

13 Inclassificables

13.13 Arbre 3D. Stuttgart. Plantilla

13.13.1 Arbre 3D. Stuttgart. Exemple

13.13 Arbre 3D. Stuttgart. Plantilla

L'aeroport de Stuttgart, construït el 1991 per l'arquitecte Meinhard Von Genkar, té una de les seves sales amb una coberta suportada per una sèrie d'arbres (fig. 13.18).



Fig. 13.18

El tronc d'aquests arbres parteix d'un punt fix que podem considerar el terra (encara que el naixement dels arbres es produeix a diferents cotes), es ramifica i arriba fins al sostre, lleuger i format per un pla inclinat. Les branques, tubulars de secció circular, es comporten com a veritables pilars, atès que transmeten les càrregues de la coberta al terra, però al mateix temps es comporten com a voladissos successius en el quals els moments flectors es transmeten de branca en branca. En conseqüència, els nusos no són articulats i han de ser capaços de transmetre aquests moments (fig. 13.19). La branca superior, és a dir, la més fina i la que rep en primera instància les sol·licitacions de la coberta, segueix una retícula amb un determinat ordenament en el pla que permet recollir l'estructura de la coberta pròpiament (fig. 13.20). La resta de les branques, així com les altures dels nusos corresponents, poden seguir un esquema aleatori.

Aquesta aplicació s'ha dividit en dues. La primera 13.13 és una plantilla que permet un càlcul estàtic de qualsevol arbre que segueixi la filosofia de l'aeroport de Stuttgart. La segona 13.13.1 intenta analitzar mecànicament el propi arbre de l'aeroport. Atès que no es disposa d'informació al respecte, s'ha considerat a sentiment tant l'altura H com les dimensions a_{111} - a_{132} i a_{111} - a_{334} en planta. De la mateixa manera s'actua amb la retícula de la transmissió de càrregues de la coberta a les branques inferiors.



Fig. 13.19

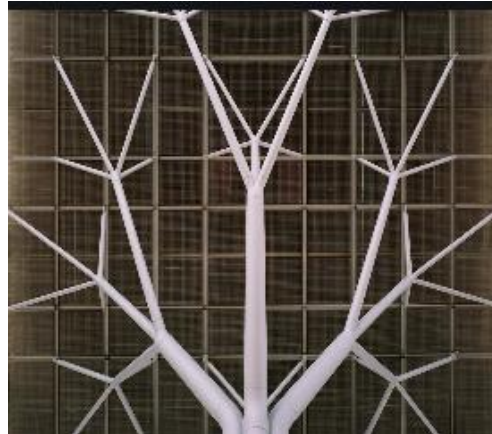


Fig. 13.20

Del tractament amb GeoGebra s'ha d'indicar el següent:

A la pantalla 3D de Geogebra es representa exclusivament l'arbre i les forces exteriors que s'entreguen al nivell superior (fig. 13.21). L'arbre consta de 5 nivells a...e. El nivell superior és l'a. En aquest es troben 48 punts o nusos, tots en el mateix pla horitzontal, formant la coberta. A cadascun dels nusos es troba aplicada una força vertical F_i que representa les càrregues gravitatòries, ja siguin d'utilització, manteniment, pes propi, neu... Forces que es graduen des del mateix espai 3D a partir d'una certa escala de forces la qual, de la mateixa manera que l'escala de longituds, es troba en la segona pantalla gràfica. La numeració del nusos està compresa entre l'a111 i l'a431 en grups de 4. El segon nivell b el formen 12 nusos numerats del b11 al b43 i que recullen en grups de 4 les branques que parteixen del nivell a. El nivell c el formen 4 nusos c1 a c4 i sobre ells s'entreguen les branques que provenen del nivell b. El nivell d el forma un sol nus d i recull les 4 branques del nivell c. El nivell e el forma el naixement del tronc. Els nusos dels nivells b, c i d no tenen per què coincidir en un determinat pla i la seva altura, igual que l'altura total H, es regula a la pantalla 3D (punts negres). A la primera pantalla gràfica es troben botons de control que permeten escapçar branques de l'arbre (amb 4 sectors) per facilitar l'accés a l'entrada del valor de les forces F_i . En total l'arbre té, inclòs el tronc, 65 branques.

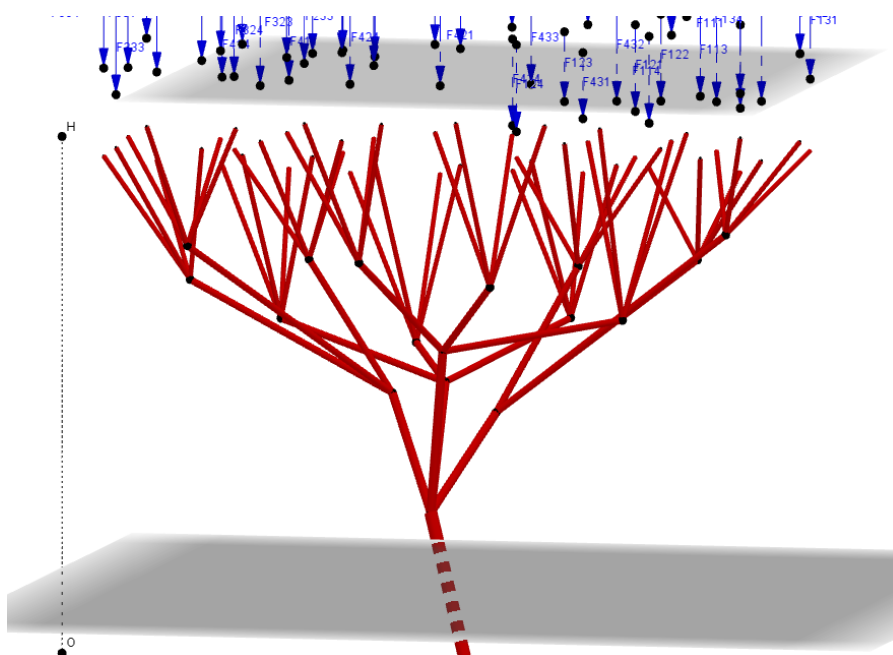


Fig. 13.21

A la primera pantalla gràfica (fig. 13.22), que presenta els objectes amb dues dimensions, es troba la projecció en planta de tots els nusos de tots els nivells. Aquests nusos son punts mòbils, de forma que permeten el moviment en el pla dels nusos, l'altura dels quals s'ha determinat a la pantalla 3D.

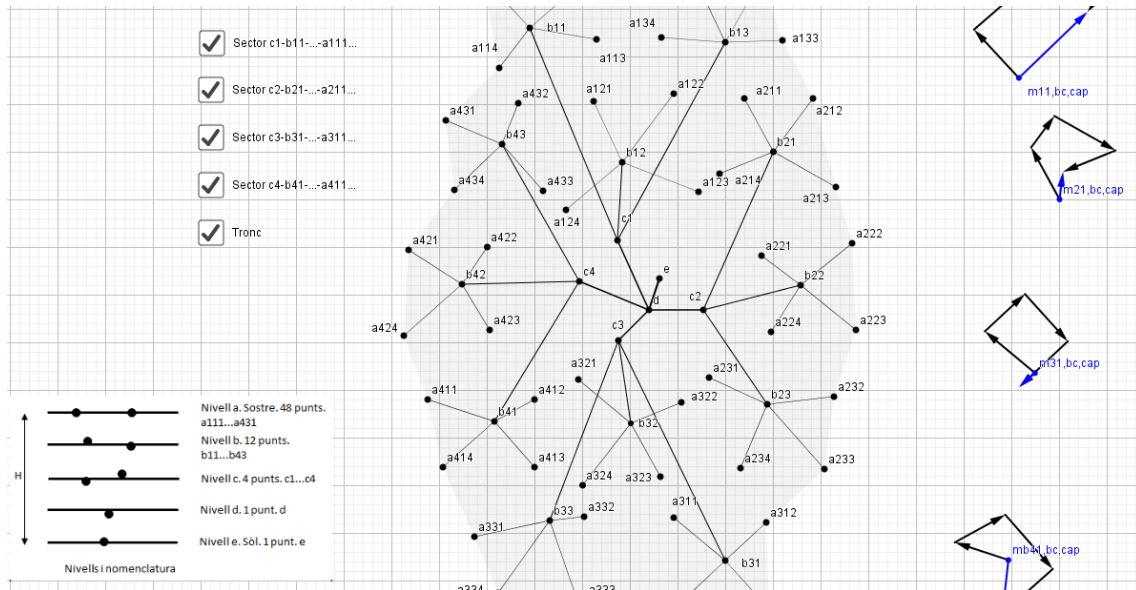


Fig. 13.22

A la segona pantalla gràfica (fig. 13.23), apart de les escales i la lupa, es troben les dades introduïdes, tant de geometria com de càrregues, i també els resultats obtinguts expressats amb les sol·licitacions a què està sotmesa cada branca.

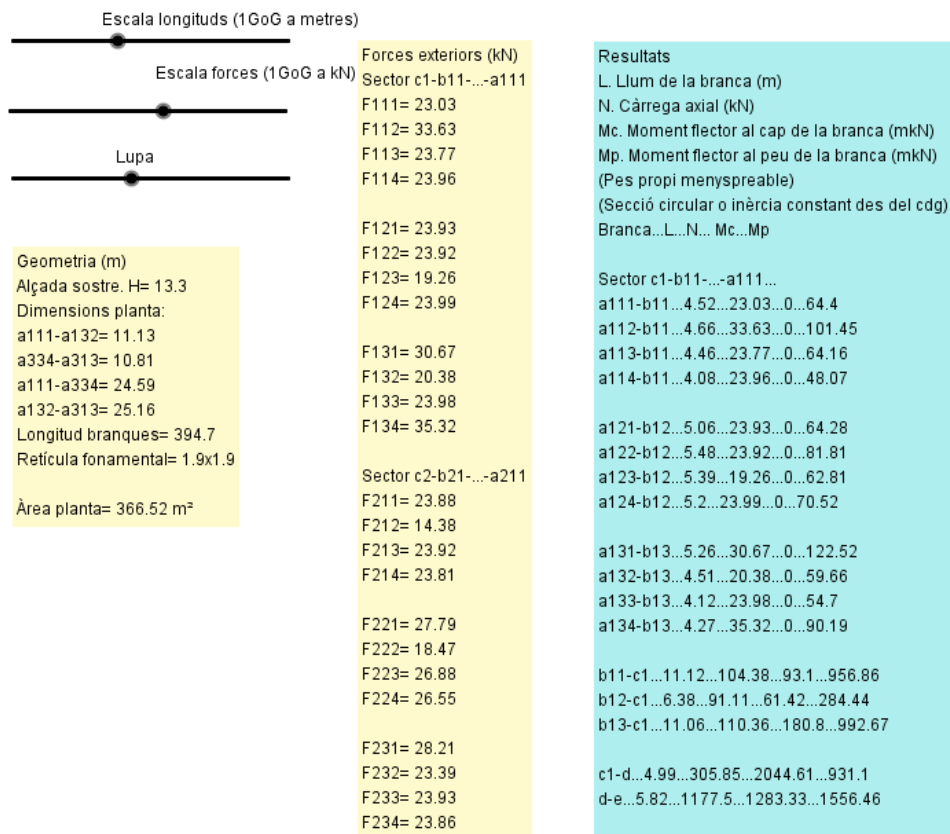


Fig. 13.23

Els moments flectors a les branques es calculen de la següent manera. En el peu de la branca Mp el moment flector es calcula simplement multiplicant la càrrega al cap per la distància en planta entre el cap i el peu. En el cap el moment aplicat és el resultat dels moments en el peu de les branques immediatament superiors. Atès que un moment flector es pot expressar com un vector perpendicular al pla que formen les dues forces que configuren el parell de forces, s'han compost geomètricament aquests vectors obtenint un resultat que és el que s'aplica al cap de la branca. Lògicament, cada vector té un pla associat. Si la secció és circular, com és el cas, això no afecta al dimensionat, però si la secció no fos circular, aquest pla s'hauria de determinar. La composició gràfica de moments es troba a la primera pantalla gràfica i la lupa permet aproximar les formes.

13.13.1 Arbre 3D. Stuttgart. Exemple

Per assimilar-se al màxim a l'arbre de l'aeroport, s'han fet els següents supòsits.

.1. Els nusos en planta se suposen col·locats a la retícula exposada a la figura 13.24. Això implica que els nusos que formen les branques adopten una figura simètrica en els dos eixos x i y. El tronc principal, del nivell d a l'e, és vertical i, exclosos els nusos del nivell a, amb l'altura regulada pel punt H, s'ha donat una altura aleatòria als nusos dels altres nivells.

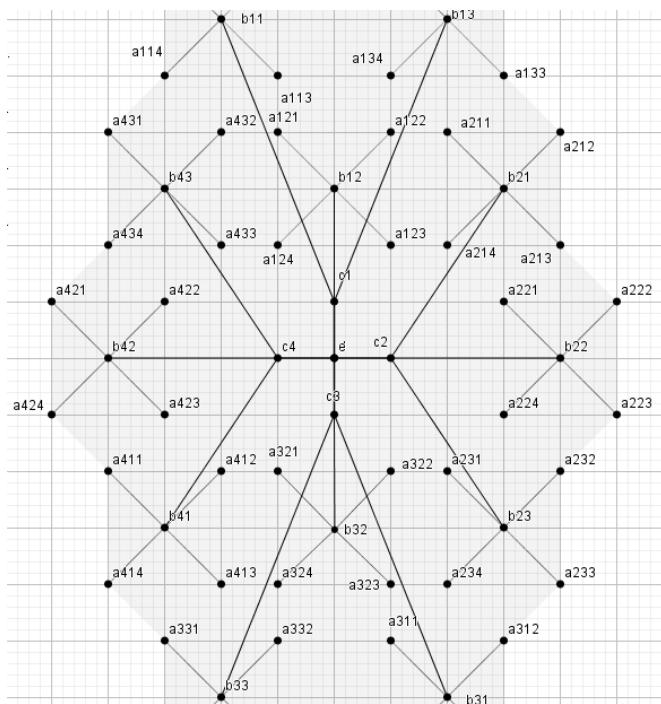


Fig. 13.24

.2. L'altura total de l'arbre ha estat d' $H = 13.3$ m i les dimensions en planta d' $a_{111}-a_{132} = 11.4$ m i $a_{111}-a_{334} = 26.6$ m. La secció (ombrejada en gris a la planta) ha resultat d' $A = 389.98$ m². Igualment, la longitud de les branques és de 403.94 m.

.3. Les càrregues exteriors introduïdes F_i han estat calculades de tal manera que la càrrega repercutida, repartida en planta, resultés aproximadament de 3 kN/m². Finalment, ha estat de 2.94 kN/m², valor aconseguit amb càrregues concentrades F_i aplicades en els nusos a_i de valor aproximat a 23.8 kN. El total de càrregues exteriors (coincident amb la càrrega en el tronc d-e) ha estat de 1146.24 kN.

.4. Adoptant uns valors característics, per exemple, de les branques del nivell b al c, tindriem un axial $N= 95 \text{ kN}$ i un moment flector $M= 975 \text{ mkN}$. Per a un tub de diàmetre exterior 400 mm i un interior de 250 mm i un gruix, per tant, de 75 mm , es determinaria un àrea de $A= 765 \text{ cm}^2$ i un moment d'inèrcia d' $I= 106488 \text{ cm}^4$. La tensió obtinguda ha estat de $\sigma= 184.31 \text{ N/mm}^2$.