

# Beregningssoftware til vurdering af CO2 emission ved vejarbejde

Martin Korsgaard  
Civilingeniør  
Colas Danmark A/S  
mko@colas.dk

## Indledning

I en tid hvor der i høj grad er fokus på menneskeskabte klimaforandringer, er det nærliggende at se på hvilke muligheder der er for nye initiativer inden for asfaltbranchen. I øjeblikket pågår f.eks. en del udviklingsarbejde, hvor produktionstemperaturen af asfalten forsøges reduceret. Dette var f.eks. hovedemnet på NVF årsmødet i 2009. Her nævnes ofte temperatur reduktioner på 20-40 grader og dertilhørende CO2 besparelser på 20-30%. Men i forhold til hvad? Og kan disse reduktioner og besparelser sammenlignes på tværs af teknologierne?

Hvis temperatur reduktionen sker ved anvendelse af et additiv skal energien til produktion og transport af dette så indgå i beregningerne?

Disse spørgsmål kan besvares ved at udarbejde og indføre et program til at regne på energi og CO2 besparelserne. Dermed ville man få nogle tal der kan sammenlignes direkte. Det vil medføre, at det bliver muligt for branchen at anvende energi forbrug og CO2 besparelse som en konkurrence parameter. Det kunne således give en endnu bedre mulighed for at anvende miljø som et tildelingskriterium. Hvis det bliver tilfældet vil det være et incitament til yderligere innovation på miljø området. For at nå dertil kræver det dog, at branchen bliver enige om det program der skal anvendes til at udføre beregninger og, at programmet udvikles. Det er dog ikke nødvendigt starte helt forfra med udvikling af et sådant program. I andre lande er der allerede udviklet systemer der formentlig ville kunne tilpasses Danske forhold, ønsker og krav. I England er der udviklet et software kaldet "The asPECT calculator" der muliggør beregning af CO2 emission i forbindelse asfalt produkter.

I Colas i Frankrig er der udviklet et system kaldet Ecologiciel, der er et beregningssoftware til vurdering af energi forbrug og CO2 udledning under produktion og udlægning af belægninger. I forbindelse med mit foredrag vil jeg gennemgå hvorledes dette software fungerer, jeg vil vise en række beregninger jeg har foretaget i Ecologiciel, samt give lidt ideer til fremtidsmuligheder med et sådant værktøj. Derudover har blandt andet udviklingen af Ecologiciel og lignende programmer i Frankrig ført til at der er blevet udviklet et program med en bredere fundering i branchen. Dette program der har fået navnet SEVE, bliver ligeledes beskrevet kort i præsentationen.

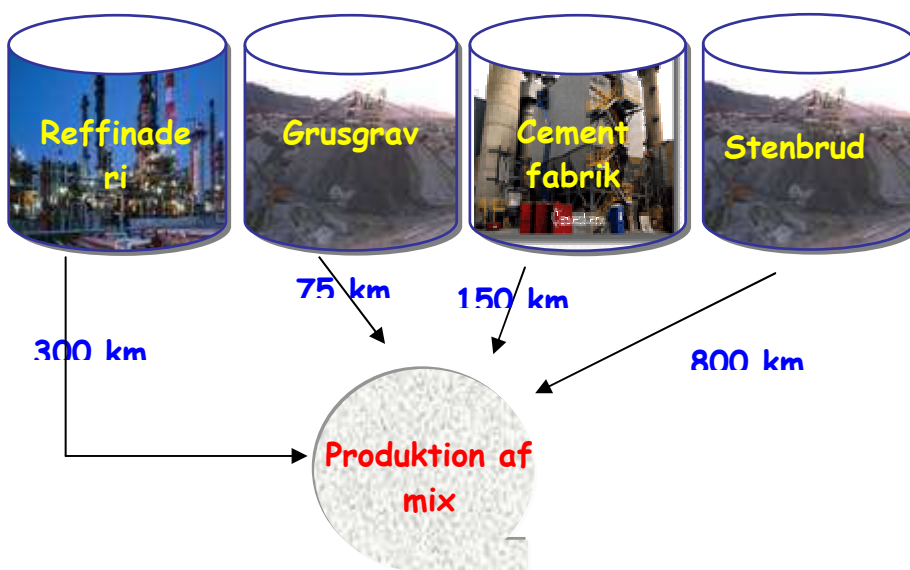
## Gennemgang af softwaren:

Programmet er opbygget på den måde, at der er fastsat en række konstanter for hver type råvare, bearbejdning af disse råvarer, transportprocesser, produktion af forskellige produkter samt konstanter for udlægningsprocessen. Det er dermed konstanterne, der er nøglen til at få nogle realistiske beregninger af CO2 udledning og energi forbrug. Det er altså dermed nødvendigt at der i branchen er enighed om disse konstanter samt, at man finder en fornuftig metode til at opnå evt. nye konstanter.

Dette software regner på en specifik belægningsopgave, man skal således indledningsvis indtaste, hvilke råvarer, der indgår i belægninger. Dette kunne være bitumen fra rafinaderi, tilslagsmaterialer fra grusgrav eller stenbrud, cement fra cementfabrik og evt. armeringsstål fra stålværk.



Herefter oprettes asfaltfabrikker, emulsionfabrikker m.m. og man indtaster hvilke transportafstande, der er til produktionsanlæg af de forskellige råvarer samt, hvilke transportmetoder, der anvendes.



Der er på den måde mulighed for at regne på stenmaterialer fra både en lokal grusgrav og samtidig et stenbrud f.eks. i Norge. På den måde kan man sammenholde energi forbrug og CO<sub>2</sub> udledning af ved at anvende lokale materialer og materialer med længere transportafstande, samtidig med at der tages højde for evt. ændringer i recepterne som følge af de enkelte råvarer, det kunne være ekstra tilsætning af bitumen inklusiv transport af denne eller andet. Herefter kan de forskellige mix sammensættes med de mængder råvarerne indgår med. På den måde har man mulighed for at regne på mange forskellige mix sammensætninger, og sammenligne miljø påvirkninger for disse. Efter produktionen af asfalten skal asfalten transporteres til jobstedet, kørselsafstanden skal således også indtastes her samt den metode der anvendes til transporten. Til sidst opsættes de forskellige belægningsopbygninger afhængig af hvad der skal sammenlignes kan der indgå både ubundne og bundne lag, cement stabiliserede lag, armerede lag, asfaltlag, klæbelag, overfladebehandlingslag m.m. Der er således mange muligheder for at lave komparative beregninger. Beregningerne stopper efter udførelsen af belæggningerne, det betyder, at for at beregningerne er direkte sammenlignelige skal levetiderne for belæggningerne også være sammenlignelige. Hvis der er stor forskel i forventede levetider bør dette indgå i analysen af de opnåede resultater. De resultater man får ud af beregningerne er delt op i de forskellige produktion- og transporttrin.

Tabel 1. eksempel på resultater fra Ecologicciel, resultaterne er regnet per m<sup>2</sup> udført belægning.

Produktion/transporttrin	Energi forbrug i kwh per m <sup>2</sup>	Ækvivalente kg CO <sub>2</sub> per m <sup>2</sup>
Udlægning	1,0	0,3
Transport fra fabrik	0,4	0,1
Produktion	6,0	1,3
Transport til fabrik	1,5	0,4
Tilslag	1,1	0,2
Bindemiddel	6,7	2,0

Beregningerne ender således op i et energi forbrug i dette tilfælde i kwh per m<sup>2</sup>, og antal kg CO<sub>2</sub> ækvivalenter per m<sup>2</sup>. Det sidste er et udtryk for drivhusgas udledning i forbindelse med de forskellige trin. CO<sub>2</sub> ækvivalenterne udregnes efter følgende formel:

$$CO_{2 \text{ Ækvivalenter}} = CO_2 + 21CH_4 + 310N_2$$

Der er altså indregnet evt. udledning af methan og kvælstof i CO<sub>2</sub> ækvivalenter. Hermed kan også forskellige brændselskilder sammenlignes, hvor antallet af CO<sub>2</sub> ækvivalenter per brændselenhed vil variere afhængig af brændselstypen. Der er dog mange andre udledninger der også kunne ses på bly, svovldioxid, partikler for blot at nævne nogle. Det kræver dog at man bestemmer de konstanter der beskriver udledning af disse i forbindelse med hver råvare og produktionstrin. I Ecologicciel er det valgt at holde beregninger forholdsvis simple og fokusere på Energi og drivhusgasser, men muligheden for udvidelse er bestemt tilstede.

I det følgende afsnit er der gennemgået en række beregningseksempler der både har til hensigt at vise mulighederne med et værktøj som Ecologicciel, men give konkret information omkring f.eks. produktionstemperatur reduktioner. I nogle af eksemplerne er der fokuseret på udledning af drivhusgasser og i andre er der fokuseret mere på energiforbrug.

### Beregningseksempel:

Som følge af den forøgede fokus klima og dermed på reduktion af udledning af drivhusgasser samt stigende energipriser, har der gennem de seneste år søgt efter nye teknikker til at forbedre miljøet i forbindelse med produktion af asfalt. Der er udviklet flere forskellige metoder, som overordnet går ud på at sænke produktionstemperaturen for asfalt. Her i blandt er der stor fokus også internationalt på Warm Mix Asphalt, hvor produktionstemperaturen er sænket med 20-40 C. Ofte opnås denne temperatur reduktion igennem tilsætning af et additiv. Additivet tilsættes bitumen i en koncentration fra ca. 0,4% til ca. 2,0% afhængig af hvilket additiv der anvendes. Dette additiv skal naturligvis også produceres og transporteres med energiforbrug og CO<sub>2</sub> udledning til følge. I nedenstående er der foretaget en række beregninger der har til formål at anskueliggøre vigtigheden af at få alle komponenter med når man regner på især udledning af drivhus gasser da det jo er et globalt fænomen. I tabellerne er vist energi forbrug og CO<sub>2</sub> udledning ved produktion på 160 C. Denne er sammenholdt med tilsvarende værdier for produktion ved 140 C og 120 C. I forbindelse med disse er der regnet med en tilsætning af additiv på 0,4 % af bitumenen. Additivet der er regnet på er af typen overfladespændingsreducerende additiver, det konkrete additiv er et Colas produkt.

Beregningerne er foretaget på en 10.000 m<sup>2</sup> belægning af Asfaltbetontypen med et bitumen indhold på 5,5 %, den tilsatte mængde additiv erstatter en tilsvarende mængde bitumen. Kørselsafstande og øvrige indgående komponenter er identiske for alle beregningerne.

Tabel 2. Energi forbrug i kwh per m<sup>2</sup> udført belægning i forbindelse med produktion og udlægning af 4 cm Asfaltbeton ved forskellige produktionstemperaturer samt tilsætning af additiv.

Struktur	Binde midler	Tilslag	Transport til fabrik	Produktion	Transport fra fabrik	Udlægning	Total	Sammenligning [%]
Produktion 160C - Additiv 0%	9,43	1,65	1,24	8,54	0,3	1,01	22,18	0
produktion 140C - Additiv 0,4%	9,76	1,65	1,24	7,99	0,3	1,01	21,95	-1,0
Produktion 120C - Additiv 0,4%	9,76	1,65	1,24	7,45	0,3	1,01	21,4	-3,5

Tabel 3. Ækvivalente kg CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> udført belægning i forbindelse med produktion og udlægning af 4 cm AB ved forskellige produktionstemperaturer samt tilsætning af additiv.

Struktur	Binde midler	Tilslag	Transport til fabrik	Produktion	Transport fra fabrik	Udlægning	Total	Sammenligning [%]
Produktion 160C - Additiv 0%	2,72	0,22	0,34	1,87	0,08	0,28	5,51	0
produktion 140C - Additiv 0,4%	2,79	0,22	0,34	1,73	0,08	0,28	5,44	-1,3
Produktion 120C - Additiv 0,4%	2,79	0,22	0,34	1,59	0,08	0,28	5,3	-3,8

Tabellerne viser, at man ved at sænke temperaturen 20C sparer ca. 1% energi og 1,3 % CO<sub>2</sub> set over hele processen. Ser man i stedet udelukkende på produktionen af asfalten bliver besparelsen ved at sænke temperaturen 40C ca. 15% både energi og CO<sub>2</sub>. Modregnes den ekstra CO<sub>2</sub> og energi der brugt til at producere bindemidler med additiv bliver besparelsen i stedet på ca. 10%. Dette viser at det er nødvendigt at man er enige om hvad man regner på og hvad man præcis angiver når man taler om reduktioner på f.eks. 15- 20 % eller lignende. Hvis man anvender et andet additiv, hvor det er nødvendigt at tilsætte mere f.eks. 1 % af bitumen, viser det også tydeligt hvorfor det er nødvendigt at se på hele processen. I nedenstående produktionstemperaturen reduceret 40C gennem tilsætning af 1% voks. Tabellen angiver CO<sub>2</sub> ækvivalenter for denne fiktive produktion.

Tabel 4. Ækvivalente kg CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> udført belægning i forbindelse med produktion og udlægning af 4 cm AB ved forskellige produktionstemperaturer samt tilsætning af et additiv af vokstypen.

Struktur	Binde midler	Tilslag	Transport til fabrik	Produktion	Transport fra fabrik	Udlægning	Total	Sammenligning [%]
Produktion 160C - Additiv 0%	2,72	0,22	0,34	1,87	0,08	0,28	5,51	0
Produktion 120C - Additiv 1%	3,01	0,22	0,34	1,59	0,08	0,28	5,52	+0,2

I forbindelse med produktionen af asfalten bliver besparelsen ved at sænke temperaturen 40C stadig ca. 15% både energi og CO<sub>2</sub>. Tabellen viser at tilsættes 1% af dette additiv til bitumenen opnår man faktisk ingen reduktion af CO<sub>2</sub> udledningen. Igen viser dette tydeligt, hvorfor det er så vigtigt, at man er enige om, hvilke dele af processen man ser på når man snakker om reduktioner i udledning af CO<sub>2</sub>.

For at beregninger som disse bliver 100 % troværdige kræver det, at der er enighed om de konstanter der ligger til grund for disse beregninger. De konstanter, der er anvendt til at udføre ovennævnte beregninger er alle fra Frankrig.

I forbindelse med min præsentation vil jeg fremlægge et par beregningseksempler mere blandt andet angående høj modul asfalt, vegetabiliske bindemidler m.m.

### **Perspektiverne**

Ved at udvikle og indarbejde et værktøj som dette på nationalt plan vil det give mulighed for at arbejde i højere grad med at optimere produktion udlægning og transport således at energi forbrug og CO2 udledning reduceres. Værktøjet vil give en øget mulighed for at sætte ind der hvor ændringer er mest mærkbare, således at man får mest muligt gavn af de tiltag der måtte gøres. Samtidig giver værktøjet mulighed for at se på hele processen, så man undgår at man blot flytter rundt på energi forbrug og CO2 udledning imellem de forskellige produktionstrin.

Hvis et værktøj som dette skal anvendes i nationalt er det nødvendigt at det bliver tilpasset til forhold der hører til den pågældende geografi. Det vil sige indarbejdning af de korrekte konstanter for f.eks. el produktion der kan være meget forskellig fra land til land. Det kan være forskellige output man gerne vil fokusere på osv. Det vil være fordelagtigt at værktøjet udvikles i et samarbejde på tværs af branchen, så alle på den måde bruger samme system. Det kunne også på sigt give mulighed for at anvende værktøjet i udbudsøjemed, hvilket igen kunne give yderligere incitament til forskning og udvikling på området.

Civilingeniør  
Martin Korsgaard  
Laboratoriet  
Colas Danmark A/S