

Upperbound statespace

De upperbound zonder dat er naar de constraints wordt gekeken is heel hoog. Namelijk $\text{slots!}/(\text{slots} - \text{sessions})!$ voor $\text{slots} = 140$ is en $\text{sessions} = 72$ geeft dit $5.42815304e144$. Nu nemen we dat er 72 sessions zijn, maar als werkcolleges en practica ook worden ingedeeld zal het aantal sessions meer worden en de upperbound dus hoger.

Echter zitten er vele constraints aan het indelen van de vakken dus het werkelijke aantal roosters is een stuk kleiner. Als we aannemen dat we de vakken indelen op volgorde van het aantal colleges dat ze hebben, waarbij we beginnen met de vakken die de meeste colleges hebben ziet de formule er al anders uit.

Aantal colleges	Vakken met dat aantal colleges
1	7
2	10
3	5
4	5
5	2

Het begin van de formule is simpel: het aantal opties voor het indelen van de vakken met 5 colleges. Deze vakken hebben namelijk elke dag een college:

$140 * (140 - 28) * (140 - 2 * 28) * (140 - 3 * 28) * (140 - 4 * 28) * 135 * (135 - 27) * (135 - 2 * 27) * (135 - 3 * 27) * (135 - 4 * 27)$.

Omdat voor de vakken met 2 t/m 4 colleges per vak meer aannames nodig zijn, en we die op het moment nog niet hebben gedaan. Zullen we hierbij nog niet naar de verspreiding constraint kijken. Er zijn $2 * 10 + 3 * 5 + 4 * 5 = 55$ sessies in totaal bij deze vakken. Voor deze sessies zijn er na het indelen van de vakken met 5 colleges nog 130 slots vrij. Dus dan komt de term $130!/(130-55)!$ bij de formule.

Het laatste deel van de formule is wel weer simpel: de vakken met 1 college hebben namelijk (gekeken naar alleen de verspreiding constraint) geen constraints. Wanneer we deze aan het einde indelen zijn er nog $140 - 72 + 7 = 75$ slots vrij. Dus dan is het laatste deel van de formule $75 * 74 * 73 * 72 * 71 * 70 * 69$.

Een lagere upperbound is dus:

$140 * (140 - 28) * (140 - 2 * 28) * (140 - 3 * 28) * (140 - 4 * 28) * 135 * (135 - 27) * (135 - 2 * 27) * (135 - 3 * 27) * (135 - 4 * 27) * 130!/(130-55)! * 75 * 74 * 73 * 72 * 71 * 70 * 69 = 9.272711e141$.

Dit is dus duidelijk een kleiner dan de oorspronkelijke upperbound maar nog steeds een enorm groot getal.

Upperbound maluspunten

- Voor het gebruik van het avondslot kunnen er max $5 * 20 = 100$ maluspunten zijn.
- Voor studenten die niet in de zaal passen kunnen er max 1332 maluspunten zijn. Dit is berekend met de aanname dat alle colleges in het kleinste lokaal geroosterd zijn dat een capaciteit heeft van 20 mensen. Wel is er rekening mee gehouden met het maximum aantal studenten dat mag deelnemen aan een werkcollege en practicum. Voor de verschillende type colleges zijn dus verschillende formules die er als volgt uitzien:
 - lecture: $(E(\text{studenten}) - 20) * \#lectures$
 - tutorial: $(\text{max_studenten_tutorial} - 20) * \text{ceiling}(E(\text{studenten}) / \text{max_studenten_tutorial})$
 - practical: $(\text{max_studenten_practical} - 20) * \text{ceiling}(E(\text{studenten}) / \text{max_studenten_practical})$

Als voor alle vakken de som van deze waarden wordt genomen en dit bij elkaar wordt opgeteld kom je dus op 1332 maluspunten.

- Voor de verspreiding van vakken kunnen er max 430 maluspunten zijn. Dit is berekend door het aantal vakken dat 1 activiteit heeft * 0 + het aantal vakken dat 2 activiteiten heeft * 10 + het aantal vakken dat 3 activiteiten heeft * 20 etc.
- Voor de vakconflicten van individuele studenten kunnen er max 11417 maluspunten zijn. Dit is berekend door ervan uit te gaan dat alle activiteiten van de studenten op hetzelfde moment zijn geroosterd. Waarbij de definitie van een vakconflict is dat bij x activiteiten die tegelijk zijn gepland er $x + (x - 1) + (x - 2) + \dots + 2 + 1$ conflicten zijn.

De upperbound van het aantal maluspunten is dus $100 + 1332 + 430 + 11417 = 13279$

Upperbound bonuspunten

- Voor de verspreiding van vakken kunnen er max $(29 - 7) * 20 = 440$ bonuspunten zijn. Waarbij 29 - 7 het aantal vakken met meer dan 1 college is.
- Voor het niet hebben van vakconflicten van individuele studenten kunnen er max $609 * 1 = 609$ bonuspunten zijn.

De upperbound van het aantal bonuspunten is dus $440 + 609 = 1409$.