



DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE

TDT4171 METODER I KUNSTIG INTELLIGENS

Assignment 3 - Making Decisions

JOSTEIN HJORTLAND TYSSE

Table of Contents

1	Decision Network	1
a)	Drawing the Network	1
b)	Computing Expected Utility	2
2	Decision Support System	4
1	Valg	4
1.1	Smøre ski i dag	4
1.2	Trening i morgen	5
2	Tilfeldige variabler	5
2.1	Årstid	5
2.2	Vær	5
2.3	Snødybde	6
2.4	Skade på skisålen	6
2.5	Snøtype	6
2.6	Glid	6
2.7	Andre folk i nærheten	7
2.8	Fall i skiløypen	7
2.9	Skadet av fall i skiløypen	7
2.10	Knekke en skistav	7
2.11	Glatt på asfalten	7
2.12	Fall på asfalten	7
2.13	Skadet av fall i skiløypen	8
3	Utility	8
3.1	Trening i vær	8
3.2	Skadet av fall	8
3.3	Skade på skisålen	8
3.4	Knekke skistav	8
3.5	Snøtype	9
3.6	Glid	9
3.7	Voksing av ski	9
4	Validering	9
4.1	Scenario 1	9
4.2	Scenario 2	10
4.3	Scenario 3	10

5	Oppsummering / Diskusjon	11
---	------------------------------------	----

1 Decision Network

We are going to help Geir decide if he should buy the textbook or not. First, we draw the decision network, and then we calculate the expected utilities for buying and not buying the book.

a) Drawing the Network

Figure 1 shows two representations of the decision network. These represent the same thing, and I will use the long and short variable names interchangeably for the rest of the exercise.

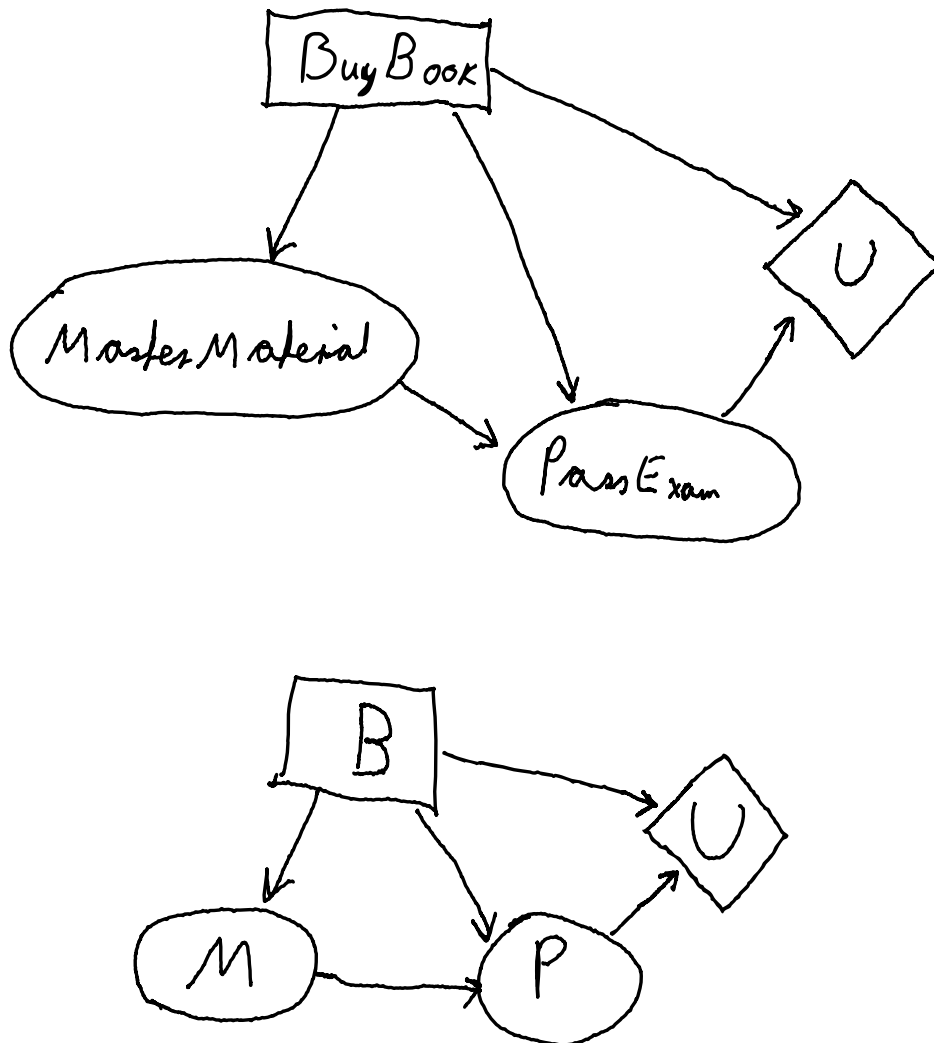


Figure 1: Decision Network for Geir's Problem

b) Computing Expected Utility

We are now going to compute the expected utilities for buying and not buying the book. First, we calculate the probability for passing the course, given the decisions for buying and not buying the book. This calculation is shown in Figure 2.

$P(\text{Master})$	Buy Book	$P(\text{Pass})$	Master	Book
0.65	0	0.2	0	0
		0.4	0	1
0.9	1	0.7	1	0
		0.9	1	1

We want $P(\text{Pass} \mid \text{BuyBook})$ and
 $P(\text{Pass} \mid \neg \text{BuyBook})$.

$$\begin{aligned} P(P \mid B) &= P(P \mid M, B) \cdot P(M \mid B) + P(P \mid \neg M, B) \cdot P(\neg M \mid B) \\ &= 0.9 \cdot 0.9 + 0.4 \cdot 0.1 = 0.81 + 0.04 = \underline{\underline{0.85}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(P \mid \neg B) &= P(P \mid M, \neg B) \cdot P(M \mid \neg B) + P(P \mid \neg M, \neg B) \cdot P(\neg M \mid \neg B) \\ &= 0.7 \cdot 0.65 + 0.2 \cdot 0.35 = 0.455 + 0.07 = \underline{\underline{0.525}} \end{aligned}$$

Figure 2: Calculation of Probabilities for Passing

We can now calculate the expected utilities. Figure 3 shows these calculations. We can see that buying the book gives an expected utility of 1635, whereas not buying the book gives an expected utility of 1102.5. This means that **Geir should buy the book** to maximize expected utility.

Utility

Buy Book = 1

$$\begin{aligned}
 EU(B=1) &= \overset{U(\text{Pass})}{P(P|B)} \cdot 2100 + \overset{U(\text{Fail})}{P(\neg P|B)} \cdot 0 - 150 + \overset{U(\text{Buy Book})}{0 \cdot 0} \\
 &= 0.95 \cdot 2100 + 0 - 150 = \underline{\underline{1635}}
 \end{aligned}$$

Buy Book = 0

$$\begin{aligned}
 EU(B=0) &= P(P|\neg B) \cdot 2100 + P(\neg P|\neg B) \cdot 0 + 0 \cdot -150 + 1 \cdot 0 \\
 &= 0.525 \cdot 2100 + 0 = \underline{\underline{1102.5}}
 \end{aligned}$$

Figure 3: Calculation of Expected Utilities

2 Decision Support System

Jeg ønsker å få hjelp til å finne ut hvordan jeg bør trene for at jeg skal bli mest mulig fornøyd. Den type trening jeg liker aller best, er å stå på ski. For å få gode ski, bør jeg smøre skiene før skituren. Jeg liker også å gå på rulleski og jogge, men ikke i like stor grad som å gå på ski. Figure 4 viser modellen for beslutningsproblemet. Det er ønskelig å maksimere utility-noden “sum”, som er en additiv utility-funksjon med 8 utilities som input.

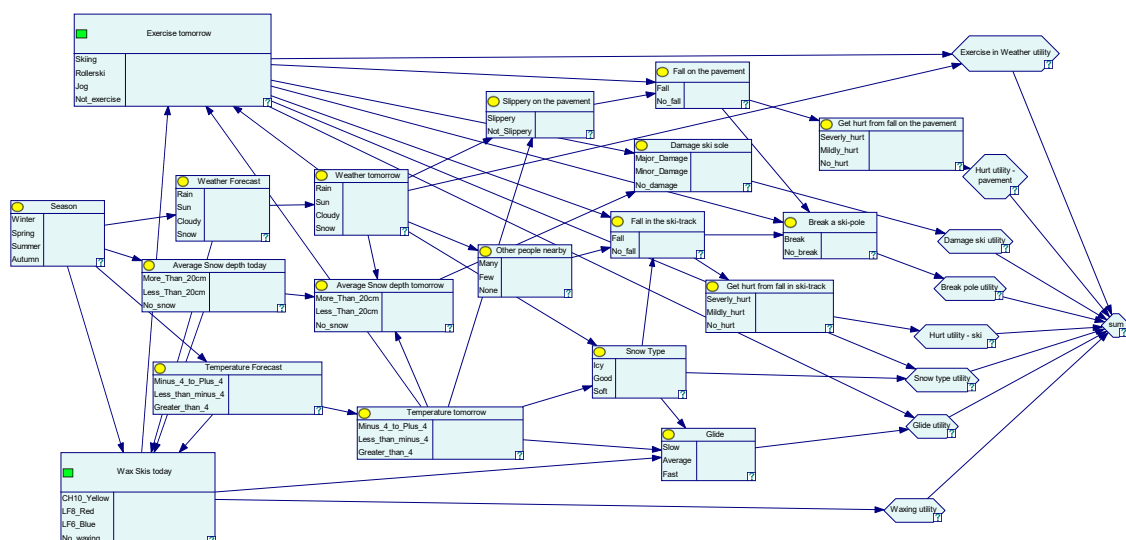


Figure 4: Oversikt over netverket

1 Valg

En viktig del av en skitur, er hvordan skiene oppfører seg på snøen. Hvordan skiene er smurt kan ha mye å si for hvordan gliden er. Do to valgene som gjøres her, gjøres på to etterfølgende dager. Jeg ønsker å komme meg ut å trene forholdsvis tidlig, og da har jeg ikke tid til å smøre ski samme dag som jeg skal trene.

1.1 Smøre ski i dag

Jeg går kun på skøyteski, som vil si at det ikke brukes festevoks, men kun glidvoks. Hvordan skiene er smurt kan ha mye å si for hvordan gliden er. Jeg har inkludert tre ulike typer skismørning, som er best å bruke på tre forskjellige temperaturer.

Smørningen gjør at skiene glir bedre, men det er en del arbeid for å påføre voksen. Det er forskjellig hardhet på de ulike voksene, og det er lettere å smøre med mykere voks. I stigende rekkefølge på hardhet har vi gul, rød og blå voks.

I modellen vil det gi en negativ utility å smøre skiene, mens ingen smøring vil gi 0. Jo hardere voks, jo mer negativ utility.

Før jeg tar valget om å smøre ski, har jeg observert hvilken årstid det er, gjennomsnittlig snødybde i skiløypen i dag, og værmeldingen for i morgen.

1.2 Trening i morgen

Valget om å dra på trening skjer tidlig dagen etter valget om smøring av ski. Før valget om trening tas, har vi i tillegg observert hvilket vær det faktisk ble. Snødybden er fremdeles ukjent siden den kan påvirkes av dagens vær.

Jeg har valget mellom å dra på ski, gå på rulleski, ta en joggetur eller ikke trene i det hele tatt.

2 Tilfeldige variabler

Modellen består av 17 ulike variabler. Av disse er 4 kjente før valget om å smøre ski skal gjøres, og ytterligere 2 er kjent før valget om trening skal tas. Sannsynlighetene er basert på mine opplevelser, og har blitt justert litt mer pessimistisk etter **the Almanac Game** viste at jeg har en tendens til å være optimistisk.

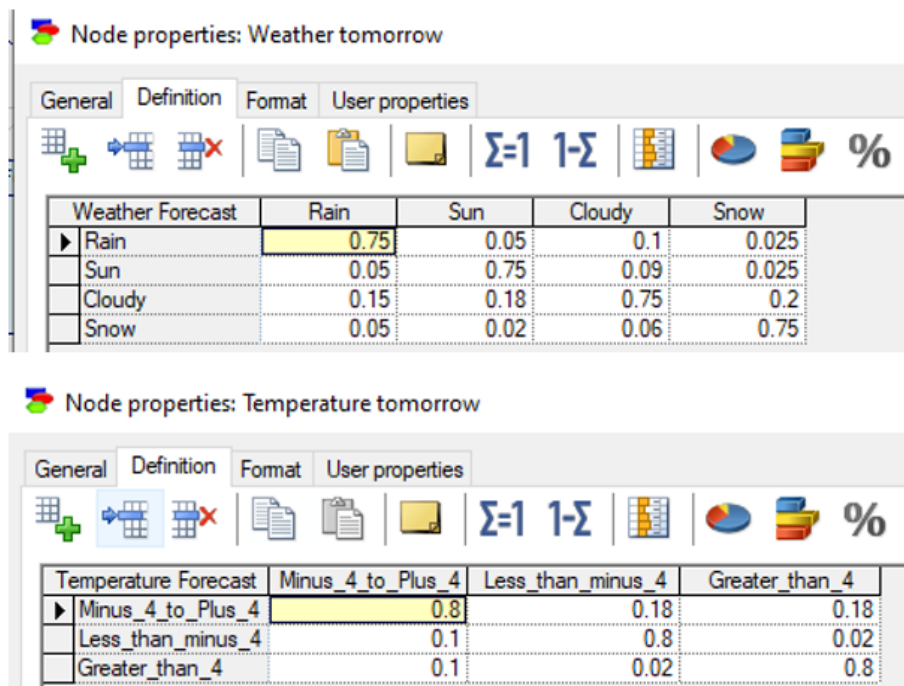
2.1 Årstid

For å ha en modell som kan brukes hele året, har jeg inkludert årstid. Hovedpoenget med å ha med denne variabelen er for å kunne gi betingede sannsynligheter til værmeldingen og snødybde, dersom disse er ukjent.

Dersom vi velger en tilfeldig dag i året, antar vi at hver årstid ha en sannsynlighet på 25 %, det vil si at hver årstid varer like lenge.

2.2 Vær

Jeg har delt været inn i to forskjellige variabler, **vær-type** og **temperatur**. Det er i tillegg variabler for værmeldingen, som observeres før jeg velger om jeg skal smøre ski. Det er ikke nødvendigvis slik at værmeldingen stemmer, sannsynlighetene for dette er vist i Figure 5.



The figure shows two screenshots of a software interface for defining node properties. The top window is titled 'Node properties: Weather tomorrow' and the bottom window is titled 'Node properties: Temperature tomorrow'. Both windows have tabs for 'General', 'Definition', 'Format', and 'User properties'. The 'Definition' tab is selected in both. Each window contains a table with forecast types as rows and specific weather/temperature conditions as columns, with numerical probability values in the cells.

Weather Forecast	Rain	Sun	Cloudy	Snow
Rain	0.75	0.05	0.1	0.025
Sun	0.05	0.75	0.09	0.025
Cloudy	0.15	0.18	0.75	0.2
Snow	0.05	0.02	0.06	0.75

Temperature Forecast	Minus_4_to_Plus_4	Less_than_minus_4	Greater_than_4
Minus_4_to_Plus_4	0.8	0.18	0.18
Less_than_minus_4	0.1	0.8	0.02
Greater_than_4	0.1	0.02	0.8

Figure 5: Sannsynlighetsmodell for værmelding

Værtype kan ta verdiene *regn, sol, overskyet* eller *snø*.

Temperatur har jeg delt inn i tre kategorier, *over 4 grader, mellom minus 4 og pluss 4*, og *under minus 4*. Denne forenklingen er gjort for å unngå ekstremt mange kombinasjoner som vil komplisere modellen. Disse verdiene er valgt fordi snø har forholdsvis like egenskaper innenfor hver av disse tre temperatur-områdene.

En antagelse som gjøres, er at temperaturen og været er konstant i løpet av dagen.

2.3 Snødybde

For å gå på ski, er man avhengig av snø i løypen. Jeg har delt snødybden inn tre mulige verdier, *over 20cm, under 20cm (men fortsatt over 0)* og *ingen snø*. Snødybden påvirker forholdene i skiløypen, og dersom det er lite snø, kan det stikke opp steiner som kan skade skiene.

Dagens snødybde observeres før valget om å smøre ski skal tas. Snødybden for dagen etter observeres ikke før valget om å dra på trening er tatt. Mengden snø påvirkes av snømengden dagen før, i tillegg til temperatur og vær samme dag. For eksempel vil minusgrader og snø-vær mest sannsynlig øke snømengden. Dersom det ikke blir snøvær, er det tilnærmet null sannsynlighet for at det er mer snø dagen etter enn det er i dag.

2.4 Skade på skisålen

Når man går på ski i en løype med lite snø, er det en risiko for at skiene kan bli skadet av steiner og lignende som stikker opp av snøen. Jeg har delt inn i *alvorlig skade, liten skade* og *ingen skade*. Er det over 20cm snø, er det veldig liten sjanse for å skade skiene. Er det mindre enn 20cm, er det en betydelig sjanse for å få noen riper. Sannsynligheten er satt til 25% for liten skade, og 10% for alvorlig skade. Er det ingen snø, er det tilnærmet 100% sjanse for å få alvorlig skade på skiene.

2.5 Snøtype

Snø kan ha flere ulike former. Jeg har delt inn forholdene i *isete, bra* og *myke/løse* forhold. Snøtypen vil påvirke hvor bra skiene glir. Forholdene i snøen er i modellen påvirket av vær og temperatur. For eksempel vil det være stor sannsynlighet for løst føre med sol og plussgrader (typisk påskeføre). Følelsen av å gå på ulike typer snø er forskjellig, for eksempel er *isete* forhold ikke like lett å gå på som *bra* forhold. Forholdene vil også påvirke hvor lett det er å falle i løypen.

2.6 Glid

Når man går på ski, er gliden en viktig faktor. Gliden påvirkes av snøtypen, temperatur, og skismurningen. De ulike typer skivoks er optimal for ulike temperaturer.

Blå voks passer best for kaldt føre, så vil gi best gli ved mindre enn minus 4 grader. Rød voks er en god voks for temperaturer rundt 0 grader, og vil være best mellom minus 4 og pluss 4. Gul voks er den mykeste, og vil gi best glid når det er varmere enn pluss 4 grader. Jo lenger vekk fra det optimale temperaturområdet til voksen man kommer, jo dårligere fungerer voksen. Det vil si at gul er dårligere enn rød for temperaturer under 4 minus.

Hvis det er isete forhold, vil skiene med stor sannsynlighet gli raskt. Ved gode forhold er gliden fra snøen muligens litt dårligere, men riktig voks vil føre til raske ski likevel. Løse forhold gir enda litt mindre sjanse for å få god glid. Figure 6 viser sannsynlighetene for glid. Vi antar at ved ingen voksing vil ikke temperatur ha noe å si for gliden.

Wax Skis today															
Temperature to															
Snow Type															
Slow															
Average															
Fast															

Wax Skis today															
Temperature to															
Snow Type															
Slow															
Average															
Fast															

Figure 6: Sannsynlighetsmodell for glid

2.7 Andre folk i nærheten

Sannsynligheten for at andre personer også er ute og trener, har som regel en sterk sammenheng med været. Sol og fint vær fører til mange folk, mens få vil være ute i regnet. I skiløypen kan det å ha mange folk rundt deg føre til at man må gjøre en manøver som ender i et fall, da det kan være fort gjort å hekte skien i en annen. Her antar vi at det er kun vær som påvirker hvor mange folk det er i nærheten.

2.8 Fall i skiløypen

Som nevnt, vil mange folk i skiløypen og *isete* forhold øke sjansen for å falle i løypen. Det er også større sjanse å for å falle i løse forhold enn gode forhold. Når man faller, er det mulig at man knekker en skistav, og man kan også bli skadet. En antagelse som gjøres er at det er kun mulig å falle i skiløypen om man er på skitur, det vil si at rulleski, joggetur og ingen trening gir sannsynlighet lik null for fall.

2.9 Skadet av fall i skiløypen

Å falle på snøen er forholdsvis mykt i forhold til asfalt. Jeg har derfor modellert 1 % sjanse for å bli alvorlig skadet ved fall i skiløypen, og 19 % for å bli litt skadet. Dersom man ikke faller, antar vi tilnærmet lik null sannsynlighet for å bli skadet.

2.10 Knekke en skistav

Det er fort gjort å knekke en stav om man faller på ski eller rulleski. Det er også en liten sannsynlighet for å knekke staven selv om man ikke faller, ved at du selv eller noen andre trekker på den med skien.

2.11 Glatt på asfalten

Hvis man skal gå på rulleski eller ta en joggetur, er forholdene på asfalten viktig. Vi antar her at det er kun dagens temperatur og vær som påvirker om det er glatt eller ikke på asfalten. For eksempel vil minusgrader og regn gi høy sannsynlighet for at det er glatt, da regnet vil fryse til is på asfalten. Dersom det er glatt, vil det påvirke sannsynligheten for å falle.

2.12 Fall på asfalten

Som nevnt, er det større sannsynlighet for å falle på asfalten om det er glatt. Det er kun mulig å falle på asfalten om man jogger eller går på rulleski. Sannsynlighetene er høyere for å falle på rulleski enn på joggetur, da hjulene på skiene er mer generelt mer ustabil enn joggesko.

2.13 Skadet av fall i skiløypen

Å falle på asfalten gir mye høyere sannsynligheter for å bli skadet enn fall i skiløypen, siden det er mye hardere underlag. Her antar vi at alvorligheten på skaden er uavhengig av om man går på rulleski eller jogger. Sannsynligheten for alvorlig skade er her satt til 50 %, i kontrast til 1 % for fall i skiløypen.

3 Utility

Utility, eller nytteverdi, er et mål på hvor fornøyd jeg blir. Målet er å ha så høy utility som mulig. I denne modellen er det mange ulike faktorer som spiller inn på total utility. Ettersom jeg liker aller mest å gå på ski, er det flest utility-noder som handler om aspekter ved ski.

3.1 Trening i vær

Denne utility-noden representerer et basisnivå for den gleden man får av å komme seg ut å trene i ulikt vær. I Figure 7 ser vi at å stå på ski når det er sol er det som gir aller mest glede. Rulleski gir nesten like stor glede som ski når det er fint vær. Når det regner, er det ikke noe særlig gøy å stå på ski eller rulleski, men det gir fortsatt litt glede å få trent. Å jogge i regnet er forholdsvis greit, så det gir en del utility. Å gå på ski i snøvær går som regel helt fint, og er meget gøy. Rulleski og jogging derimot, er ikke særlig artig.

Legg også merke til at man kan få utility av å ikke trene dersom det snør eller regner. Dette er fordi jeg føler at jeg med god samvittighet kan sitte inne uten å trene dersom det er dårlig vær. Om det er fint vær derimot, vil det gi negativ utility å ikke trene.

Exercise tomorrow	Skiing				Rollerski			
Weather tomorrow	Rain	Sun	Cloudy	Snow	Rain	Sun	Cloudy	Snow
Value	10	200	150	110	20	150	120	15

Exercise tomorrow	Jog				Not_exercise			
Weather tomorrow	Rain	Sun	Cloudy	Snow	Rain	Sun	Cloudy	Snow
Value	50	120	100	25	40	-10	-5	25

Figure 7: Basis nytteverdier for trening i vær

3.2 Skadet av fall

Det er to muligheter for å fall og bli skadet. Fall på asfalt og i skiløypen har begge samme utilities, som er -200 for litt skade, -1000 for alvorlig skade, og 0 for ingen skade. Merk at minst en av disse alltid vil være 0, siden vi antar at det ikke er mulig å både være på ski og rulleski/joggetur samme dag.

3.3 Skade på skisålen

Riper i skiene er ikke gunstig, da det gjør gliden dårligere. En stor skade på skien vil gi -800 utility, mens liten skade vil gi -350.

3.4 Knekke skistav

En knekt stav er ikke gøy, og vil ødelegge skituren. Å knekke en stav vil gi -500 utility.

3.5 Snøtype

Følelsen av å gå på ulike typer snø varierer veldig. Å gå på isete forhold er ikke optimalt da det er vanskelig å få til skikkelig teknikk, og gir 40 poeng. Gode forhold er meget gøy, og gir 200 utility. Løse forhold er tungt å gå i, men litt bedre en isete, og gir 50.

3.6 Glid

Hvor god glid skiene har, kan ha alt å si for en skitur. Dårlig glid vil gi 50 utility og middels glid vil gi 160. Å ha raske ski er en helt ekstremt god følelse, og gir 450 utility.

3.7 Voksing av ski

Å smøre ski er viktig for å få god glid, men det er et arbeid som må legges ned. Jo hardere voksen er, jo vanskeligere er den å jobbe med. Å smøre med gul, rød og blå voks, gir henholdsvis -160, -180 og -200 utility. Å ikke smøre ski gir 0 utility.

4 Validering

Nå skal vi undersøke om modellen gir ønskelige resultater.

4.1 Scenario 1

La oss si at det er midt på vinteren. Det er under 20cm snø i løypen, og i morgen er det meldt snø og et sted mellom -4 og 4 grader. Skal jeg smøre ski? Vi ser i Figure 8a at å smøre skiene i dag med rød LF8 gir høyest forventet nytteverdi. Da velger jeg å gå å smøre skiene mine.

Morgenen etter våkner jeg opp til at det snør, men temperaturen er mye lavere enn det som var meldt. Hva skal jeg gjøre? Jeg har allerede brukt mye tid på å smøre skiene, så det hadde vært synd å ikke fått brukt dem bare fordi temperaturen ikke passer helt med smurningen. I Figure 8b ser vi at det vil gi høyest utility å gå på ski. Legg merke til at alle de andre alternativene vil gi negativ utility, noe som skyldes arbeidet med å smøre skiene. Dette valget samsvarer bra med hva jeg ville ha gjort i virkeligheten.

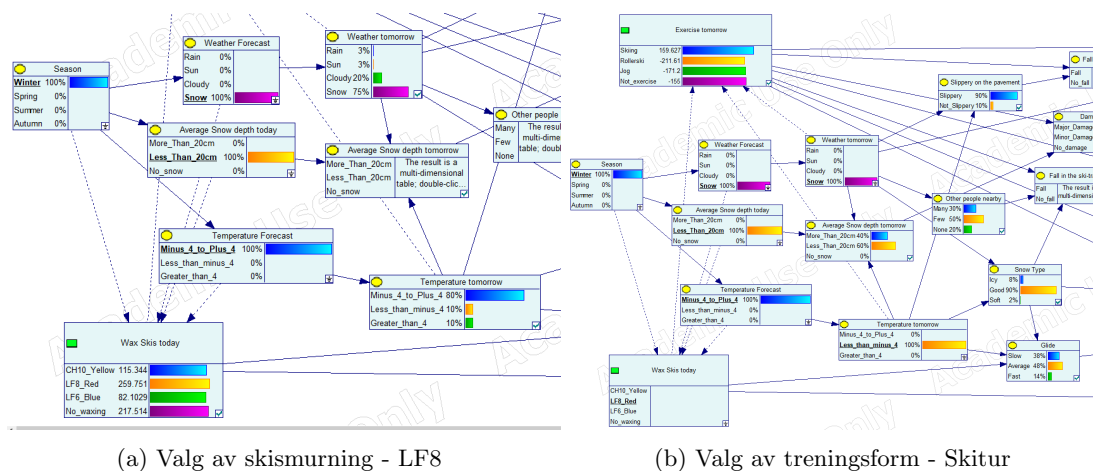


Figure 8: Scenario 1

4.2 Scenario 2

La oss nå anta at det ikke er noe snø ute. Værmeldingen sier at det skal være sol og varmt i morgen. Da sier modellen at jeg ikke bør smøre ski, som vi ser i Figure 9a. Jeg velger å følge rådet, og så må vi se på hvilken treningsform jeg bør velge dagen etterpå. Dagen etterpå er det varmt, men det er overskyet. Som vi ser i Figure 9b, vil det gi størst utility å ta en rulleskitur, og nesten like mye å ta en joggetur. Å gå på ski vil ikke være gunstig, siden jeg kommer til å ødelegge skiene dersom det ikke er snø i løypen, som gjenspeiles i -500 utility. Legg også merke til at når man er gitt værmelding og snødybde, er resten av modellen ikke avhengig av årstid. Vi ser at det er størst sannsynlighet at det er sommer når værmeldingen sier sol og varme, og det ikke er snø, noe som virker meget troverdig. Det er for øvrig 0.3 % sjanse for at det er vinter, men det vises ikke i bildet.

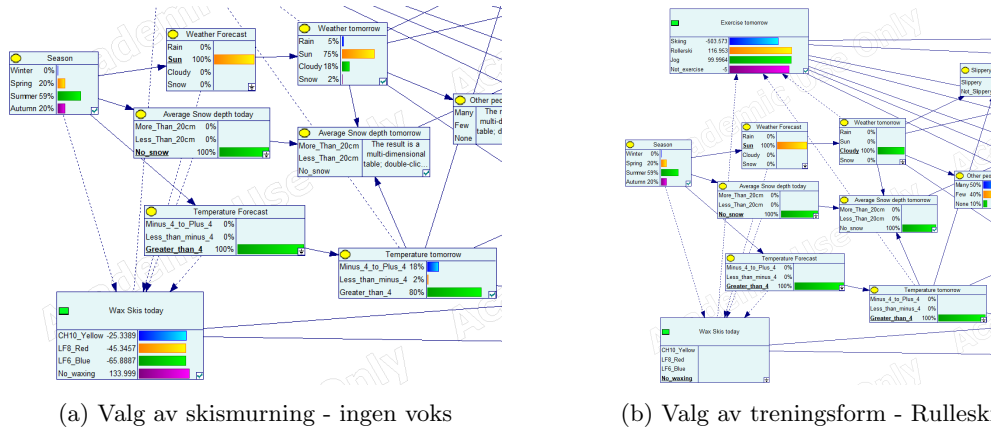


Figure 9: Scenario 2

4.3 Scenario 3

Denne gangen har værmeldingen meldt at det skal regne, og være rundt 0 grader. Det er heller ikke snø ute, så vi velger i ikke smøre skiene etter å ha regnet ut verdiene i Figure 10. For en gangs skyld stemte værmeldingen, og det er regn og null grader dagen etterpå. Skal jeg ut å trene, eller sitte inne? Vi ser i Figure 11a at en joggetur vil gi så vidt høyere forventet utility som å sitte inne. Dette stemmer bra med virkeligheten, da jeg ofte vingler mellom å bli inne eller jogge når det er kaldt og dårlig vær.

Hadde det i stedet blitt veldig kaldt, ville jeg blitt inne den dagen. Dette stemmer med modellen i Figure 11b.

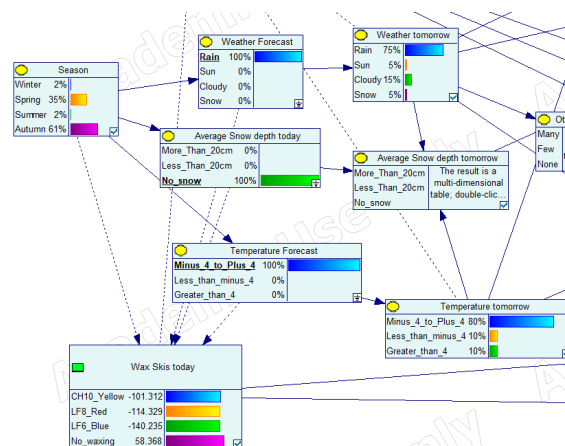


Figure 10: Scenario 3 - Valg av skismurning

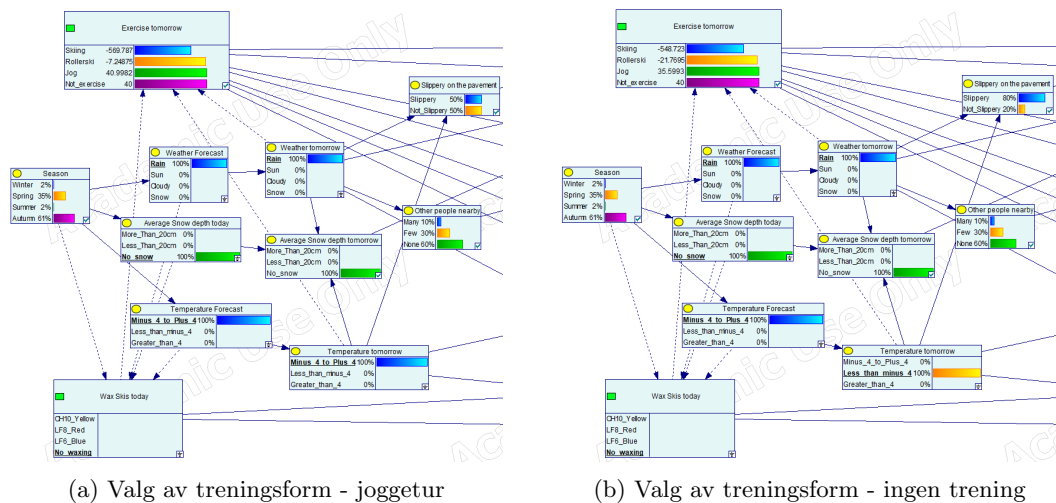


Figure 11: Valg av treningsformer - Scenario 3

5 Oppsummering / Diskusjon

Scenariene i forrige del viser at modellen foreslår valg som virker fornuftige. Det er likevel flere faktorer som kan gjøre modellen ikke klarer å representere virkeligheten presist nok.

En svakhet er kvantifiseringen av snødybde og temperatur. For å få en mer nøyaktig modell, kan disse for eksempel ha en verdi per grad / cm, men dette øker kompleksiteten betraktelig. Antagelsen om konstant temperatur og vær i løpet av dagen gjør modelleringen enklere, men dette vil i mange tilfeller ikke samsvare med virkeligheten.

Vi har antatt at det kun er mulig å gjøre en av aktivitetene i valg nummer to. I virkeligheten er det ingenting som hindrer at man kan både gå på ski og ta en joggetur på samme dag. Likevel vil denne forenklingen i stor grad være korrekt for meg, ettersom jeg sjeldent har flere treningsøkter på en dag.

Modellen vil altså med forholdsvis god nøyaktighet kunne hjelpe meg med å bestemme om jeg skal smøre skiene mine, og om jeg skal ta en treningstur.