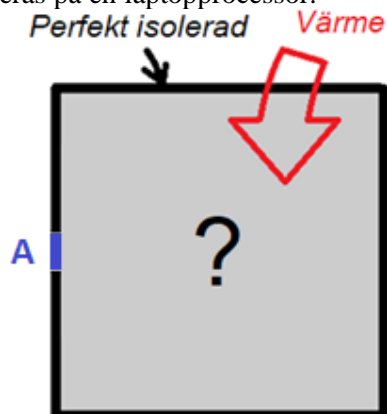


Omkretsbegränsning inom topologioptimering

Examensarbetare: Jonas Fredriksson

Topologioptimering är ett designverktyg där man tar hjälp av ett datorprogram som ger förslag på hur en komponent ska utformas. Programmet hittar den geometriska utformning som ger bäst prestanda med avseende på ett specifikt konstruktionsproblem. Genom att införa geometriska begränsningar så kan designen anpassas till att bli enklare att tillverka.

Topologioptimering kan tillämpas på en mängd olika konstruktionsproblem. I detta examensarbete har ett värmeledningsproblem studerats som handlar om att optimera kylningen av en kvadratisk yta. Problemet, som illustreras i figur 1, är att hitta den materialfördelning inom den grå ytan som ger optimal kylning. Ytan är isolerad längs randen förutom vid A där all tillförd värme måste ledas ut. Endast 20% av ytan får vara täckt av material. I verkligheten kan problemet liknas vid att hitta den bästa utformningen av en mycket platt kylfläns som monteras på en laptopprocessor.



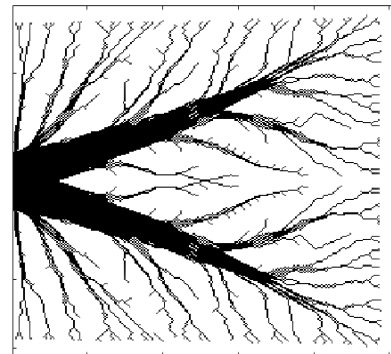
Figur 1: Illustration av designproblem som studerats i examensarbetet: Vad är den optimala materialfördelningen för att kyla den grå ytan så effektivt som möjligt då endast 20% av ytan får fyllas med material?

På senare år har det blivit allt vanligare att topologioptimering används i och med utvecklingen av datorer och programvara. Det är en stor fördel om programmet kan ta hänsyn till de geometriska begränsningar som kan finnas i den tilltänkta tillverkningsmetoden. Inom topologioptimering används därför olika metoder för att införa parametrar som begränsar designens geometri så att den blir möjlig att tillverka. Ett vanligt sätt är att införa en minsta radie för någon del av designen, vilket har gjorts i figur 2, där radien kan ses som tjockleken på en penna som använts för att rita lösningen.



Figur 2: Resultat av optimering med begränsning av minsta radie.

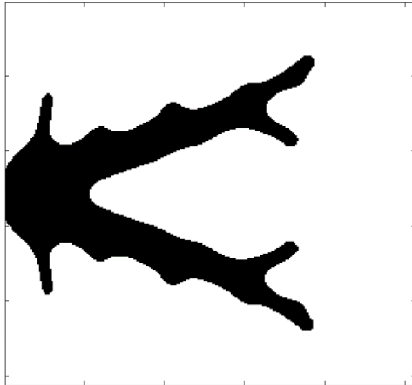
Om ingen geometrisk begränsning införs så får man en design med mycket komplex geometri, som i figur 3, som är tämligen svår och dyr att tillverka.



Figur 3: Resultat av optimering utan begränsande dimensionsparameter.

Ett annat problem med lösningen i figur 3 har att göra med den matematiska lösningsmetod som används. För att problemet ska kunna lösas matematiskt så delas ytan upp i ett rutnät, så kallade element, där varje ruta antingen kan vara fylld med material eller vara tom. På så sätt får designen samma upplösning som rutnätet. När strukturer av storleksordningen 1 element finns med i designen så kan värmeledningsförmågan överskattas p.g.a. begränsningar i den matematiska modell (finita elementmetoden) som används. Det är därför önskvärt att begränsa den minsta storleken på någon del av designen

så att den alltid är flera gånger större än elementen. Upplösningen på rutnätet styr ju också upplösningen på designen och man vill kunna ta fram designen med hög upplösning utan att de blir allt för komplexa.



Figur 4: Resultat av optimering med omkrets begränsning.

Målet med det här examensarbetet har varit att ta fram en metod för att kontrollera omkretsen på den design som programmet föreslår. Ju mer omkretsen begränsas desto mindre komplex blir designen som föreslås.

Resultat: Med metoden som tagits fram i examensarbetet kan användaren välja en önskad (maximal) omkrets på den design som programmet föreslår. I figur 4 visas ett resultat där omkretsen valdes till ett relativt litet värde vilket ger en design med mycket låg komplexitet som är tämligen enkel att tillverka. Prestandan minskar med minskad komplexitet och valet av designparametrar är i verkligheten oftast en avvägning mellan tillverkningskostnad och behövd prestanda.