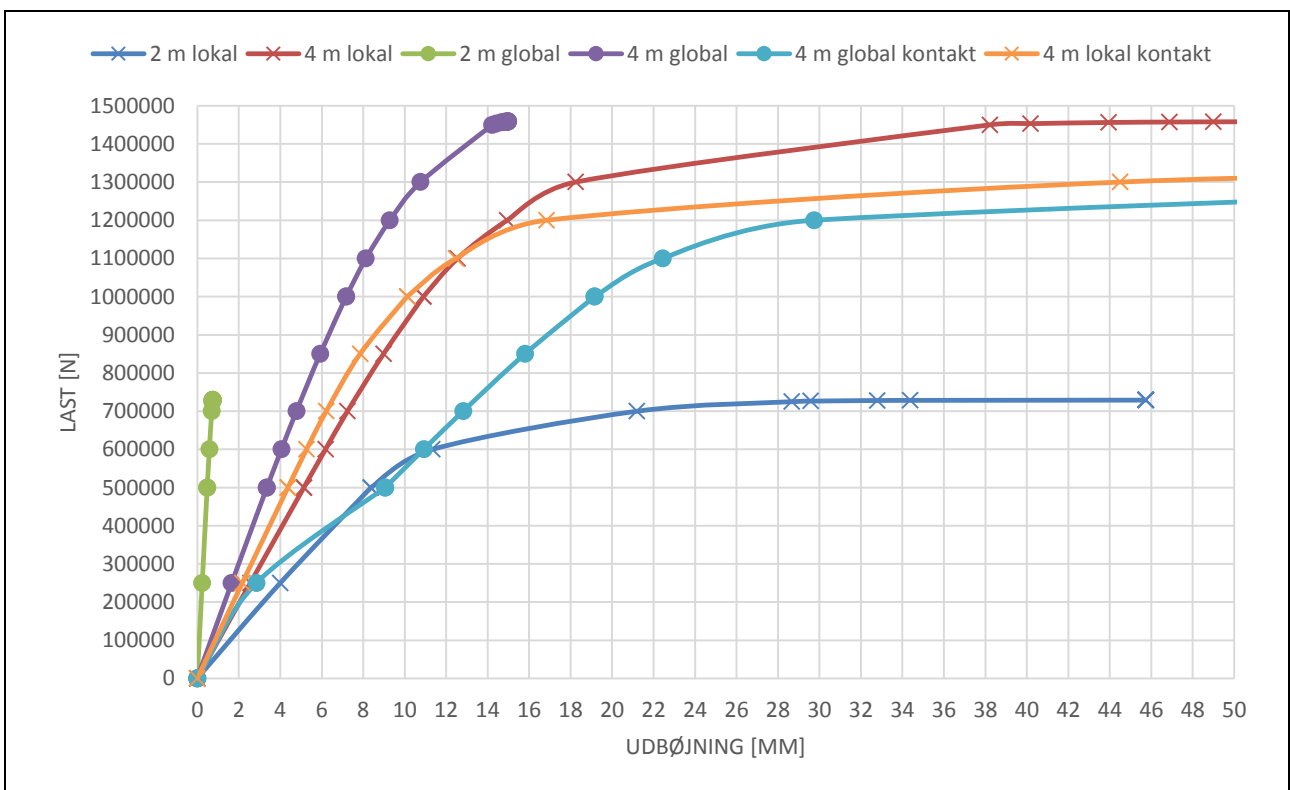
2.1.3 Resultater

Det viser sig at, Railbeamen udviser både lokale og globale udbøjninger, se Figur 3. Den lokale udbøjning foregår således at bundpladen bliver bukket op imellem de lodrette vægge som udgør bjælkens profil. Den lokale udbøjning måles midt imellem de to understøtninger på det punkt med størst mulig udbøjning. Den globale udbøjning er selve Railbeamens udbøjning i yz-planet, og måles på det øverste punkt på skinnen til venstre som indikeret på figuren.

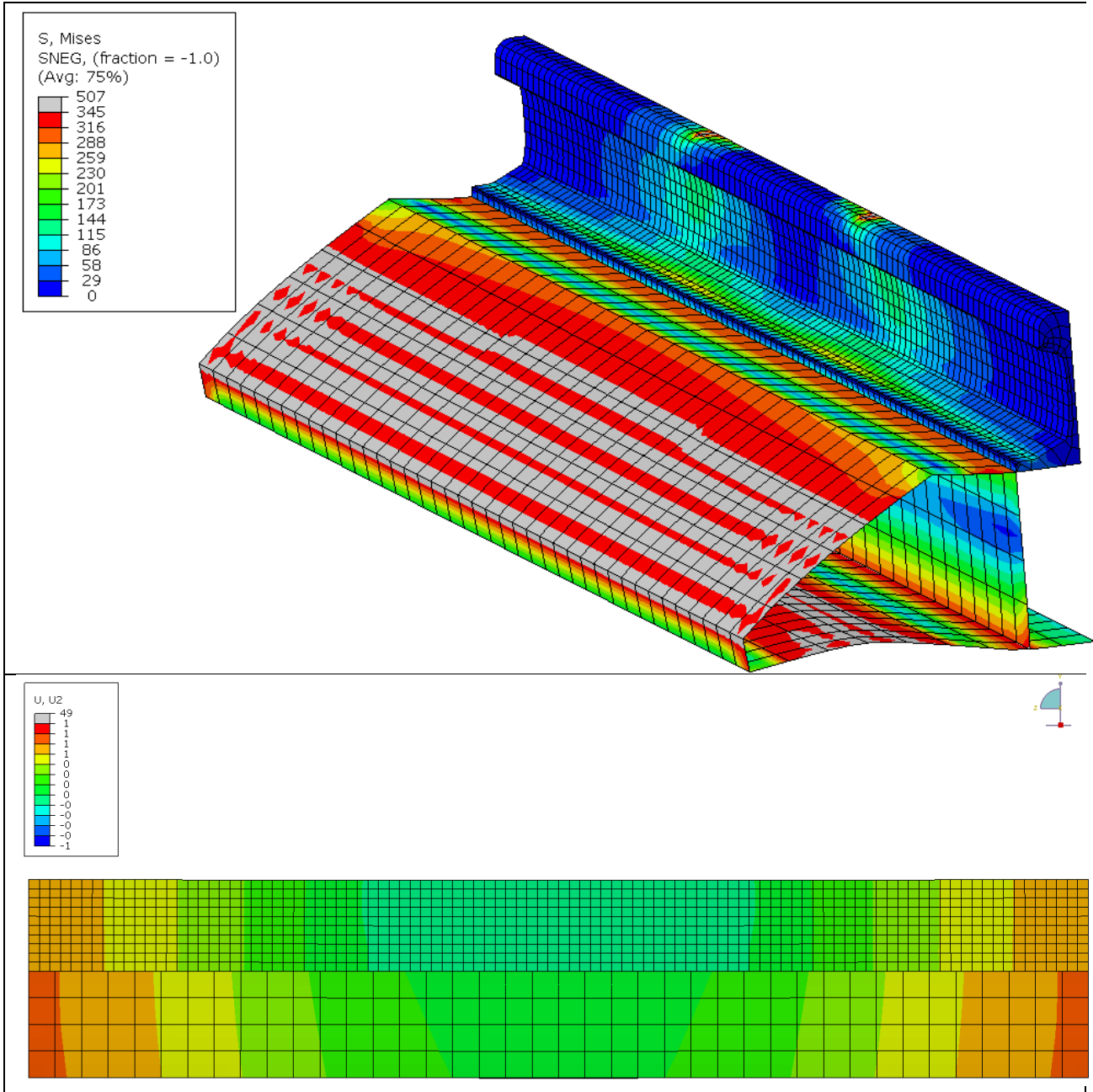


Figur 3: Lokale og globale udbøjning

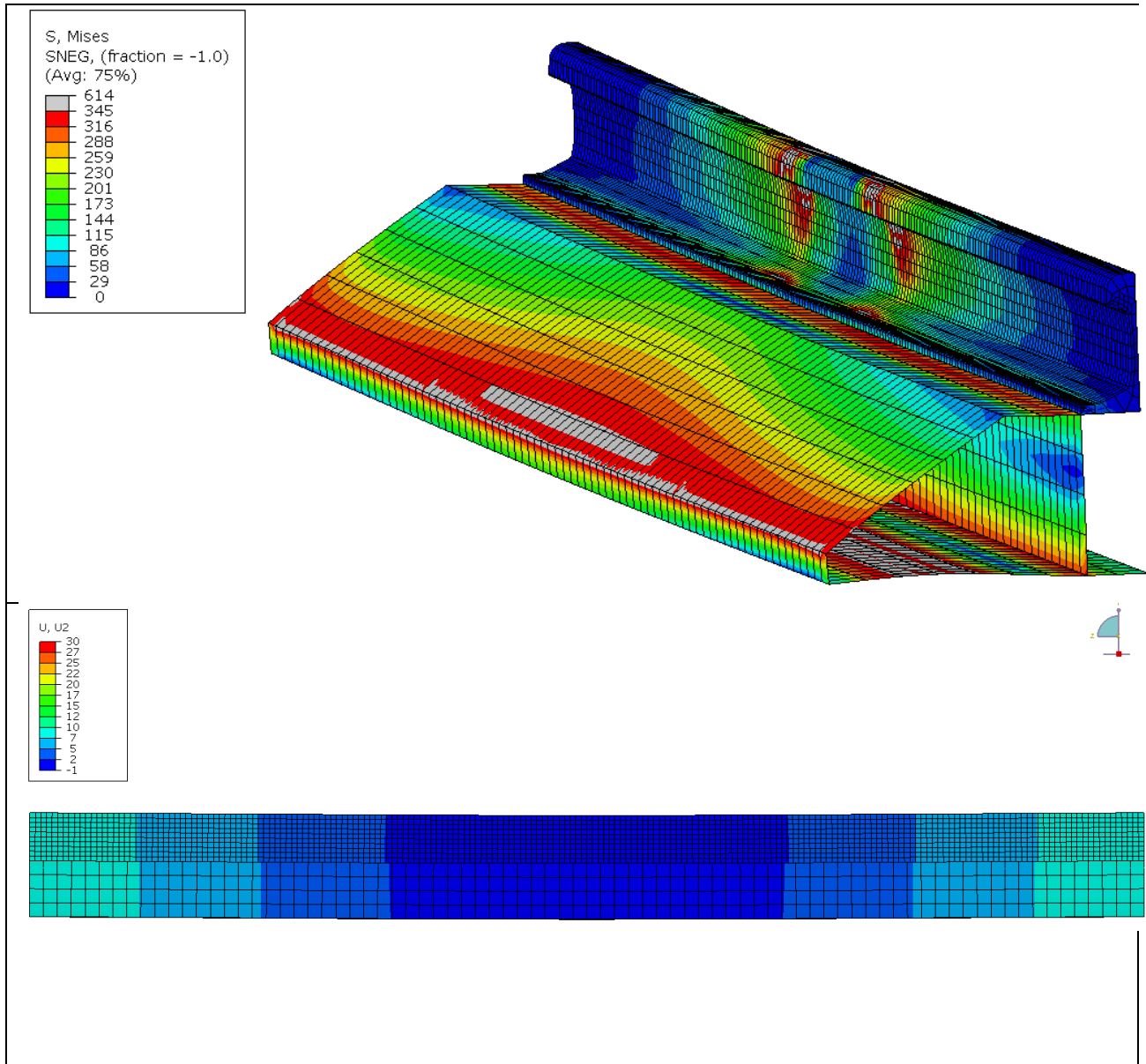
På Figur 4, ses en graf hvor den lokale såvel som globale udbøjning er vist som funktion af den totale pålagte last. I alle tilfælde er FE analyserne kørt igennem, ind til den plastiske deformation overgår muligheden for konvergens. Den elastiske del af kurven indikerer således hvilken last der kan optages uden flydning i materialet.



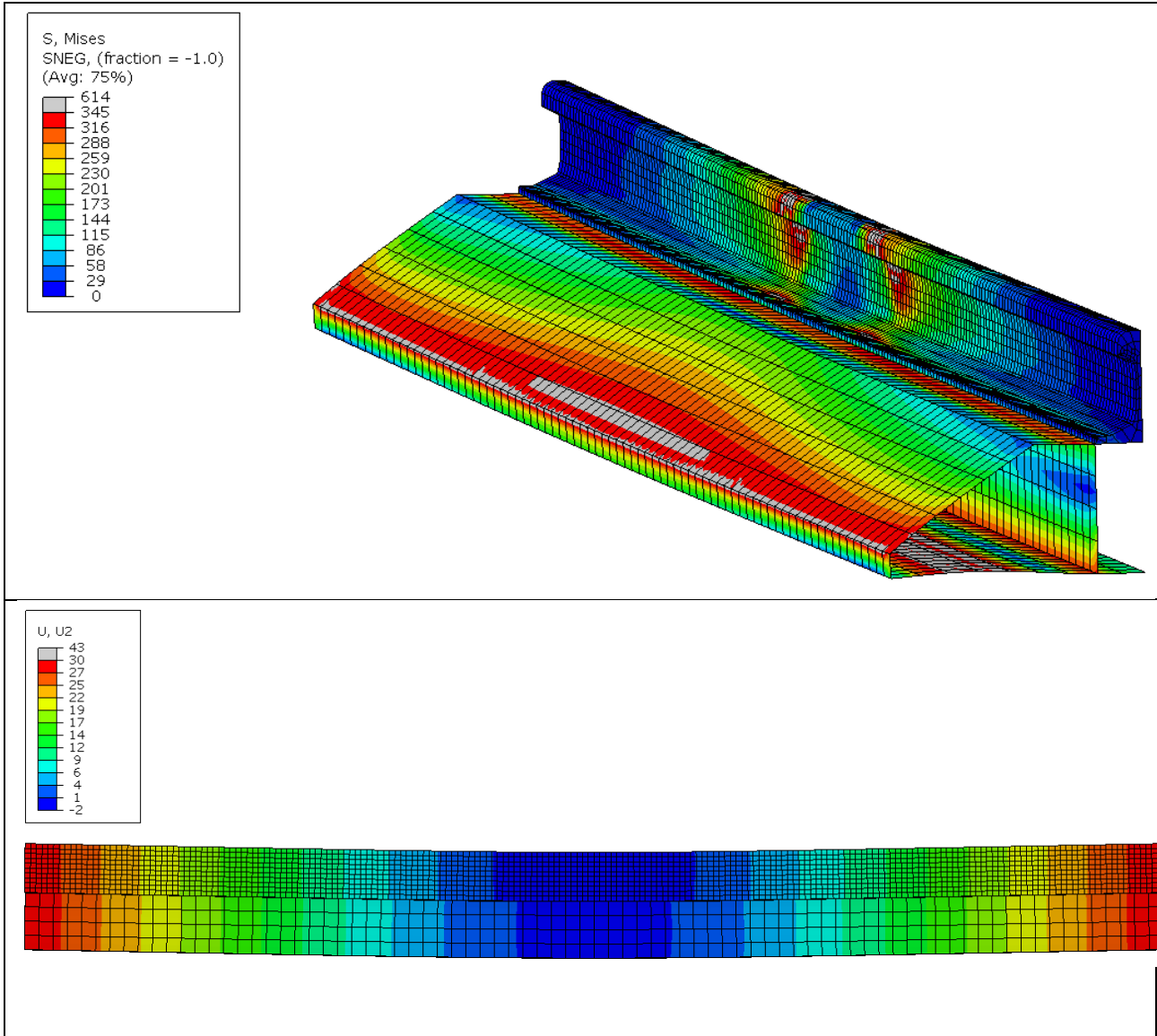
Figur 4: Lokale og globale udbøjninger som funktion af den totale last.



Figur 5: VonMises spænding og udbøjning ved 725 kN – 2 meter – plastisk - bonded



Figur 6: VonMises spænding og udbøjning ved 1200 kN – 4 meter – plastisk - bonded



Figur 7: VonMises spænding og udbøjning ved 1200 kN – 4 meter – plastisk – kontakt

3 Konklusion

Ud fra de udførte analyser kan det konkluderes at Railbeam systemet kan optage følgende laster før flydning indtræffer og derved permanente deformationer opstår:

Model	Max last [kN]		Udbøjning ved max last [mm]	
	Lokal	Global	Lokal	Global
2 m	500	1500+	8	2
4 m	1200	1300	15	9
4 m kontakt	1000	1100	10	23

Figur 8: Udbøjninger og maksimalt tilladelige laster før flydning.

Som tidligere nævnt har Railbeam systemet både en lokal udbøjning af bunden og en global udbøjning af hele systemet. Lasten for hvor den første flydning indtræffer er det som kan betragtes som den effektive bogie last som systemet kan overføre til underlaget. I tabellen er de effektive laster markeret med fed, som således dikterer den maksimalt tilladelige last. For Railbeamen på 2 meter, er den rigtige effektive last sandsynligvis højere da en ren fastholdelse af frihedsgraderne imellem skinne og bjælke er konservativ. For Railbeamen på 4 meter, skal den rigtige last findes et sted imellem analysen med og uden kontakt.

Det skal bemærkes at et virkeligt Railbeam system typisk er længere end 4 m og ville derfor have en forstærkende effekt på det stykke som er anvendt til analyserne. Ligeledes skal det bemærkes at ved en realistisk jordtrykstrykfordeling, koncentreres trykket under de to lodrette vægge under skinnen. Derfor reduceres trykket under de vandrette områder i bunden af bjælken og den lokale udbøjning mindskes.

Det kan ud fra analyserne konkluderes at den effektive bogie last for Railbeam systemet på 4 m er **1000 kN – 1200 kN**.