MINIMUM UTSPENNENDE TRE

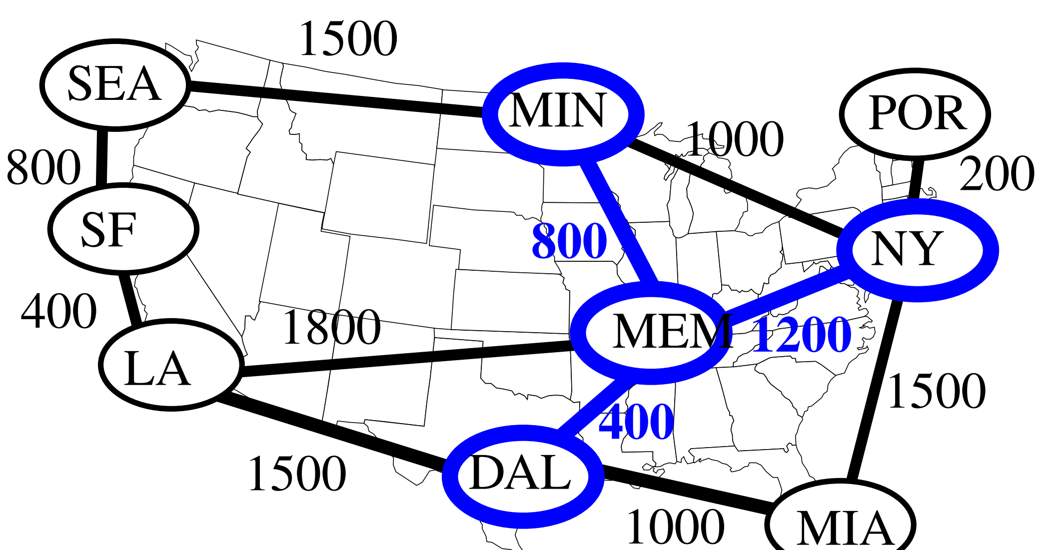
- Engelsk: Minimum Spanning Tree (MST)
- Prim’s algoritme for MST
- Sammenlikne Prim’s MST og Dijkstra’s SSSP
- Endring i pensum:
  - 10.2.1 Kruskal’s MST algoritme går ut
  - 10.2.2 Prim’s MST algoritme går inn

Vektede Grafer

(vekt av en delgraf **G'**) =
(sum av alle kantvekter i **G'**)

$$\textbf{vekt}(G') = \sum_{(e \in G')} \textbf{vekt}(e)$$

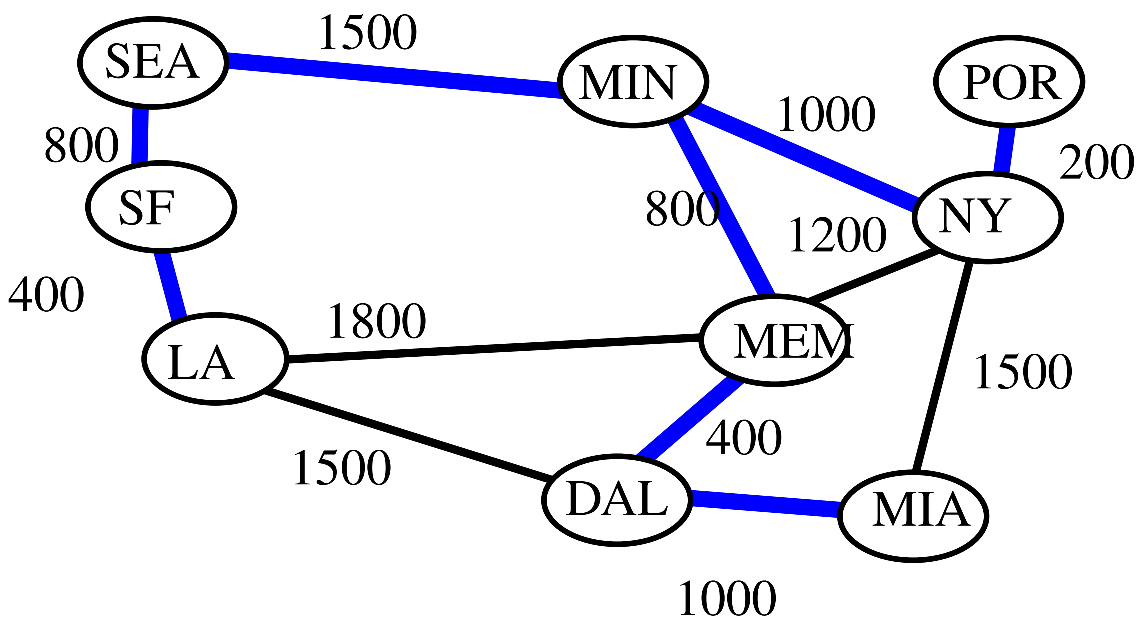
G'



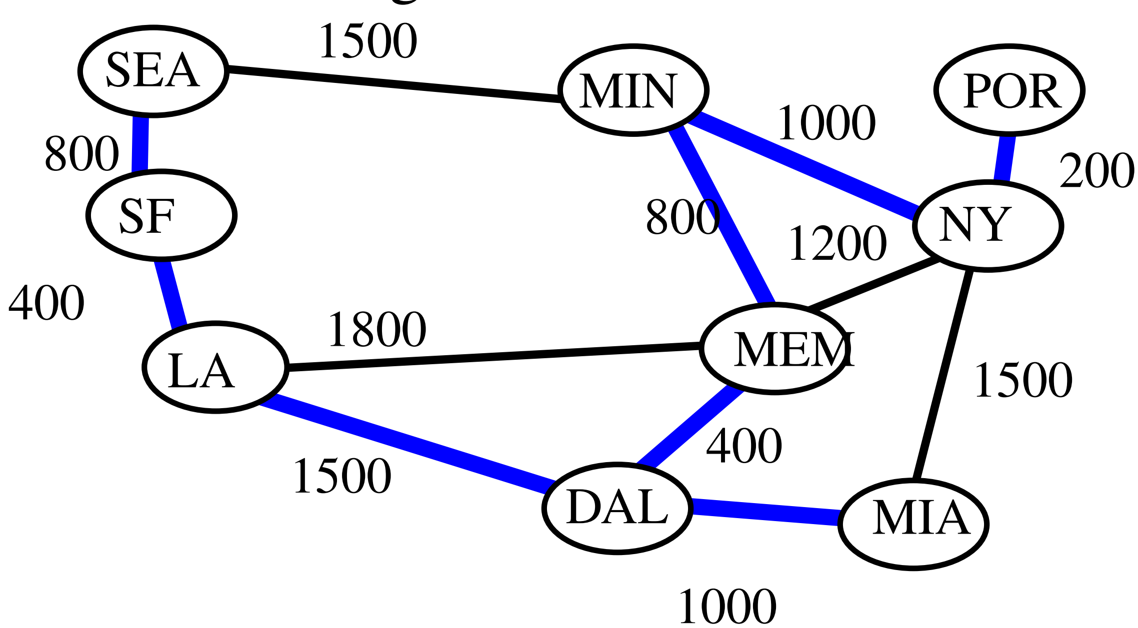
$$\textbf{vekt}(G') = 800 + 400 + 1200$$
$$= 2400$$

Minimum utSpennende Tre

- Finn et utspennende tre med minste vekt
- f.eks. koble sammen alle datamaskiner i en bygning med minst kabelmetere
- eksempel: Dette blå treet er et MST



- Her er et annet, også MST!

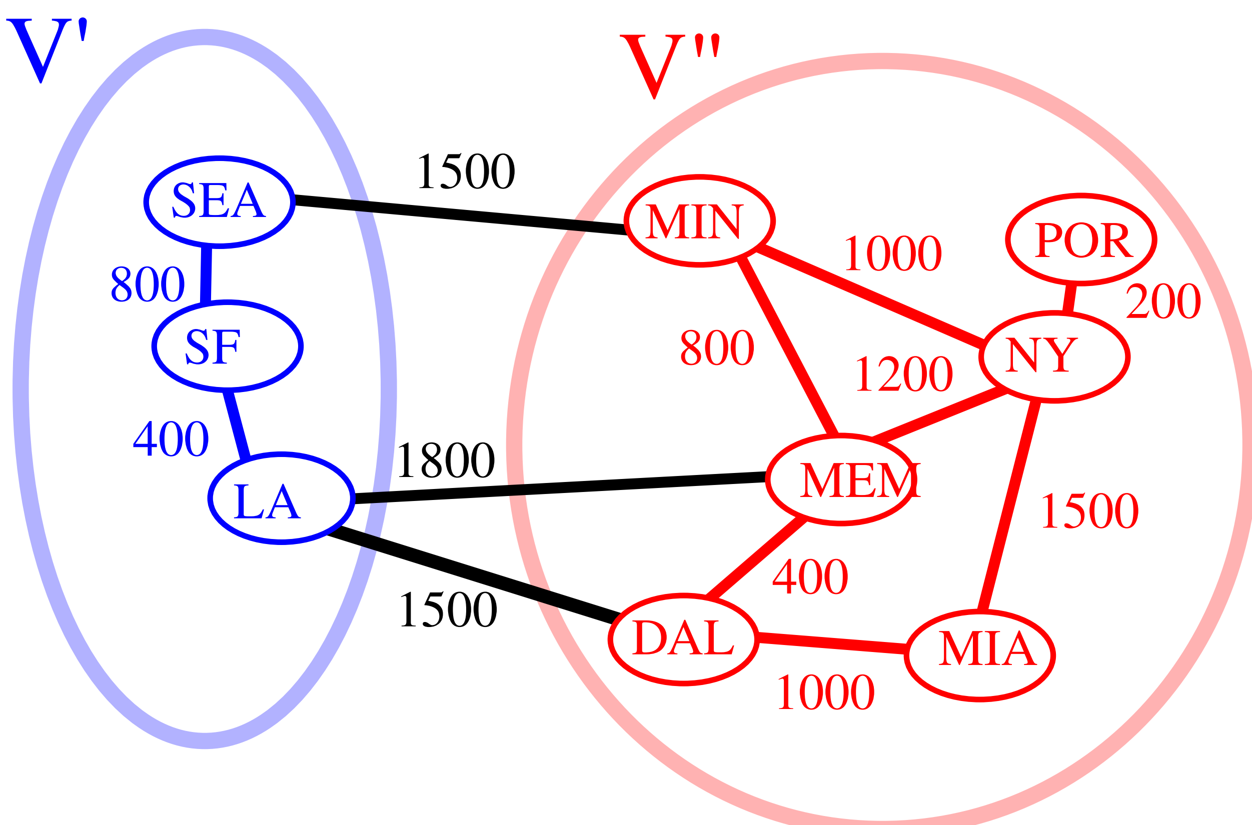


Hvilke kanter kan være med i et MST?

La (V',V'') være partisjon av noder i G.

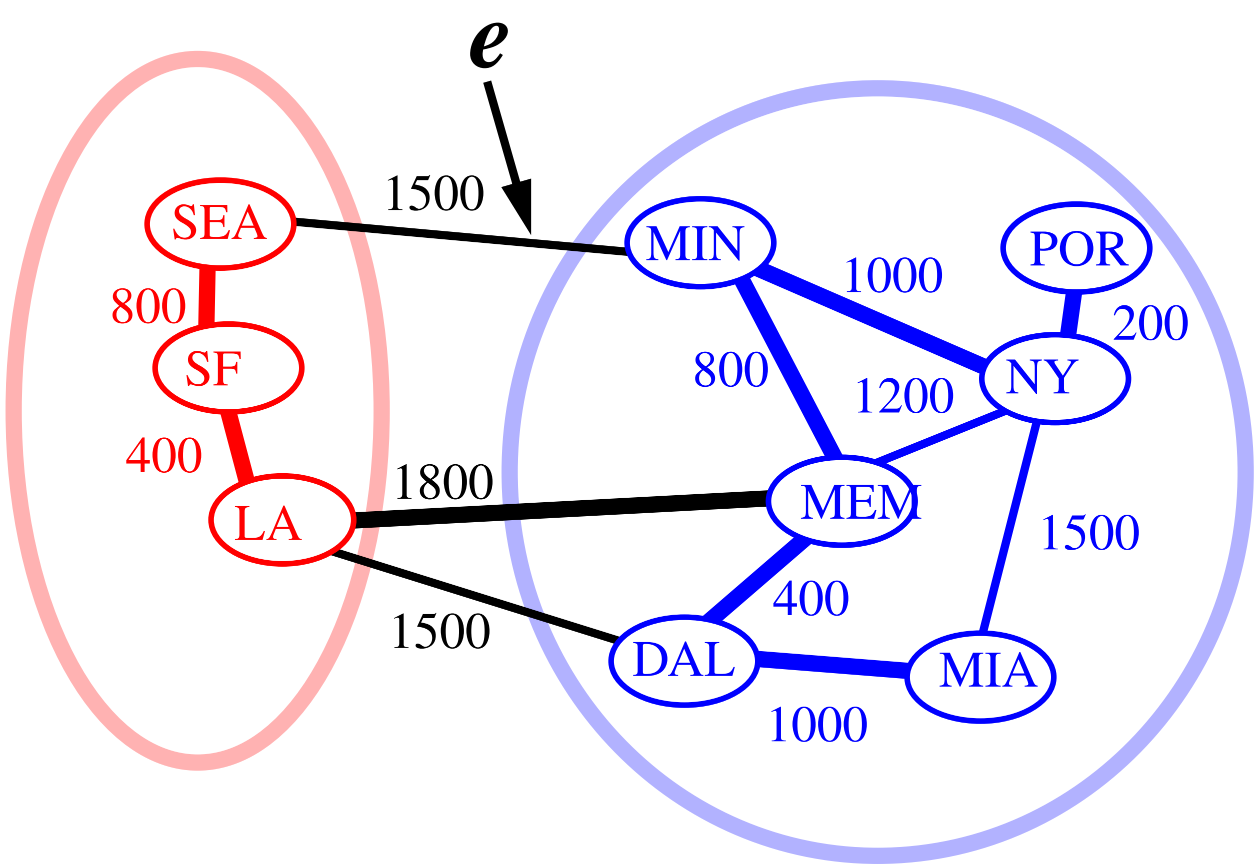
La ***e*** = (v', v'') være en kant med minste vekt av alle de som krysser partisjonen, dvs v' ∈ V' and v'' ∈ V''.

Da finnes et MST med denne kanten.



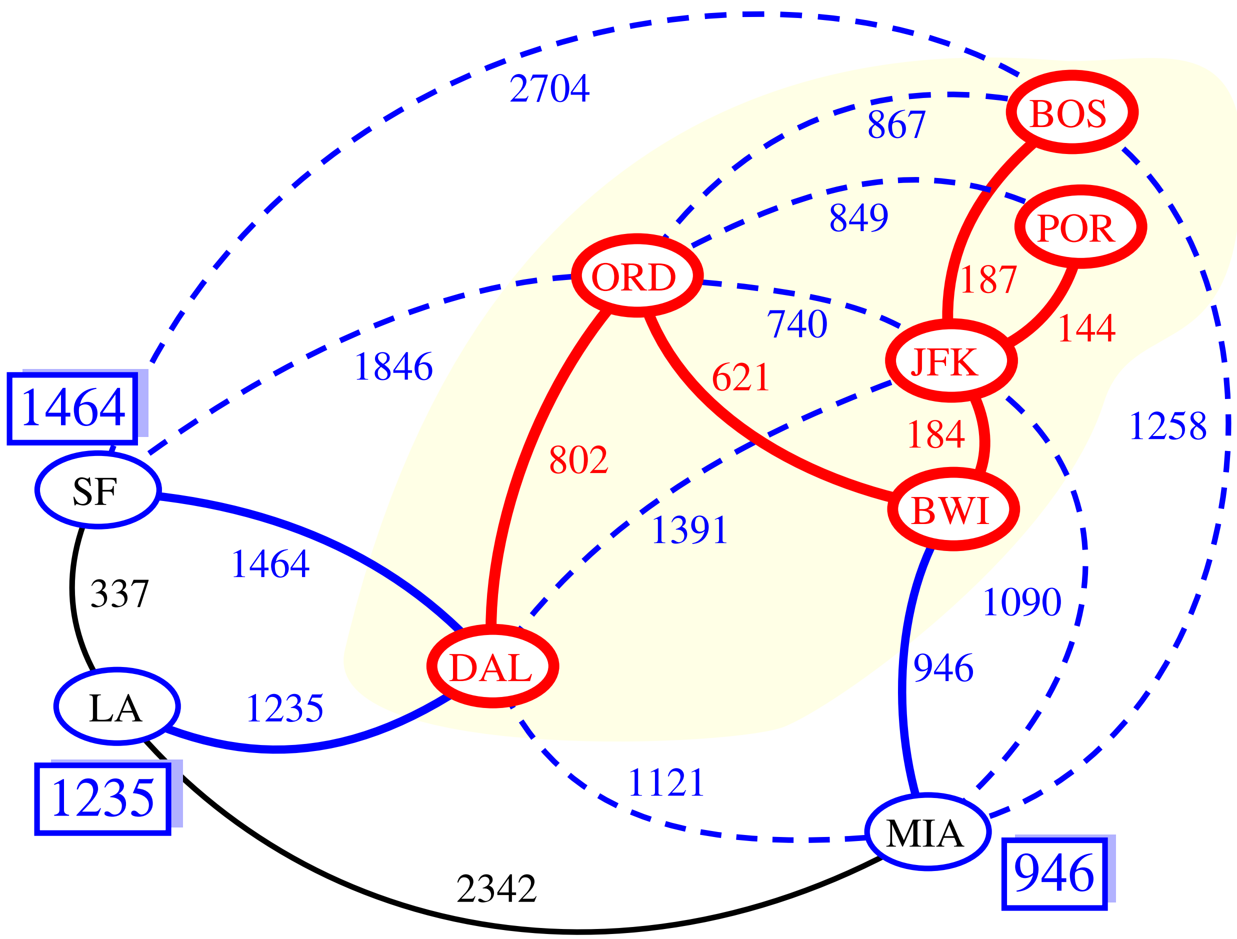
Bevis for dette:

Anta G har et MST T som IKKE inneholder ***e***. Da konstruerer vi et annet MST T', ikke høyere vekt, som inneholder ***e***. Hvordan?



Prim's Algoritme for å finne et MST

- Vi bygger opp et MST T som vokser med en ny node av gangen.
- Opprettholder ***en sky*** av noder som dekker delen av T beregnet hittil
- Tabeller D[u] og E[u] indeksert ved noder u, hvor
  - E[u] er kant med lavest vekt som knytter u til T
  - D[u] (avstand til skyen) er vekten til E[u]



Sammenlikning av Prim's MST og Dijkstra's SSSP

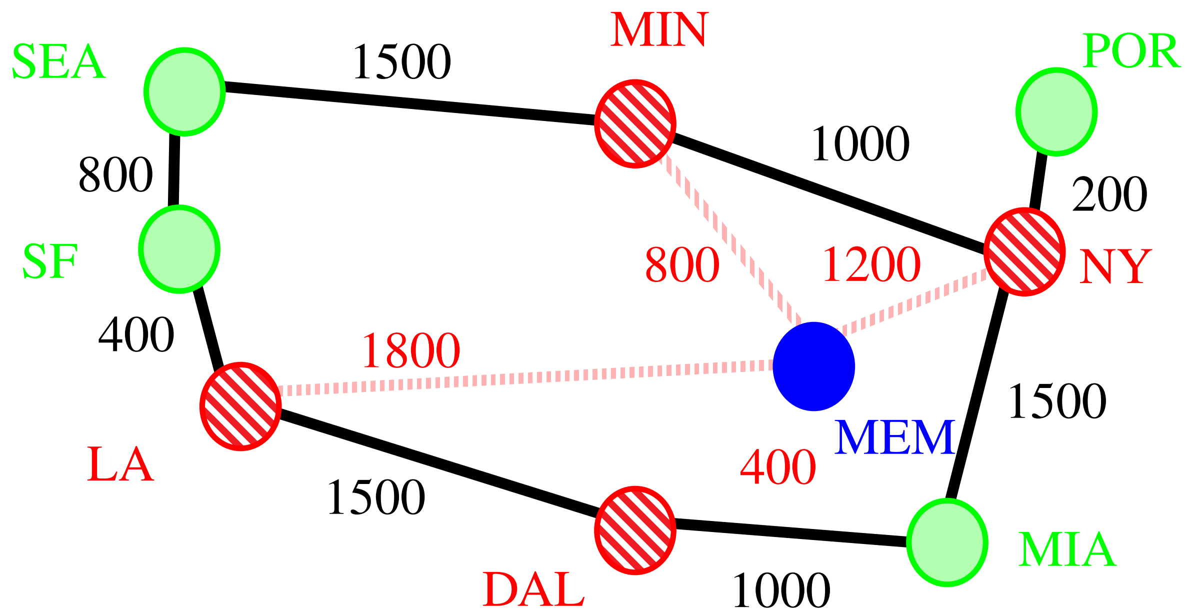
- Prim's beregner **MST**, Dijkstra's SSSP
- For enhver node u, er **D[u] vekten på den minste enkelt-kant som knytter u til skyen** (Dijkstra: 'vektsum for den minste sti fra startnoden som knytter u til skyen')
- Som Dijkstra brukes en prioritetskø Q hvor nøkler er vekter, men i Prim's er **elementene i Q node-kant par**.
- **Enhver** node v kan være **startnode**.
- Vi initialiserer D[u] verdier til INFINITE, men også **initialiserer vi E[u] (kant for u) til null-verdi.**

Vi kan gjenbruke endel av koden fra Dijkstra's algoritme.

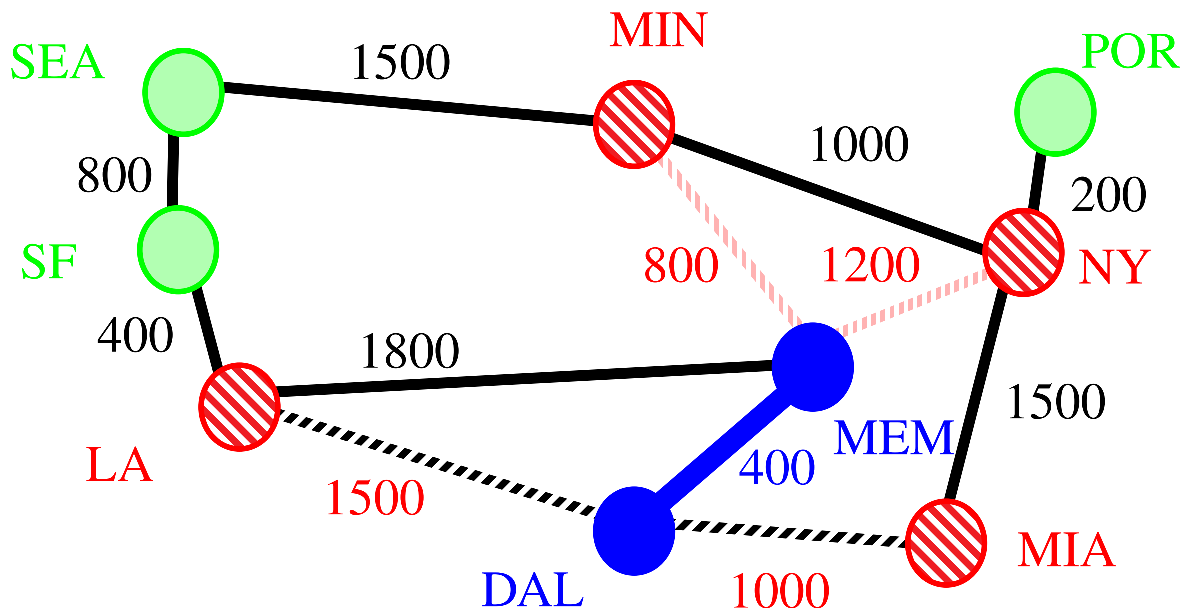
Pseudokode

```
Algorithm Prim(G):
  Input: A weighted graph G.
  Output: A minimum spanning tree T for G.
pick any vertex v of G
{grow the tree starting with vertex v}
T ← {v}
  D[u] ← 0
  E[u] ← ∅
for each vertex u ≠ v do
  D[u] ← +∞
let Q be a priority queue that contains
    vertices, using the D labels as keys
while Q ≠ ∅ do
    {pull u into the cloud C}
    u← Q.removeMinElement()
    add vertex u and edge E[u] to T
    for each vertex z adjacent to u do
       if z is in Q
         {perform the reLAation operation on edge (u, z) }
         if weight(u, z) < D[z] then
            D[z] ← weight(u, z)
            E[z] ← (u, z)
            change the key of z in Q to D[z]
  return tree T
```

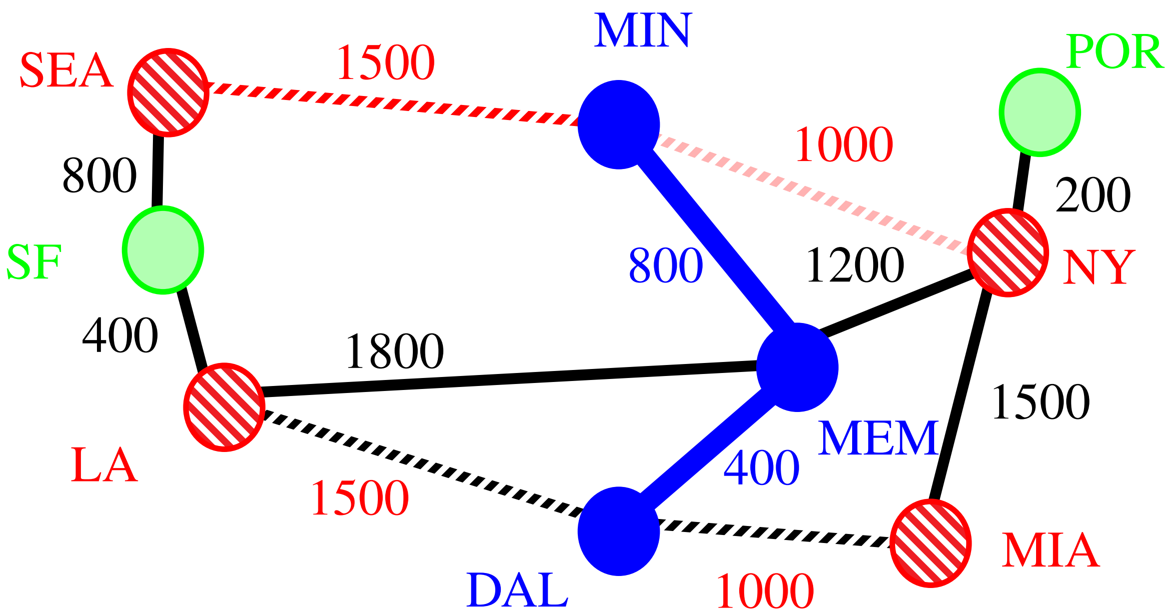
Et eksempel



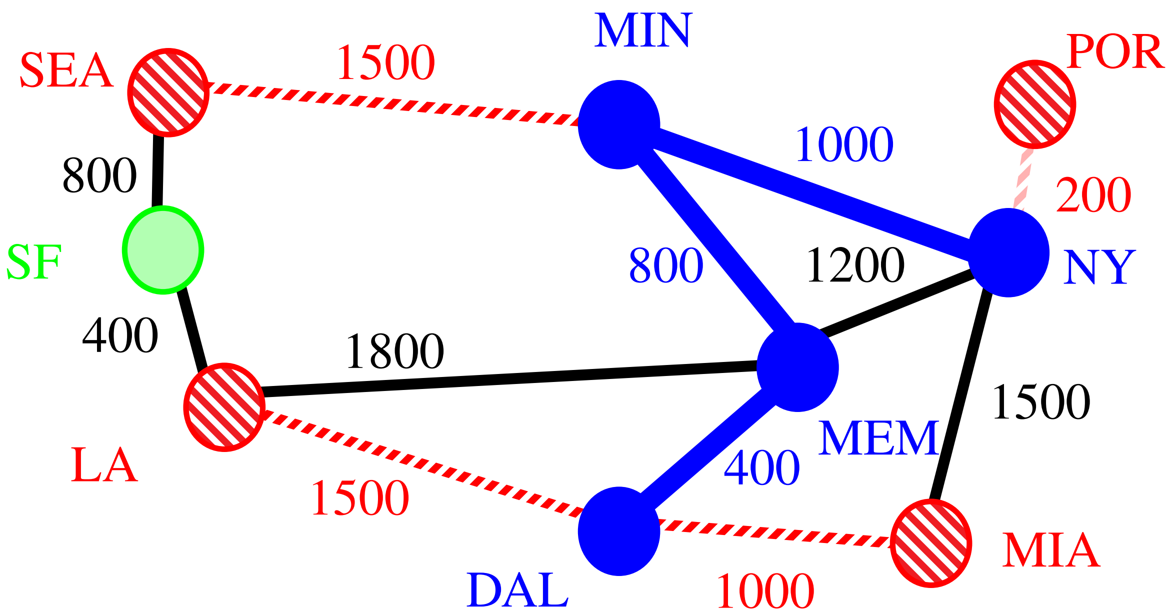
	neighbor	D[u]
DAL	MEM	400
LA	MEM	1800
NY	MEM	1200
MIA		
MIN	MEM	800
POR		
SEA		
SF		
MEM		



	neighbor	D[u]
DAL		
LA	DAL	1500
NY	MEM	1200
MIA	DAL	1000
MIN	MEM	800
POR		
SEA		
SF		
MEM		



	neighbor	D[u]
DAL		
LA	DAL	1500
NY	MIN	1000
MIA	DAL	1000
MIN		
POR		
SEA	MIN	1500
SF		
MEM		



	neighbor	D[u]
DAL		
LA	DAL	1500
NY		
MIA	DAL	1000
MIN		
POR	NY	200
SEA	MIN	1500
SF		
MEM		

Kjøretid

```
T ← {v}
   D[u] ← 0
   E[u] ← ∅
for each vertex u ≠ v do
   D[u] ← +∞
let Q be a priority queue that contains all the
      vertices using the D labels as keys
while Q ≠ ∅ do
      u ← Q.removeMinElement()
      add vertex u and edge E[u] to T
      for each vertex z adjacent to u do
          if z is in Q
             if weight(u, z) < D[z] then
              D[z] ← weight(u, z)
              E[z] ← (u, z)
              Q.UpdateKey(z,D[z])
return tree T
```

$O((n+m) \log n)$

hvor n = antall noder, m=antall kanter,

og Q implementert som heap.