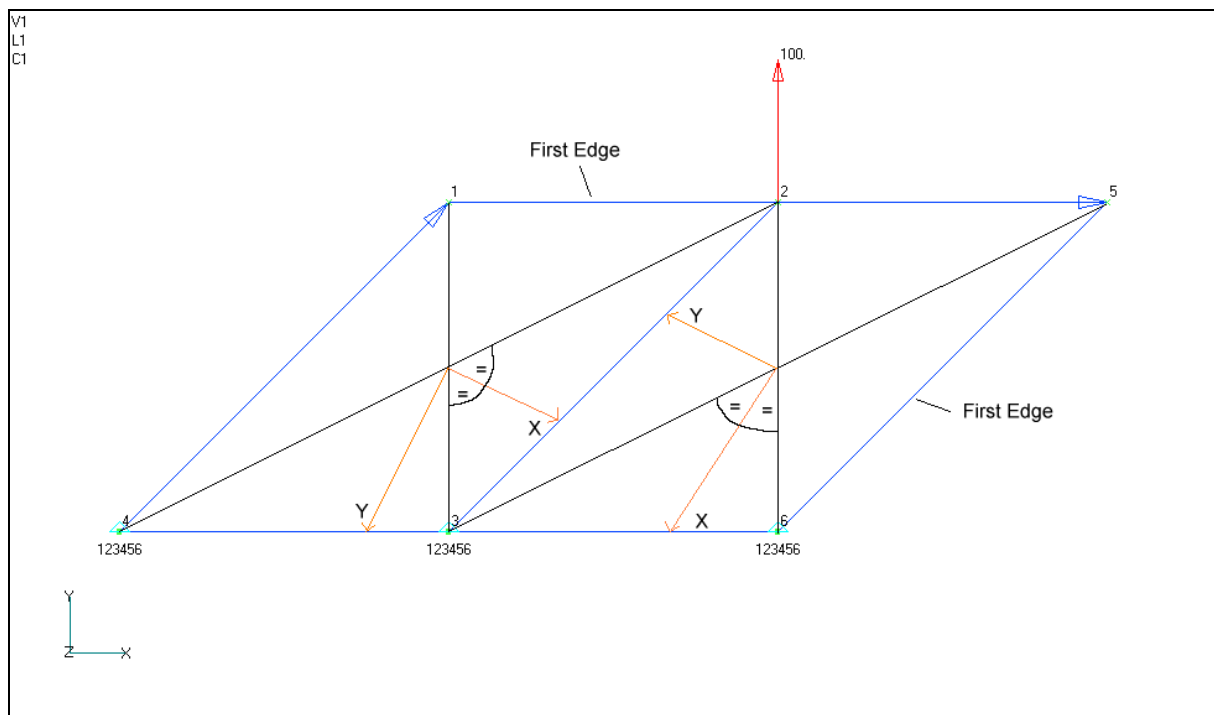


Auswertung der Hauptspannungsrichtungen bei Plate-Elementen mit MSC.Nastran for Windows

Um einen Eindruck über den Verlauf der Hauptspannungen in einer Schalenstruktur zu erhalten, können die Hauptspannungsrichtungen als *Contour Vectors* auf den Elementen angezeigt werden. Die Lage der einzelnen Vektoren hängt dabei vom Hauptspannungswinkel ab, der für jedes Element und das entsprechende Elementkoordinatensystem separat berechnet wird. Speziell bei unregelmäßigen oder nachträglichen Vernetzungen ist die regelmäßige Ausrichtung des Elementkoordinatensystems in der Struktur nicht mehr gewährleistet. Da jedoch alle Ergebnisse für Plate-Elemente vom Solver im Elementkoordinatensystem geliefert werden, müssen die Einstellungen für die Anzeige der *Contour Vectors* so angepasst werden, dass der realistische Verlauf der Hauptspannungen abgebildet wird. Das folgende Beispiel soll Aufschluss über das Elementkoordinatensystem, die Lage des Hauptspannungswinkels und die zur Auswertung erforderlichen Einstellungen geben.

Beispielmodell

Zwei schiefe Plate-Elemente, fest eingespannt und außermittig belastet. Beide Elemente wurden manuell über *Model Element* erstellt, um eine ungleiche Ausrichtung des Elementkoordinatensystems zu erzwingen. Dabei wurde im Uhrzeigersinn beim linken Element mit dem Knoten 1, beim rechten mit dem Knoten 5 begonnen. Die Pfeile der *Element Directions* nach der *Right Hand Rule* zeigen somit immer auf den ersten Knoten. Gleichzeitig wird so der Anfang des *First Edge* markiert. Die Normalenvektoren beider Elemente zeigen in die Bildebene hinein (Anzeige der *Element Directions* über *View Options – Labels,... – Element Directions*).



Gemäß *Nastran Encyclopedia, CQUAD4 Bulk Data Entry* wird das Elementkoordinatensystem wie abgebildet angelegt. Der Ursprung befindet sich im Schnittpunkt der Elementdiagonalen und die X-Achse liegt auf der Winkelhalbierenden, die sich am *First Edge* orientiert. In *Nastran for Windows* wird diese Ausrichtung *Element Diagonal Bisector* genannt.

Ergebnisse

Die Durchführung der Berechnung liefert bezüglich der Hauptspannungen folgende Ergebnisvektoren:

Plate Top (Bottom) MajorPrn Stress

→ größte Haupt(-normal)spannung bei Schubspannung = 0

Plate Top (Bottom) MinorPrn Stress

→ kleinste Haupt(-normal)spannung bei Schubspannung = 0

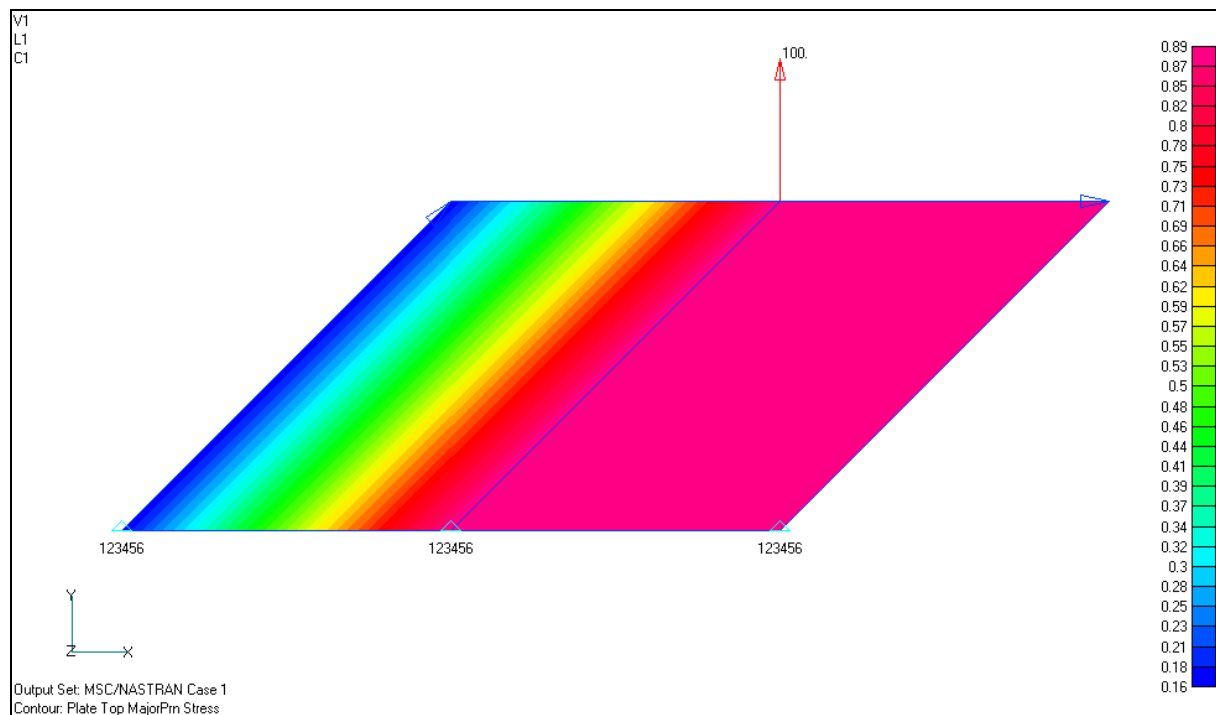
Plate Top (Bottom) Prn Stress Angle

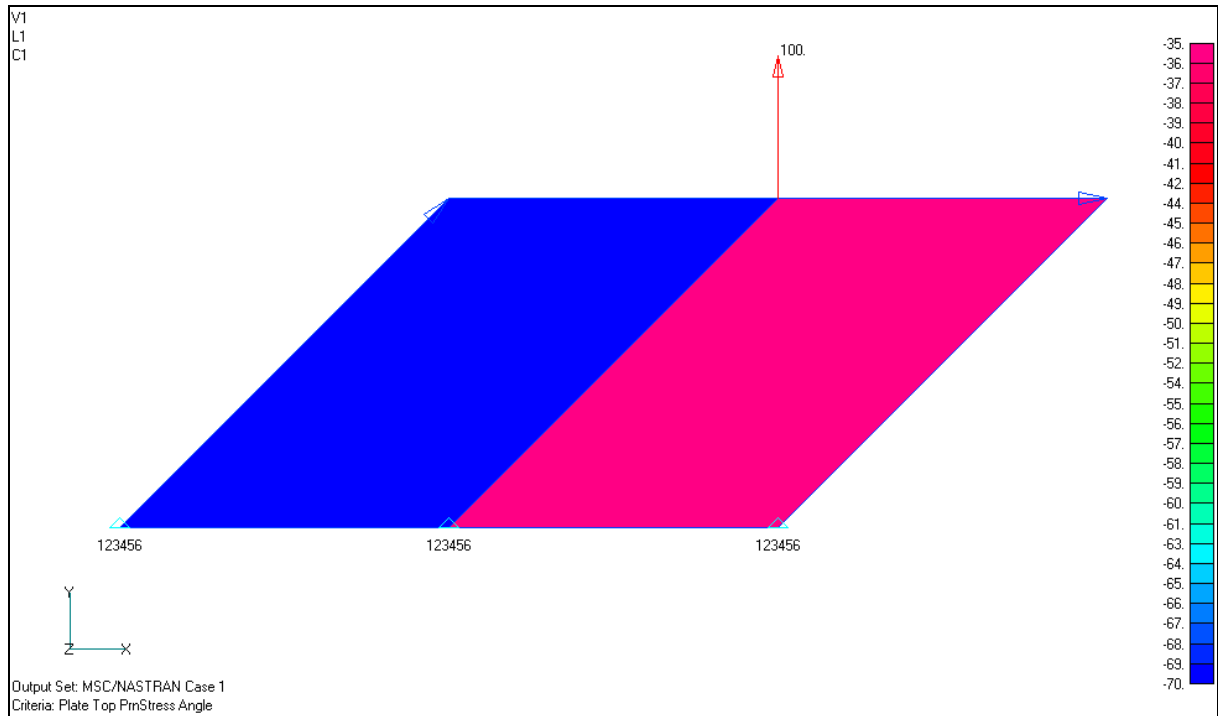
→ Hauptspannungswinkel relativ zum Elementkoordinatensystem

Hinweis: Dieses Beispiel betrachtet nur die größten Hauptspannungen. Je nach Struktur und Belastung können auch die kleinsten Hauptspannungen die absolut höchste Beanspruchung verursachen. Dabei ist zu beachten, dass diese Spannungen immer um 90° zueinander gedreht sind.

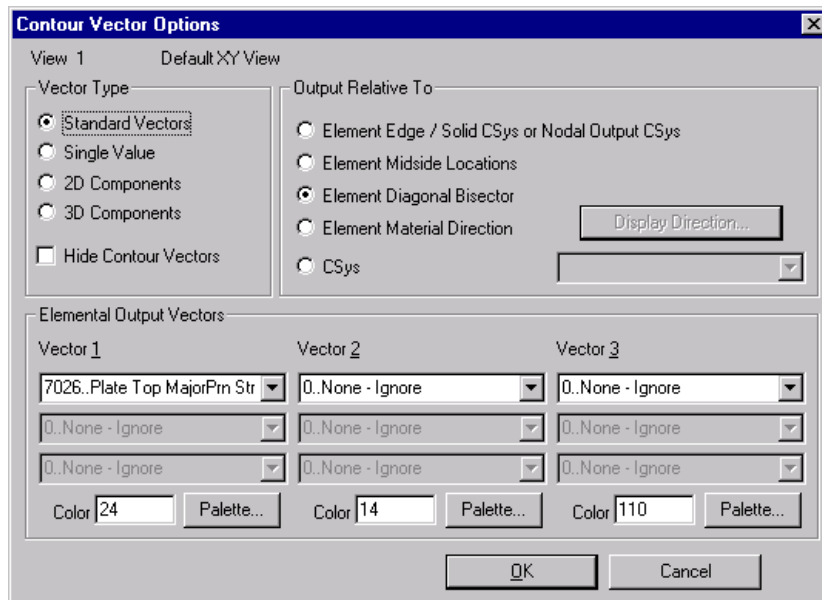
Auswertung

Die Höhe der Spannungen und die Hauptspannungswinkel können separat über *View Select Contour Style* mit den Einstellungen *Contour* oder *Criteria* ausgewertet werden. Bei *Deformed and Contour Data* muss dabei der gewünschte Ergebnisvektor gewählt werden.

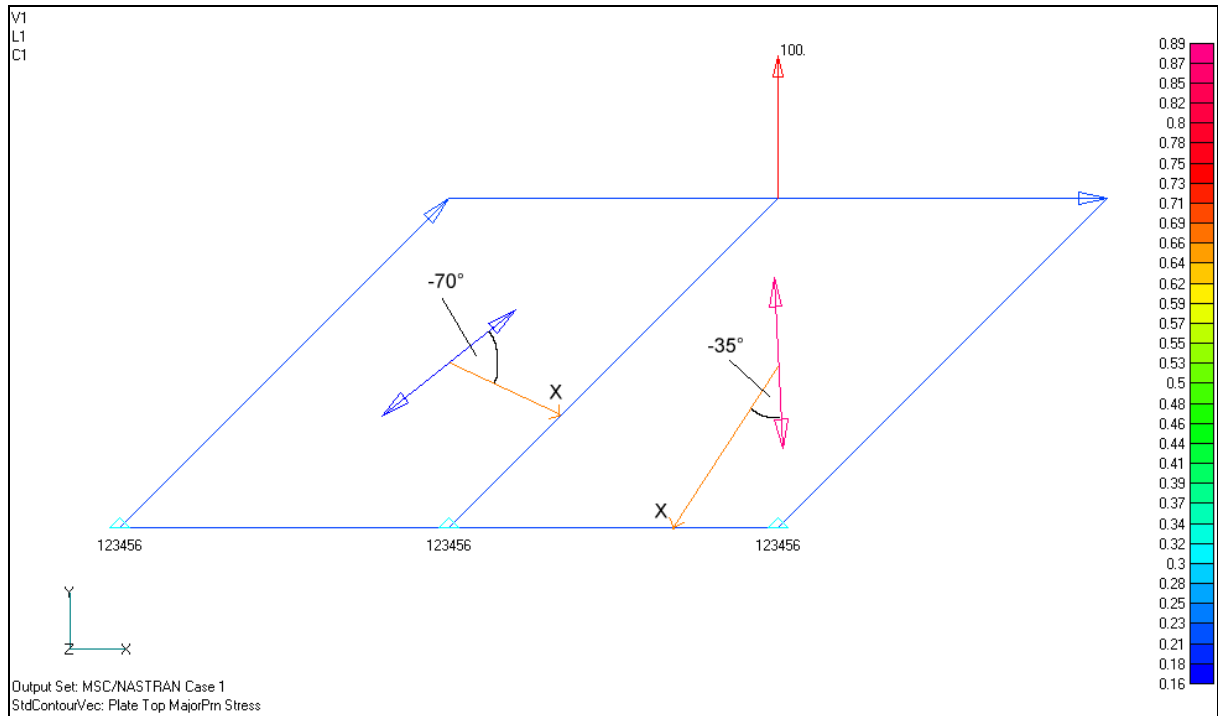




Die Hauptspannungswinkel (-70° und -35°) lassen jedoch wegen der unterschiedlichen Elementkoordinatensysteme keine Aussage über die Richtung der Hauptspannungen zu. Hierfür eignet sich die Auswertung über *View Select Contour Style* mit der Einstellung *Vector*. Mit *Deformed and Contour Data* gelangt man zur Schaltfläche *Contour Vectors*, wo die relevanten Einstellungen getätigt werden müssen.



Als *Vector Type* wird *Standard Vectors* gewählt und unter *Elemental Output Vectors* wird die gewünschte Hauptspannung eingestellt. Schließlich muss unter *Output Relative to* das entsprechend gültige Elementkoordinatensystem angewählt werden, in diesem Fall *Element Diagonal Bisector*. Die Verwendung jedes anderen Bezugssystems stellt die Hauptspannungsrichtungen falsch dar.



Die Hauptspannungsrichtungen werden nun als Vektoren plausibel dargestellt, wobei deren Lage über den jeweiligen Hauptspannungswinkel relativ zur X-Achse des Elementkoordinatensystems definiert wird. Bei Betrachtung der um 90° gedrehten kleinsten Hauptspannungen (MinorPrn Stress) wird die Lage mit dem gleichen Winkel relativ zur Y-Achse ermittelt.

Weitere Einstellungen zu den *Contour Vectors* können mit *View Options – Postprocessing – Contour Vector Style* vorgenommen werden.

Buchholz, den 21.02.01