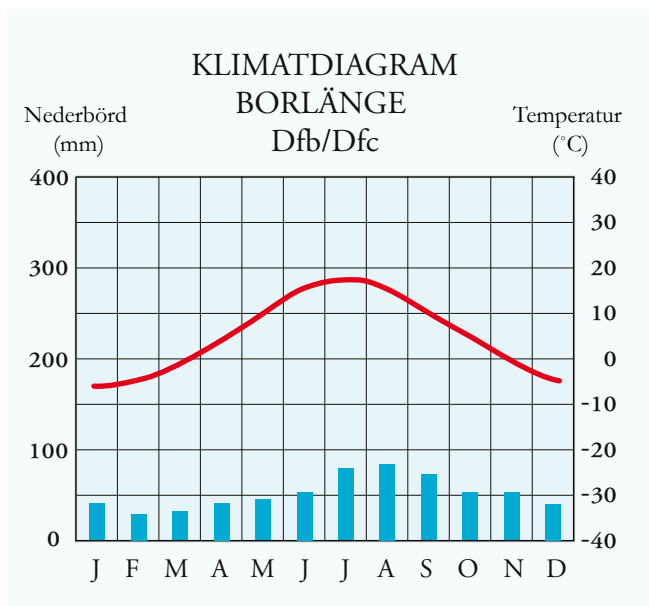




### D-klimat

D-klimatet har en snörök vinter. Det är minst en sommarmånad som har en medeltemperatur över  $+10^{\circ}\text{C}$  och minst en vintermånad understigande  $-3^{\circ}\text{C}$ . D-klimat är mycket vanligt förekommande mellan

*D-klimat, Tyllsnäs, Dalarna. Bilden visar vallodling utanför Borlänge mellan Tunaån och Dalälven. Stora Tuna kyrka ses mitt i bild. Området ligger på gränsen mellan Dfb och Dfc.*



$50^{\circ}\text{N}$  och norra polcirkeln, men med nordvästra Europa som ett stort undantag. Södra halvklotet, som inte har stora landmassor vid de här breddgraderna, saknar D-klimat!

- ◇ Vinterfuktigt (Df): Det är en jämn fördelning av nederbörden över året som orsakas av polarfrontens läge.
- ◇ Vintertorr (Dw): Vintern är torr på grund av köldhögtryck. Klimattypen finns utbredd i östra Sibirien.

En tredje bokstav kan tillfogas både C- och D-klimaten: a, b, c eller d. Den tredje dimensionen av C- och D-klimaten delas in enligt följande:

- a) en sommarmånad överstiger  $+22^{\circ}\text{C}$ ,
- b) sommaren överstiger ej  $+22^{\circ}\text{C}$ ,
- c) färre än fyra sommarmånader överstiger  $+10^{\circ}\text{C}$ ,
- d) den kallaste månaden understiger  $-38^{\circ}\text{C}$ .

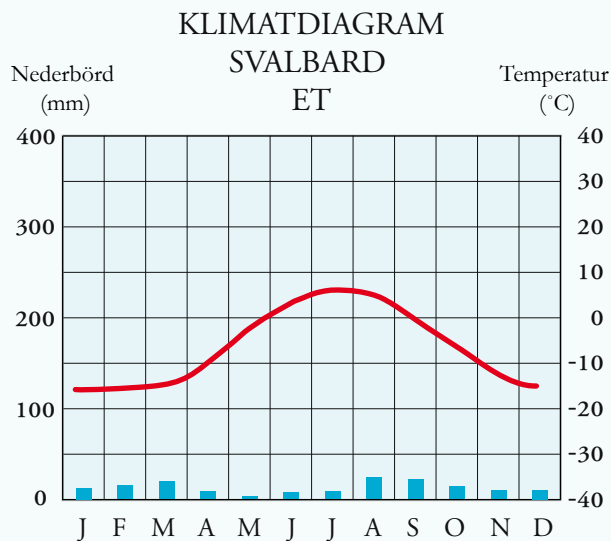
### E- och H-klimat

E-klimatet är ett polarklimat och H-klimatet är ett bergsklimat. E- och H-klimaten har flera likheter. Köppen definierar två typer av E-klimat: ET och EF.

ET är ett tundraklimat, en undergrupp till E-klimatet. Tundran är trädlös och återfinns främst i nordliga polarområden och i bergsområden. På Antarktiska halvön finns områden med ET-klimat. I ett ET-klimat ligger temperaturen över nollstrecket minst en månad per år och medeltemperaturen under årets varmaste månad får inte överstiga  $+10^{\circ}\text{C}$ . Det andra E-klimatet är glacialklimatet, EF. Här ligger årets alla månader under nollstrecket.

Eftersom den kalla polarluften inte kan hålla någon hög absolut fuktighet är nederbördsmängden låg. Årsnederbörden överstiger sällan 350 mm. Den tundra som ligger nära havet har en större påverkan av maritima luftmassor och kan ha en årlig nederbörd på upp till 1000 mm.

I ET-klimatet är marken frusen året om. Den ständiga tjälen kallas permafrost. På sommaren tinar den översta delen ovanför det permanent frusna lagret. Lagret som tinar under sommarhalvåret brukar vara 0,6-4 meter tjockt. Den ständiga tjälen kan nå flera hundra meter ner i marken. I Sibirien finns ställen med permafrost ner till 1500 meters djup. Det som förhindrar perma-



frosten från att nå ännu djupare är värmen från jordens inre.

H-klimatet har likt ET-klimatet inte någon månad med medeltemperaturer över  $+10^{\circ}\text{C}$ . H-klimat likställs ibland med E-klimat. Högländsområden med H-klimat, t.ex. Himalaya, Anderna och Alperna, utgör alla speciella miljöer och har därför en egen huvudklimat-typ. Klimatet kan präglas av kraftiga vindar, skugglägen och stora mängder orografiskt bildad nederbörd.



*Odlingsförsök, Island. På vulkanslutningarna på Island pågår försök med att odla upp syllägen för att binda fast jorden. Trots att jorden är mycket näringsrik har vegetationen svårt att bli livskraftig på grund av den låga temperaturen.*

## SVERIGES KLIMAT

Sveriges yta kan delas in i fyra växtgeografiska regioner. I den södra lövskogsregionen (längs kusten i Blekinge, hela Skåne och Halland samt utefter kusten i Bohuslän) domineras vegetationen naturligt av lövskog. Efter omfattande granplantering dominerar nu lövskogen endast i Skåne.

Den södra barrskogsregionen finns i resten av Götaland, Uppland, Södermanland, sydöstra delen av Västmanland, Närke och de sydligaste delarna av Värmland. Den södra barrskogsregionen begränsas i söder av granens naturliga utbredning och i norr av ekens utbredning söderifrån.

Den norra barrskogsregionen, taigan, utgör resten av landet förutom kalfjället. Regionen präglas av skogar med tall, gran samt fjällbjörk.

I fjällregionen växer det mest gräs och ris. I södra delen av fjällkedjan ligger trädgränsen på ungefär 900 m ö.h. och i norra delen på 400 m ö.h.

Gränsen mellan C- och D-klimat följer i stort sett gränsen mellan de södra och de norra barrskogsregionerna. I den trädfattiga fjällregionen är det E-klimat.

Götalands klimat är Cfb. Bokstaven f betyder helårsregn och b varm sommar med varmaste månaden under  $+22^{\circ}\text{C}$  och minst fyra månader med en medeltemperatur över  $+10^{\circ}\text{C}$ . I Svealand klassificeras klimatet som Dfb. I Norrland är klimatet Dcf där c beskriver sval sommar med mindre än fyra månader med en medeltemperatur över  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Det är inte ovanligt att årsmedeltemperaturen i landet varierar  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Temperaturmaximum inträffar en månad efter sommarsolståndet och temperaturminimum en månad efter vintersolståndet. Skillnaden i medeltemperatur mellan orterna Haparanda i norr och Ystad i söder är bara en halv grad i juli. Gäddede i norra Jämtland har i genomsnitt tre grader kallare i juli jämfört med platser på samma breddgrad vid Östersjökusten.

Vintrarna är mildast i närheten av havet och de stora insjöarna. I inre Norrland och nordvästra Svealand är vintermedeltemperaturen lägre i dalgångarna jämfört med den högre terrängen. Det är en effekt av att den

## SVERIGES VÄXTGEOGRAFI



kalla luften "rinner" ner efter dalsidorna. På vintrarna har vi ibland kalla monsunvindar från köldhögtrycket över Sibirien.

Nordatlantiska strömmen, en avlänkning av Golfströmmen, höjer vintertemperaturen i Sverige med  $+11^{\circ}\text{C}$ .

Nederbörden varierar med mellan 400 mm i Norrlands inland och över de södra delarna av Öland och Gotland till lokalt 3000 mm i fjällkedjans västra delar. De nederbördsrikaste månaderna är juli och augusti. Minst nederbörd faller på våren och försommaren. Nederbörden är mindre vid större sjöar och hav då luften inte hävs i samma omfattning över det relativt kalla vattnet som över land.

## KLIMATFÖRÄNDRINGAR

FNs klimatpanel, IPCC, består av världens mest framstående klimatforskare. Panelen ger ut klimatrapporter som förutsäger kommande klimat. I den fjärde rapporten, som kom år 2007, utpekas orsak och verkan mycket tydligare än tidigare. Det är med stor säkerhet människan som har orsakat temperaturökningen under de senaste 50 åren. Så höga temperaturer som det är nu har det inte varit på 1000 år. De ökade extrema vädersituationerna med torka och stormar tillskrivs också människan. Om 100 år kommer jordens medeltemperatur att ha ökat med 1,8-5,8 °C.

Vattenånga, lustgas, metan och koldioxid finns naturligt i atmosfären och höjer temperaturen på jorden med drygt 30°C. Det är en naturlig växthuseffekt. Koldioxidhalten i atmosfären var år 2009 388 ppm (miljondelar). Det motsvarar 0,0388%, vilket är den högsta nivån på 650 000 år. Den förindustriella halten var 280 ppm. Idag är den totala halten växthusgaser uppe i 449 koldioxidekvivalenter, 388 ppm koldioxid och ytterligare 61 ekvivalenter omräknade från växthusgaser som metan, lustgas och freon.

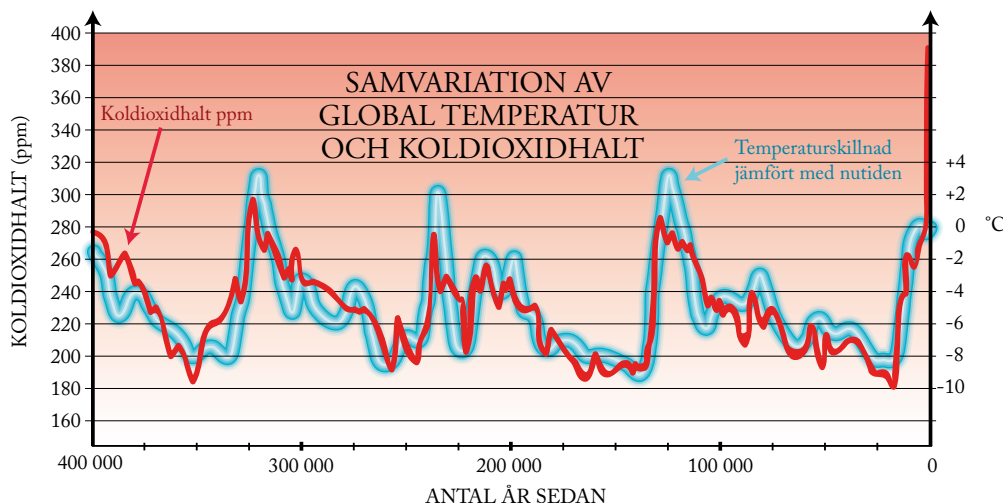
### Framtida climateffekter

IPCC förutspår att den ökande medeltemperaturen inom 100 år bl.a. kommer att orsaka följande förändringar:



*Klimatbov. Människan är med hög sannolikhet skyldig till den ökande medeltemperaturen på jorden. Den mest skyldige av dem alla är den vite medelålders mannen. Livsstilen hos honom är den i särklass mest naturresurskrävande.*

- ◇ naturens förmåga att ta upp koldioxid minskar, vilket leder till en ännu snabbare uppvärmning,
- ◇ jordbruksproduktionen i vissa afrikanska länder kan komma att halveras,
- ◇ stora delar av Asiens och Afrikas tätbefolkade floddeltan kommer att ha översvämmats permanent år 2080,
- ◇ 20-30 % av alla växt- och djurarter hotas av utrotning och
- ◇ södra, östra och mellersta Europa kommer att få större problem med torka, sämre skördar och fler värmeböljor (vid den europeiska värmeböljan år 2003 dog 35 000 människor).



*Det finns en tydlig samvariation av temperatur och koldioxidhalt i atmosfären. De kraftiga koldioxidhöjningar som skett med ca 100 000 års mellanrum har föregåtts av en temperaturökning ca 1 000 år tidigare. Idag är det förhöjda koldioxidhalter som orsakar den förhöjda medeltemperaturen.*

Koldioxidbudget i miljarder ton kol/år	
Utsläpp från fossila bränslen	+6,2±0,4
Avskogning	+2,3±0,8
Upptag i havet	-2,5±0,7
Upptag av vegetation på land	-2,8±1,1
Kvar i atmosfären	-3,2±0,2
Summa	0

Det finns ca 780 miljarder ton kol i atmosfären. Den procentuella ökningen per år är runt 0,5 %.

Södra Spanien och södra Frankrike kommer enligt klimatrapporten att få ökenklimat när sommartemperaturerna ökar med sju grader och nederbörden halveras. Hela Medelhavsområdet får det torrare och varmare. Det blir till och med svårt att bedriva konstbevattnat jordbruk eftersom det inte kommer att finnas något vatten att använda.

Det finns redan idag 25 miljoner flyktingar på grund av klimatet. Om ett sekel kommer klimatflyktingarna att vara flera hundra miljoner.



*Kvinna säljer träkol i Mandalay, Burma.*

### Inte bara koldioxid

Det finns flera osäkerheter i klimatscenarierna. En ökad temperatur ger ökad avdunstning, mer vattenånga i atmosfären och mer moln. Höga tunna moln värmer jorden medan låga tjocka moln kyler jorden. Låga moln komplicerar prognoserna eftersom de vintertid hindrar den långvägiga värmestrålningen från att försvinna ut i rymden.

I diskussionen om klimatförändringar är ofta koldioxid i centrum. Av alla de växthusgaser som ökat i atmosfären efter industrialiseringen står koldioxiden för över 80 % av temperaturhöjningen. Resten orsakas i huvudsak av metan och lustgas. Det finns flera andra förklaringsmodeller till ett förändrat klimat, men växthusgasteorin är den som har störst vetenskapligt stöd.

En teori som har framförts av danska forskare är att solfläcksantalet påverkar molnigheten på jorden. Många solfläckar minskar molnigheten på jorden, vilket skulle resultera i ett varmare klimat. Solfläcksteorin har fått allt mindre stöd i den senaste forskningen.

Den sammanlagda effekten av sotpartiklar från småskalig eldning höjer medeltemperaturen. Frågan är hur mycket. Nettoeffekten av sotpartiklarna kan enligt de senaste forskarrönen stå för så mycket som hälften av den temperaturhöjning som den förhöjda halten av koldioxid i atmosfären gör. Det finns flera fördelar med att byta ut energikällan eller rena röken från den småskaliga eldningen av kodynga, träkol och ved. Några av dem är:

- ◇ temperaturnedgången på jorden kommer att bli snabb, eftersom sotpartiklarnas uppehållstid i atmosfären är kort,
- ◇ boendemiljön för miljarder människor, främst i Sydostasien, skulle förbättras,
- ◇ nedfallet av svarta sotpartiklar på glaciärer i Himalaya skulle minska och få avsmältningen att bromsa in och
- ◇ kostnaden för att byta uppvärmningssystem är låg jämfört med att fasa ut fossila bränslen.

## PERMAFROST OCH KLIMATFÖRÄNDRING

När det översta lagret av permafrosten tinar blir vatten stående, det kan inte rinna ner genom tjälen i marken. I de dåligt dränerade områdena växer vitmossor, halvgräs och gräs. Nedbrytningen av dött organiskt material är obefintlig när tjälen når ända upp till ytan. På sommarhalvåret är nedbrytningshastigheten låg i det tinade lagret eftersom miljön är syrefattig, blöt och kall. Det organiska material som inte bryts ner bildar torv. I torvmark med permafrost bildas flacka kullar av is och torv, så kallade palsar. De torvmossor som finns i permafrostområden kallas därför för palsmyrar.

Torvmossor tar upp koldioxid ur atmosfären och binder in den i vegetationen. De fungerar som en kolsänka genom att sänka atmosfärens koldioxidhalt. Om hela jordens yta vore täckt med torvmossor skulle det räcka för att ta upp all den extra koldioxid som förbränningen av fossila bränslen och avskogning ger varje år.

När tjälen i det översta lagret släpper på sommaren bryts torven delvis ner och det bildas koldioxid. Om den skyddande tjälen helt försvinner kan marken kollapsa. I botten på de sjöar eller våtmarker som då bildas

är syrehalten låg. Den nedbrytning av torv som då sker bildar metangas som stiger upp i atmosfären.

Metan är, näst efter koldioxid, den växthusgas som förhöjer jordens medeltemperatur mest. Under havet, på kontinentalsockeln norr om Sibiren, är det också permafrost. Sedimenten på de arktiska havsbottenarna innehåller stora mängder metan som kan frigöras om temperaturen ökar. Metangasen som idag läcker från Arktis kan stå för så mycket som 60 % av världens totala metangasutsläpp. Metan, CH<sub>4</sub>, är en mycket effektivare växthusgas än koldioxid, sett ur ett 100-årsperspektiv. Det kan finnas ända upp till 1000 miljarder ton kol lagrat i den arktiska permafrosten. Det kan jämföras med atmosfärens 780 miljarder ton eller de totalt 650 miljarder ton kol som nu finns i jordens levande växter.

E-klimat med permafrost övergår på grund av klimatförändringar till D-klimat. Marken håller på att tina och genererar därmed mer växthusgaser. Den frigiorda växthusgasen höjer medeltemperaturen ännu mer! Processen har en positiv återkoppling, det vill säga att den är självförstärkande.

### NETTOFÖRÄNDRINGAR AV KLIMAT DE SENASTE 50 ÅREN

