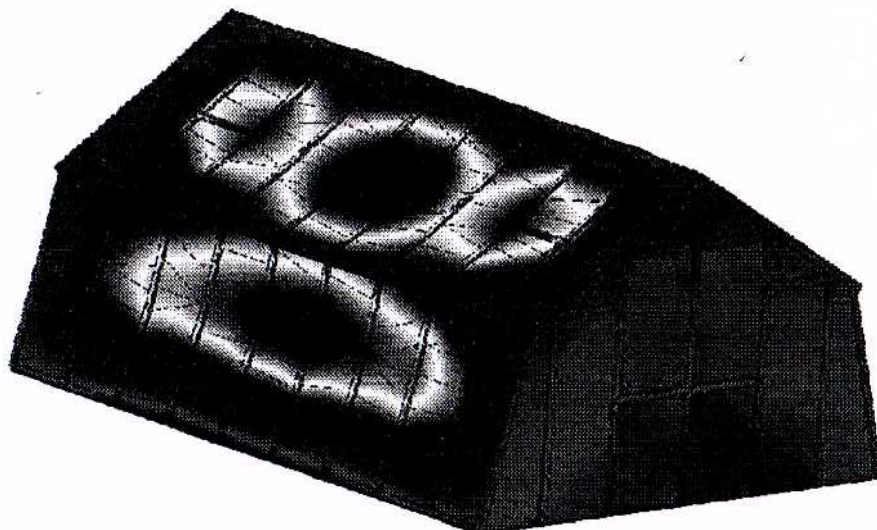




Computer Systems & Engineering



PEVNOSTNÍ ANALÝZA NOSNÉ KONSTRUKCE SKLENÍKU

No. B / 982205/ 175

Autor:

Ing. Petr DÍTĚ



OBSAH

1. FORMULACE PROBLÉMU.....	3
2. ANALÝZA.....	3
2.1 GEOMETRIE MODELU.....	3
2.2 STRUKTURÁLNÍ MODEL.....	3
2.3 MATERIÁLOVÁ DATA.....	4
2.4 TYP ANALÝZY.....	4
3. VÝSLEDKY.....	4
4. ZÁVĚR.....	5

APPENDIX A

APPENDIX B

APPENDIX C



1. FORMULACE PROBLÉMU

Byla provedena statická analýza nosné konstrukce skleníku pro dvě geometrické varianty L 4,5 a D 4,5 za účelem vyšetření průběhů deformace a napětí dané konstrukce. Následně byla provedena analýza vzpěrné stability konstrukce.

Pro statické analýzy byl použit systém Pro/ENGINEER a Pro/MECHANICA.

2. ANALÝZA

2.1 Geometrie modelu

Geometrie všech součástí byla převzata ve formě výkresové dokumentace. Geometrický model byl vytvořen v systému Pro/ENGINEER, zde byla také provedena komprimace plechů na jejich střednice. Takto upravená geometrie byla převedena za pomoci přímého interface do prostředí systému Pro/MECHANICA. V tomto systému byly připraveny všechny výpočtové modely a řešena vlastní analýza.

2.2 Strukturální model

Strukturální model pro deformační a napěťovou analýzu celé konstrukce (model L 4.5) se skládá z 12.000 skořepinových prvků, které byly vytvořeny technikou automatického generování prvků. Model D 4,5 obsahuje 9.000 skořepinových prvků. Modelování spojovacích šroubu spojení jednotlivých komponentů sestavy bylo provedeno pomocí modelovací techniky spot weld, ekvivalentní průřez odpovídá průřezu reálného šroubu.

ZATÍŽENÍ:

Na konstrukci byli aplikovány následující zatížení:

1. Zatížení konstrukce skleníku se skly vlastní tíhou a sněhem dle ČSN 73 0035
2. Zatížení konstrukce skleníku se skly vlastní tíhou a větrem dle ČSN 73 0035 - čelo
3. Zatížení konstrukce skleníku se skly vlastní tíhou a větrem dle ČSN 73 0035 – bok

Dle ČSN 73 0035 byli nalezeny pro tento typ konstrukce následující hodnoty zatížení :

Normální zatížení sněhem na 1 m pro IV sněhovou oblast $s = 1,5 \text{ kN/ m}$

Základní tlak větru v rovné krajině pro nízké a lehké stavby..... $\omega = 1,25 \text{ kN/ m}^2$

OKRAJOVÉ PODMINKY:

Model L 4,5 : Vlastní uložení konstrukce skleníku bylo realizováno ukotvením na ploše kontaktu konstrukce skleníku s betonovým základem.

Model D 4,5 : Vlastní uložení konstrukce skleníku bylo realizováno ukotvením na ploše kontaktu konstrukce skleníku s betonovým základem a opěním v horizontálním směru na nástěnném sloupku.



2.3 Materiálová data

Konstrukce se skládá z ocelových plechů a z dílů ze skla. Toto členění bylo v provedených analýzách respektováno.

Pro všechny ocelové komponenty byly použity materiálové charakteristiky standardní ocele:

$$E = 2,1 \text{ e } 5 \text{ MPa}$$

Youngův modul pružnosti

$$\mu = 0,3$$

Poissonova konstanta

$$\rho = 7,8 \text{ e-}6 \text{ kg mm-}3$$

hustota

Pro všechny komponenty ze skla byly použity následující materiálové charakteristiky:

$$E = 7 \text{ e } 5 \text{ MPa}$$

Youngův modul pružnosti

$$\mu = 0,23$$

Poissonova konstanta

$$\rho = 1,85 \text{ e-}6 \text{ kg mm-}3$$

hustota

2.4 Typ analýzy

Byla použita standardní strukturální studie pro zjištění napětí a deformací. Pro vyšší přesnost výsledků bylo použito aproximačních polynomů osmého stupně. Konvergence byla nastavena pod 10%.

Pro určení kritického faktoru přetížení konstrukce byla použita standardní analýza vzpěrné stability. V tomto případě byl určen první tvar ztráty vzpěrné stability a jemu odpovídající kritický faktor přetížení konstrukce pro profil výztuhy podpěry a výztuhy dolní, které jsou významně namáhány na tlak.

3. VÝSLEDKY

Kompletní výsledky provedených analýz jsou uvedeny v apendixech A,B, C.

Průběhy sledovaných veličin jsou nejlépe patrné z příslušných grafických znázornění. Většina obrázků je pořízena ve zdeformovaném stavu s násobnou velikostí deformace.

Následující tabulka sumarizuje a srovnává maximální hodnoty sledovaných veličin pro jednotlivé varianty.

	Varianta L 4,5	Varianta D 4,5
Max.Deformace [mm]	39	18
Max. Von Mises redukované napětí [Mpa]	80	70
Maximální hlavní napětí [Mpa]	110	90

4. ZÁVĚR

Závěrem lze konstatovat:

- Maximální deformace rámu skleníku 39 mm je v místě dveří na čelní stěně skleníku, proto doporučuji provést vyztužení čelní konstrukce rámu přidáním vzpěr.
- Maximální redukované napětí dosahuje v nominální oblasti přibližně 70-80 MPa, lokalizované špičkové hodnoty v nejvíce zatížených spojích činí asi 110 MPa. Vzhledem k charakteru spojení jsou tato napětí vyhovující. Maximum napětí leží na sloupku štítu, který proto doporučuji vyztužit změnou profilu, nebo zvětšením tloušťky plechu.
- Zjištěné kritické faktory přetížení konstrukce jsou dostatečně vysoké, mezního stavu ztráty stability se tudíž není, pro tento typ konstrukce, nutné obávat.

APPENDIX A

SKLENÍK L 4,5

STATICKÁ ANALÝZA

CONTENTS

Page :

Strukturální model

2

Deformace

4-6-8

Von Mises napětí

10-12-14

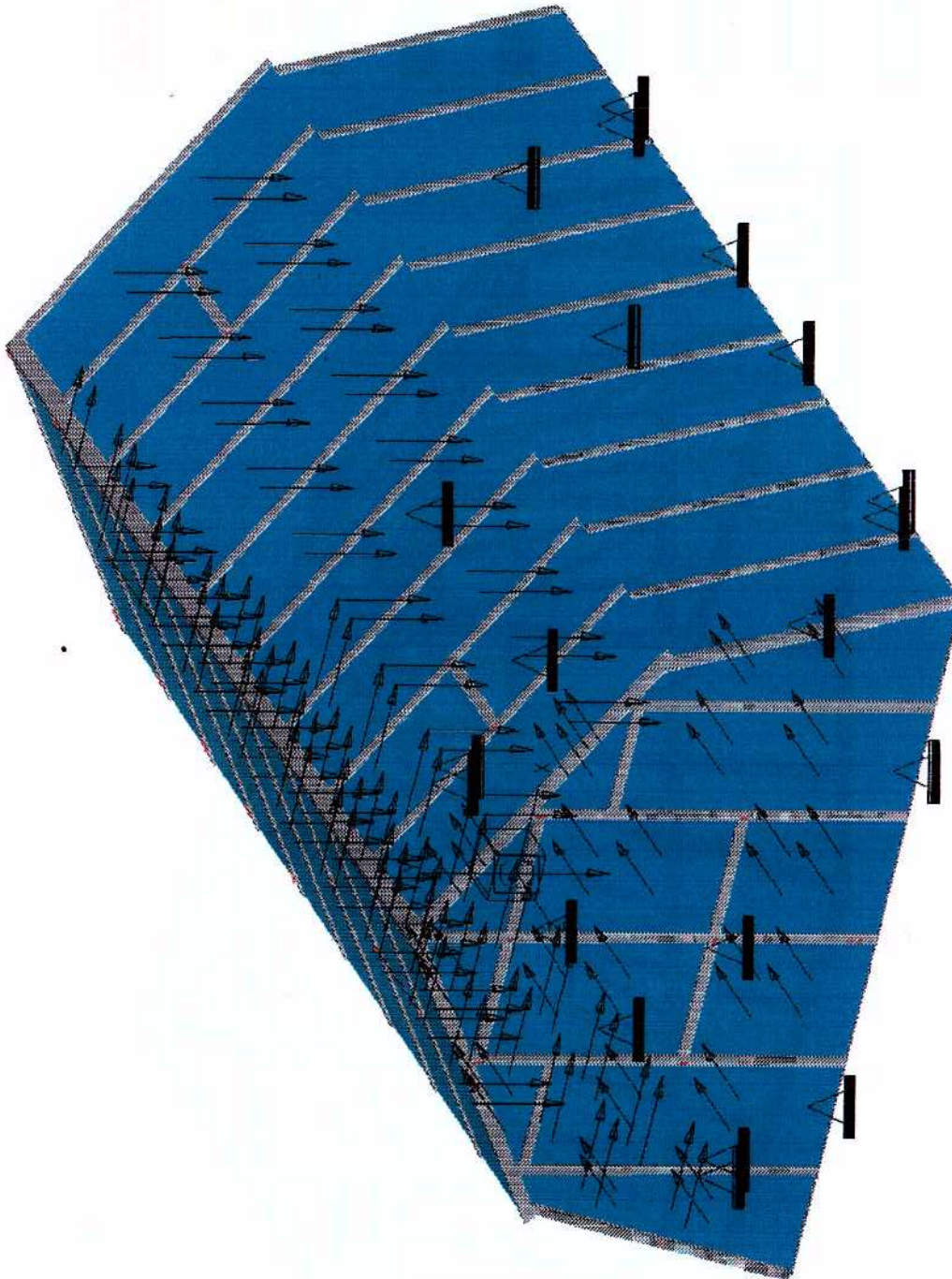
Max Principal napětí

16-18-20

Pages :



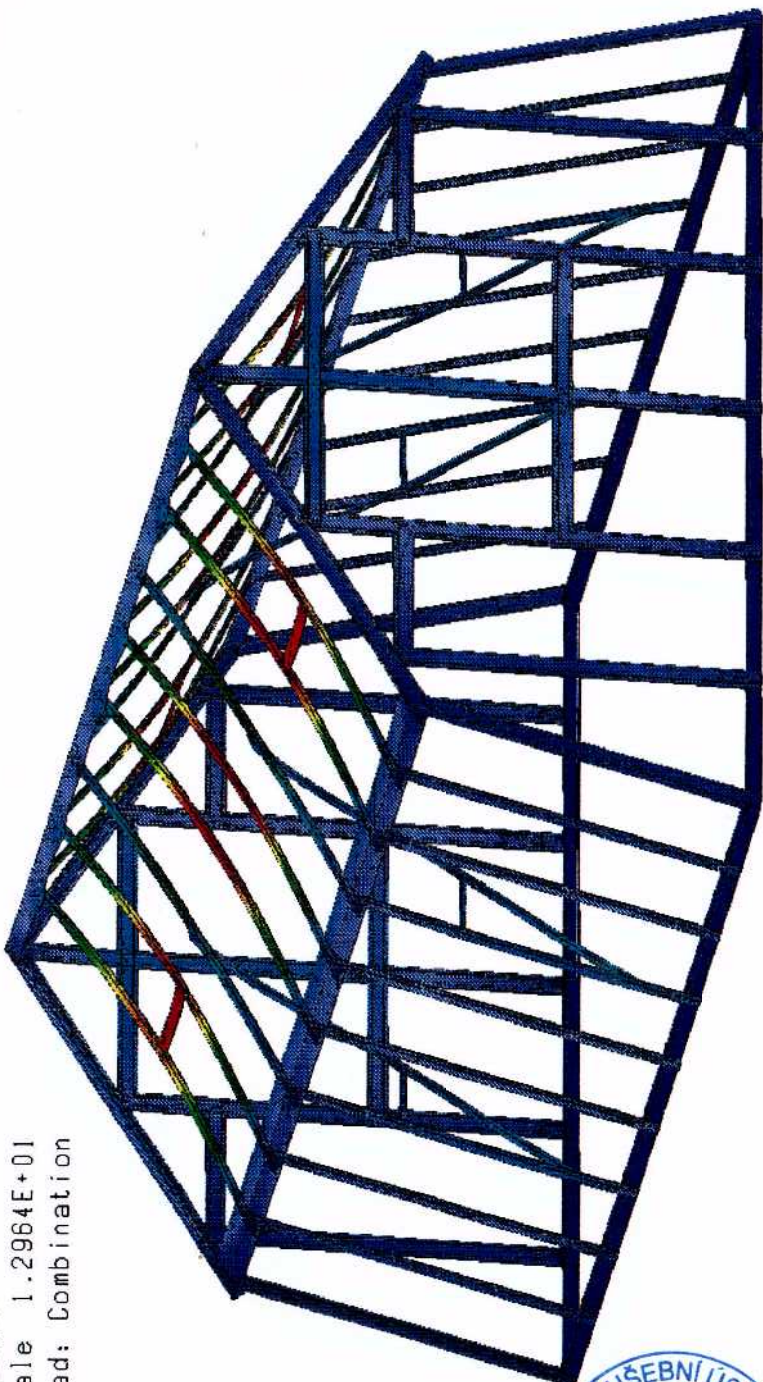
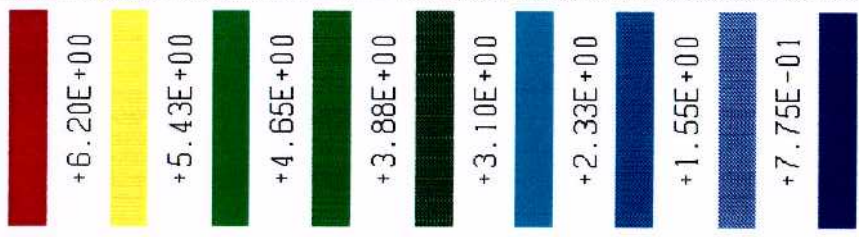
Model sklenik 2 - Body part1 - Group ptecka



PARAMETRIC
TECHNOLOGY
CORPORATION

SKLENIK L 4,5
STRUKTURÁLNÍ MODEL

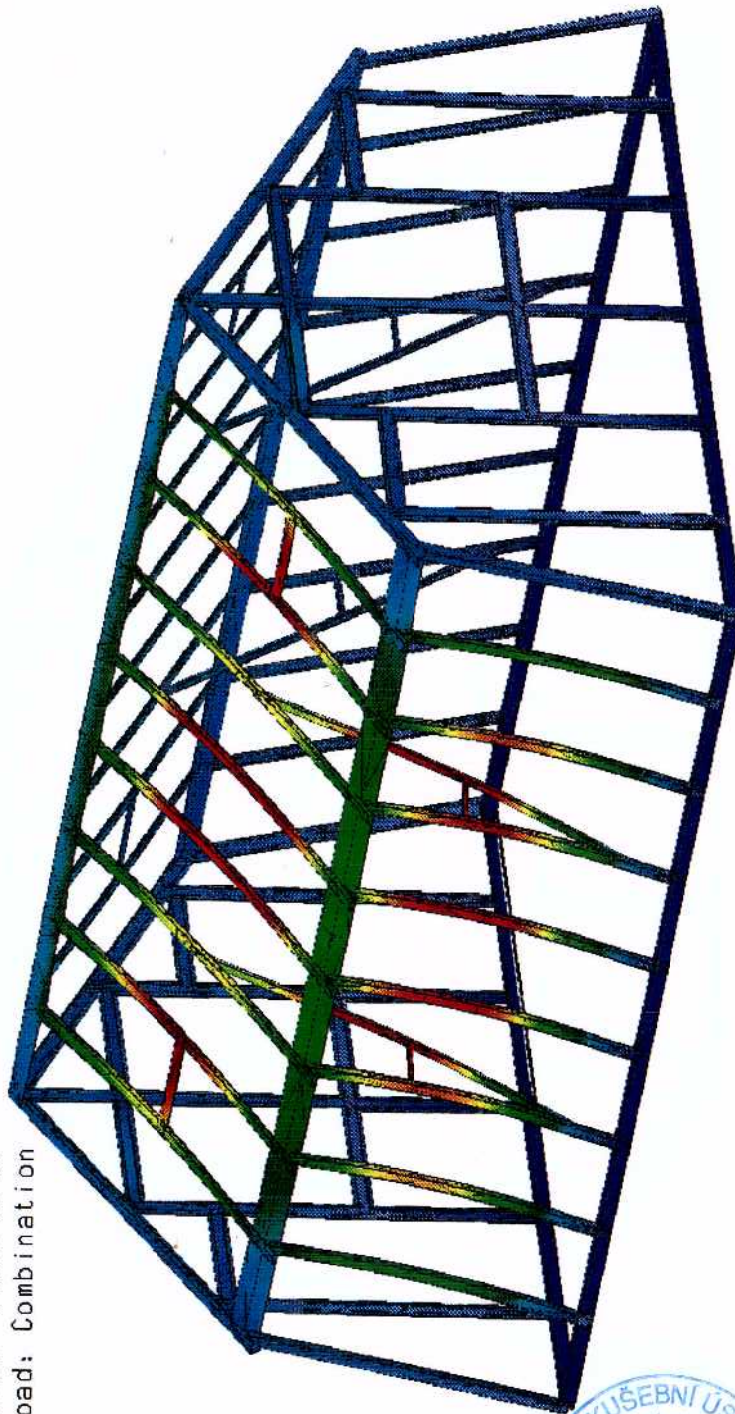
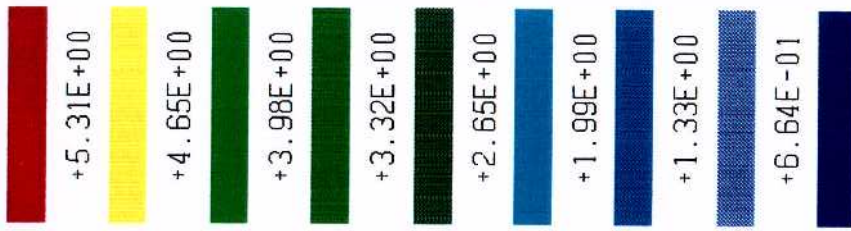
Displacement Mag
 Max +6.9780E+00
 Min +0.0000E+00
 Measure
 Scale 1.2964E+01
 Load: Combination



Displacement Magnitude [mm]



Displacement Mag
Max +5.9737E+00
Min +0.0000E+00
Measure
Scale 1.5124E+01
Load: Combination



Displacement Magnitude [mm]

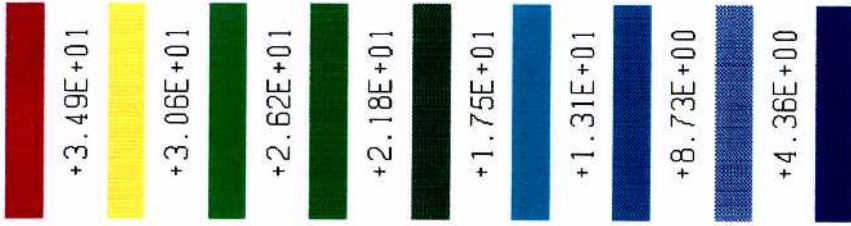
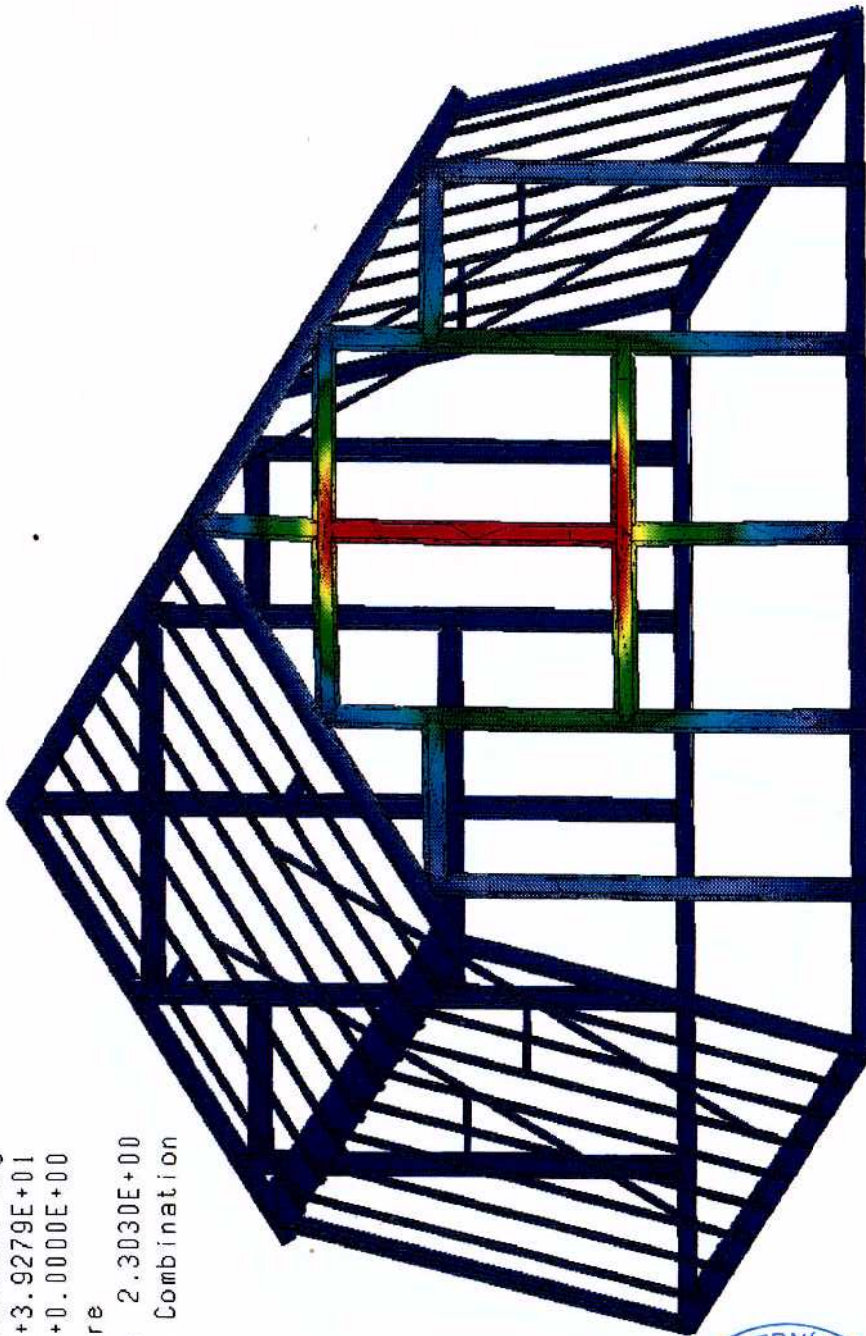


FIG/MECHANICARI
Release 20
00/26/96 - 11/18

SKLENIK LIAIS
ZATIIZENI VLASTNI TIHA + SODNÍ VÍTR
STATICKÁ ANALÝZA

PARAMETRIC
TECHNOLOGY
CORPORATION

Displacement Mag
 Max +3.9279E+01
 Min +0.0000E+00
 Measure
 Scale 2.3030E+00
 Load: Combination



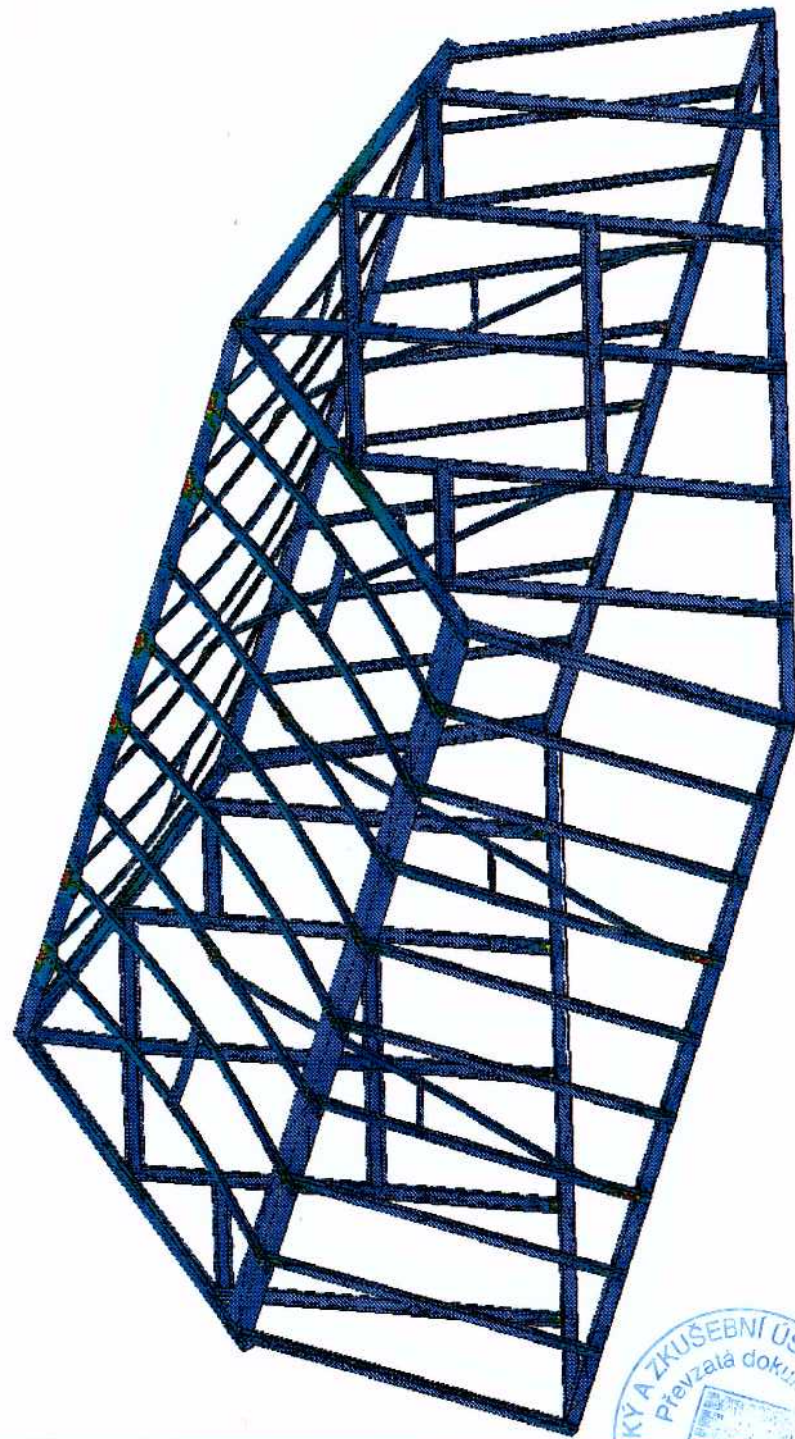
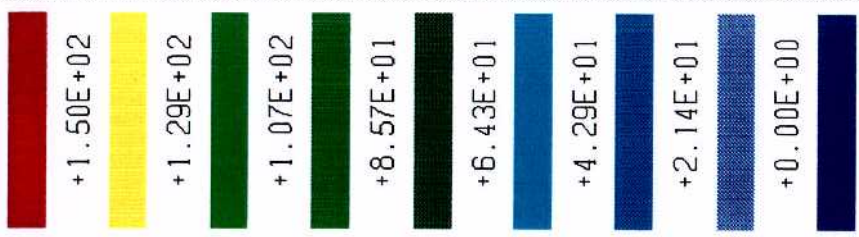
Displacement Magnitude [mm]



FEM/MECHANIKAI (R)
 Release 20
 09/26/06 - 11:25

SKLENIK L.A.S
 ZAŘÍZENÍ VLASTNÍ TIHA - CELNÍ VITR
 STATICKÁ ANALÝZA

PARAMETRIC
 TECHNOLOGY
 CORPORATION



Stress Von Mises [MPa]





Stress Von Mises [MPa]



PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION

SKLENIK L4.5

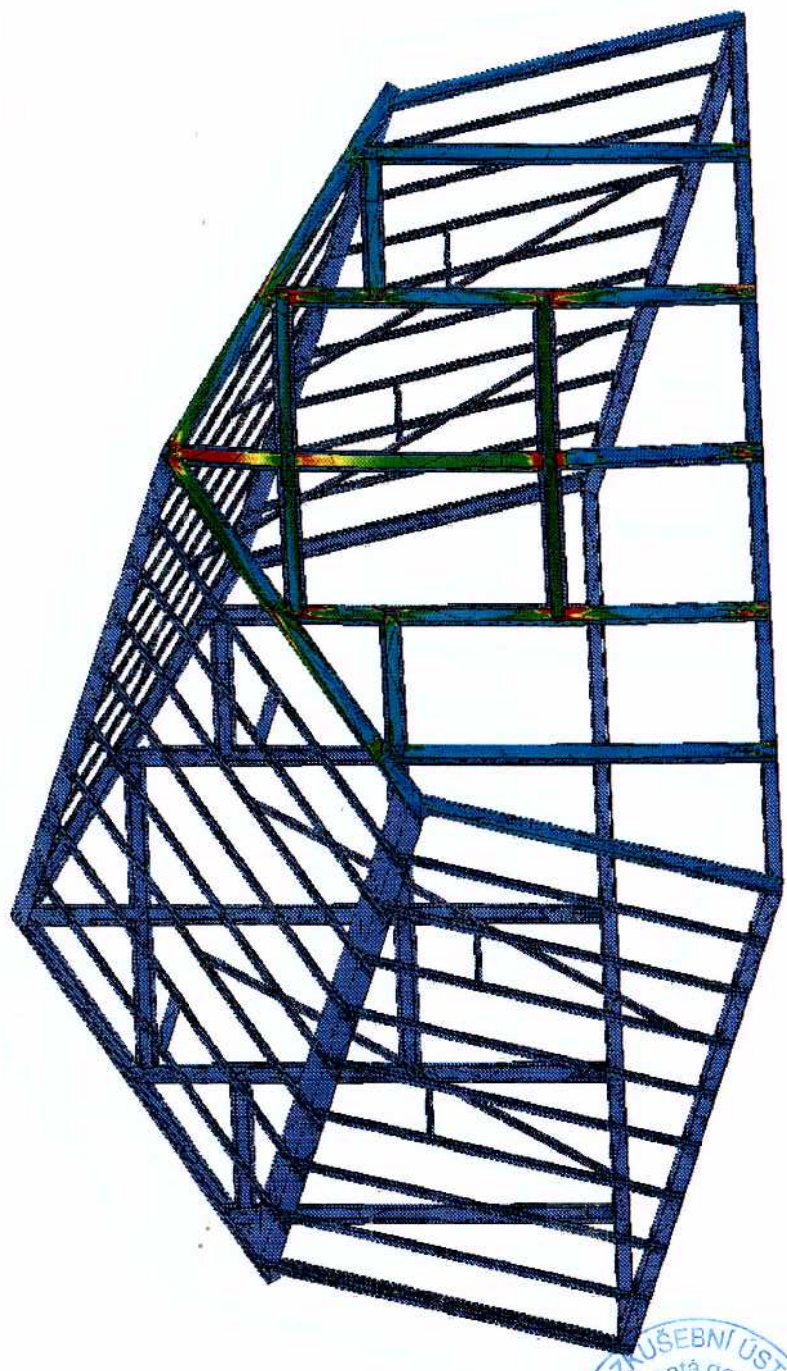
ZATÍŽENÍ: VLASTNÍ TÍŽA + ROZDÍLNÝ VÍTR

STATICKÁ ANALÝZA

PROJEKČNÍ ÚSTAV (PRAHA)

Release 2.0

09/20/98 - 12.15



Stress Von Mises [MPa]



PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION

SKLENIK L4.5

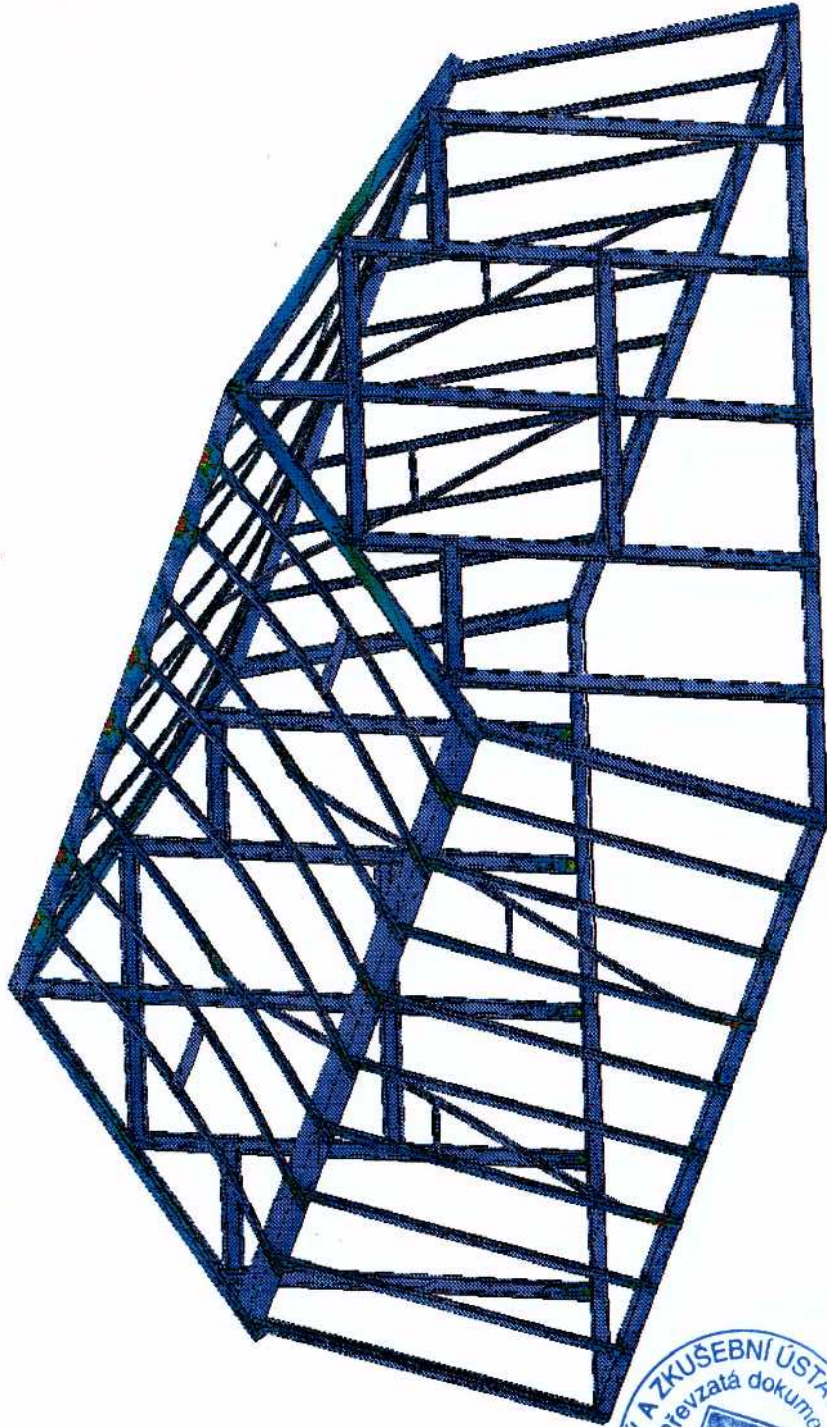
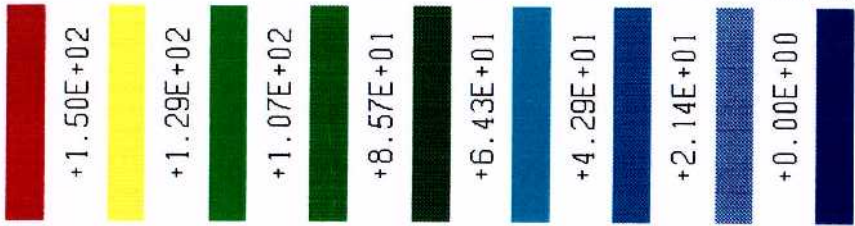
ZATÍŽENÍ : VLASTNÍ TÍHA + DELNÍ VÍTR

STATICKÁ ANALÝZA

PROJEKČNÍ ÚSTAV

Adresa: 20

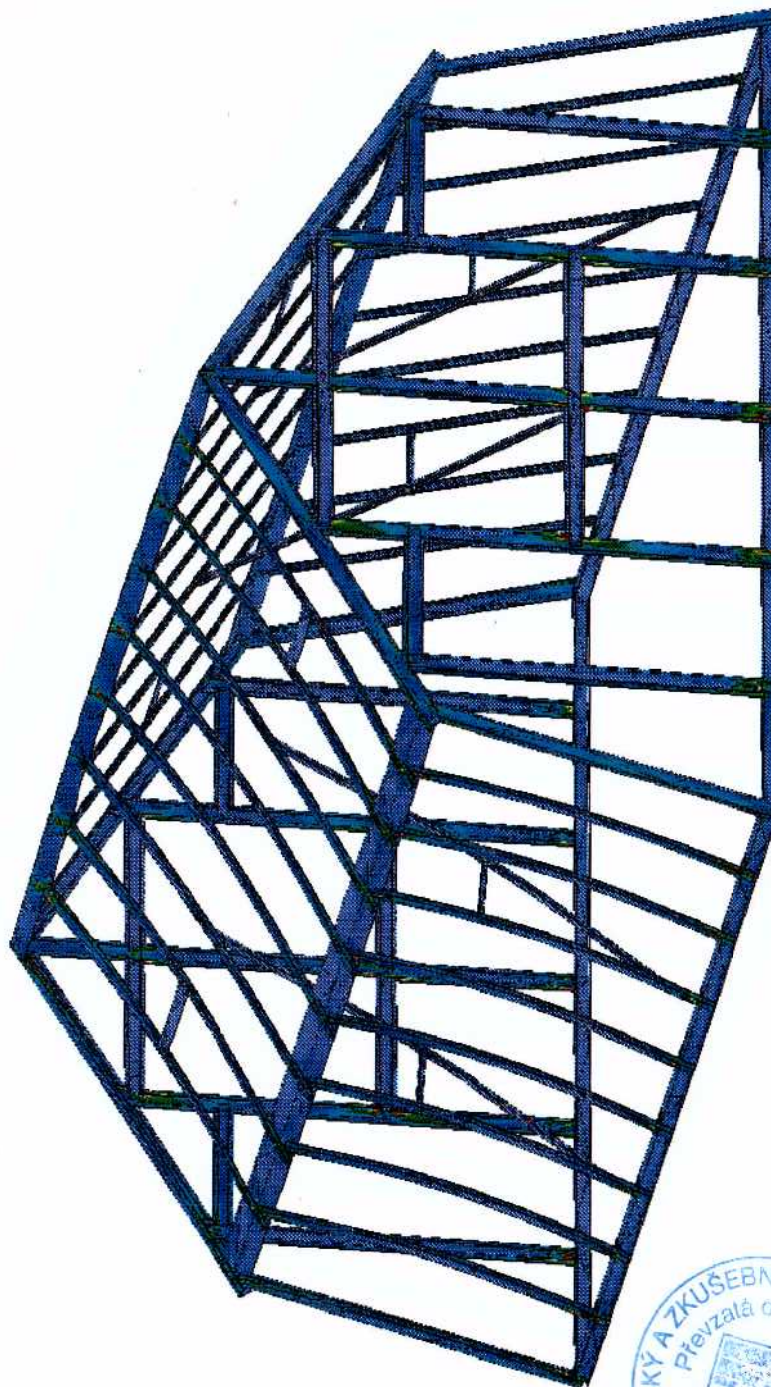
06/26/06 - 12:05



Stress Max Principal [MPa]



PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION
SKLENIK L4.5
ZATÍŽENÍ VLASTNÍ TÍHA + SHEH
STATICKÁ ANALÝZA
06/20/98 - 12.22
PROJEKČNÍ PRÁHA
Release 20



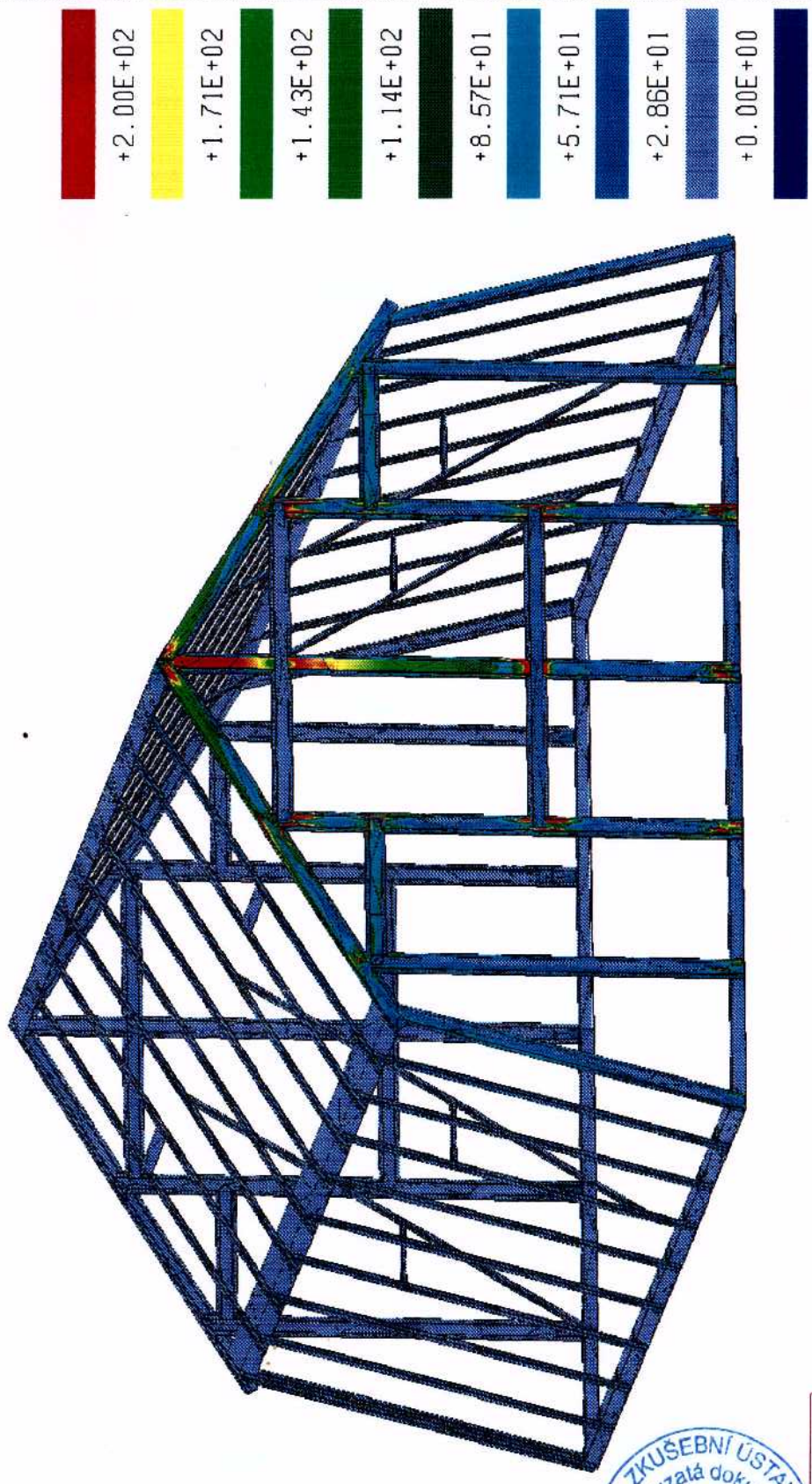
Stress Max Principal [MPa]



PROGRAMMECHANIC(AIR)
Release 2.0
06/26/96 - 12.33

SKLENIK L4.5
ZATUŽENÍ VLASTNÍ TÍHOU + BOČNÍ VĚTR
STATICKÁ ANALÝZA

PARAMETRIC
TECHNOLOGY
CORPORATION



Stress Max Principal [MPa]



APPENDIX C

ANALÝZA VZPĚRNÉ STABILITY

CONTENTS

Page :

Výztuha dolní

2

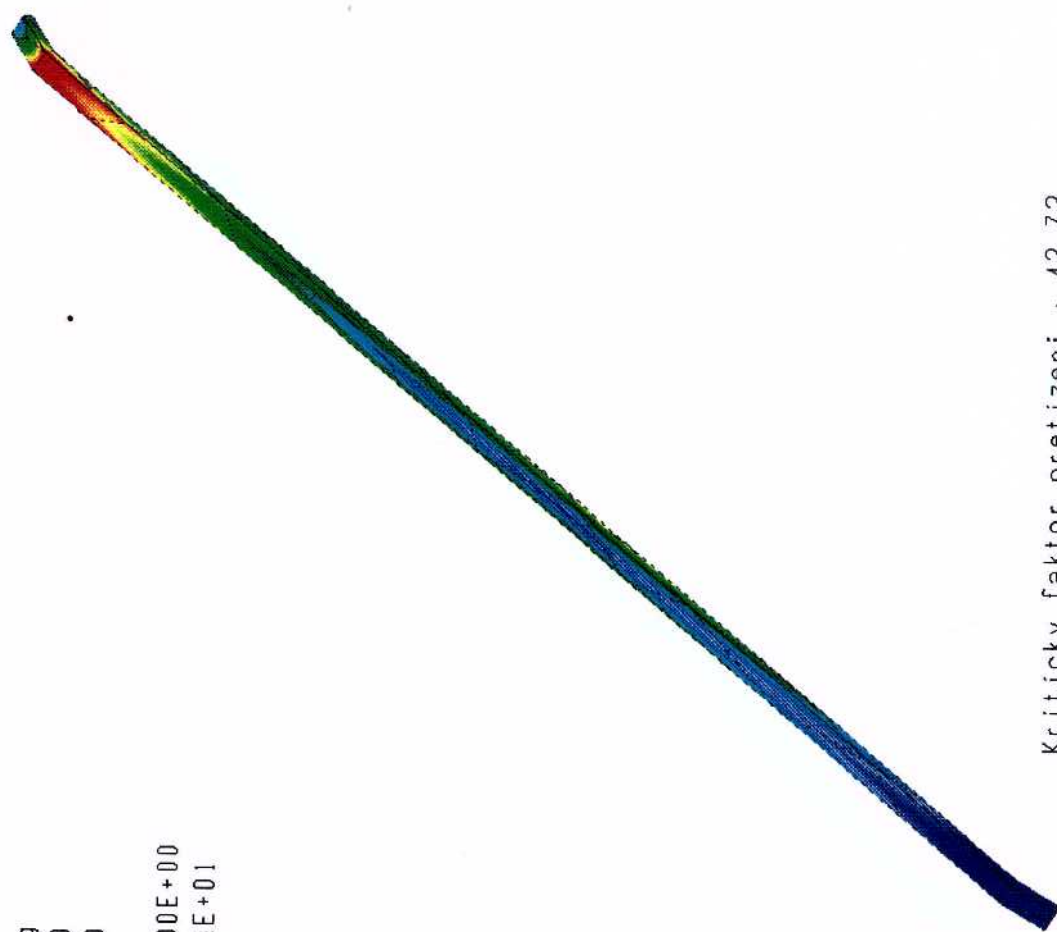
Výztuha podpěry

3

Pages : 3



Displacement Mag
 Max +1.0000E+00
 Min +0.0000E+00
 Original Model
 Max Disp +1.0000E+00
 Mode 1. +4.2724E+01



Kritický faktor pretizeni : 42.72



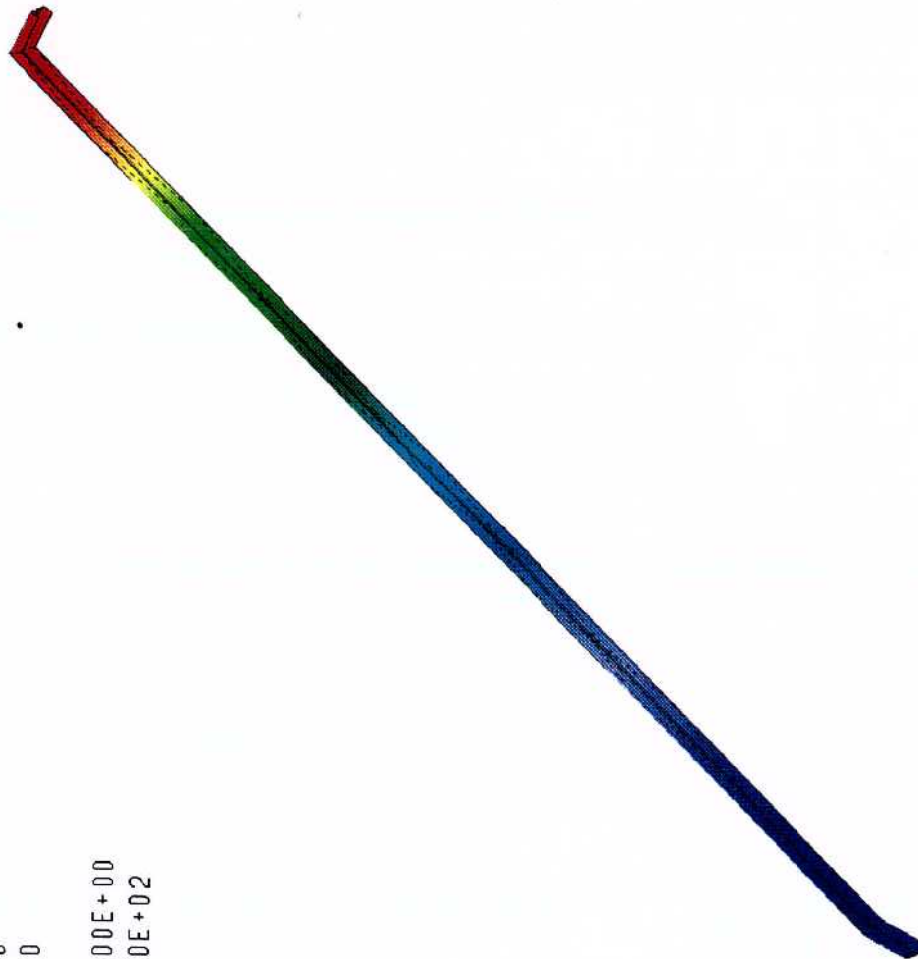
PRO/MECHANIC(AIR)
Release 20

VYŽITUHA DOLNI
ANALYZA VZPERNE STABILITY

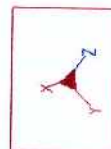
PARAMETRIC
TECHNOLOGY
CORPORATION

BS/29/98 - 12,41

Displacement Mag
 Max +1.0000E+00
 Min +0.0000E+00
 Original Model
 Max Disp +1.0000E+00
 Mode 1. +1.2060E+02



Kritický faktor pretizení : 120.6



P:07MECHANICA(R)
Release 20

06/29/98 -- 13:08

VÝZTUHA POOPERY

ANALÝZA VZPERNE STABILITY

PARAMETRIC
TECHNOLOGY
CORPORATION