

Mayakulturer i Mexico – en energihistoria att lära av?

ihopsnickrad av nya och gamla historiefragment och egna synintryck av Jan Nilsson

Efter en just utförd en-veckas rundtur bland spektakulära lämningar av ett flertal gamla mayakulturer på Yucatanhalvön i Mexico ska jag försöka redovisa lite funderingar kring deras **jordbruksproduktion av bioenergi i mat**. Av de historiska uppgifter som förmedlades av vår väl uppdaterade svensk-mexikanska guide (läs mer under <http://www.busvebacken.ath.cx/> "Mayafolkets Yucatán") fann jag här rester av en ovanligt renodlad form av matenergidrivna samhällen där förmodat ekologisk växtodling i avancerade former måste ha utgjort den helt dominerande energikällan för hela den forntida samhällsutvecklingen.

Min **sammanfattning** och slutsats från den historiska beskrivningen blir, att vi sett ett antal upp- och nedgångar i kulturen som otvivelaktigt påverkats av människans tekniska uppfinningsförmåga. Hållbarheten i deras olika kulturer har definitivt störts av naturligt långvariga klimatvariationer och troligen även av egenpåverkade klimatstörningar. Däremot tror jag inte på "utarmade jordar", utan det handlade säkert mera om att de styrande tidvis utarmade själva produktionsapparaten med sina bönder, anläggningar och lager, genom att konsumera mera energi och tjänster än vad samhället klarade av när klimatet ibland kärvade till sig. Man sparade för lite i ladorna och de övergripande jordbruksinvesteringarna höll inte jämna steg med samhällets konsumtionstillväxt.

Som av en händelse genomfördes resan med den mycket klimataktuella staden Cancun (ligger väster om C i Coba) som start och slutpunkt, en stad som exploderat på ren badturism från 400-pers fiskeby år 1970. Omgivningarna på landsidan är tio mil ödemark innan man når något av vare sig maya eller spanska kulturspår. Resan gav en spännande vinkling till de frågor som jag funderat över i avsnittet om [Jordbruk](#).

När Lena och jag var där började det också mullra i de gamla nordafrikanska, nu sedan länge stagnerade arabiska civilisationerna, kanske pga att deras historiska energihantering och energikonsumtion spårat ur?



Holbox, en nyexploaterad badort på en annars öde ö längst i norr och som än så länge förmodligen ser ut som Cancun gjorde 1970. Trafikeras endast med golfbilar.

I Yucatanområdet dominerade flera olika **stridbara etniska mayagrupper** jämsides eller efter varandra, men där fanns även periodvis andra krigiska indianfolk som rörde sig över centralamerika i jakten efter bättre utrymmen att försörja växande befolkningar eller kollapsade samhällen med. **Mayakulturerna blomstrade med några avbrott fram tills för omkring tusen år sedan**, men anses ha börjat för långt mer än två tusen år sedan och fick som bekant ett abrupt slut på 1500-talet

när spanske kejsaren och Vatikanen kom med sina utsända och bokstavligen slaktade de relativt små härskarområdena i sin jakt på guld, silver och naturtillgångar.

Före år 1500 tror man att Mexico (4 ggr Sveriges yta) hade 15-20 millioner invånare (50 milj enl annan uppgift) vilket snabbt reducerades till en tiondedel efter spanjorernas intåg. En annan uppgift anger att att **mayaområdet (stort som halva Sverige) försörjde 5 – 10 miljoner människor** ungefär vid vikingatiden då skandinaverna gjorde sina erövringar i ett England som då bestod av 2,5 miljoner invånare.

Intressanta fakta i Amerika är att kulturutvecklingen har skett i en mänsklighet som släppte kontakten med Gamla Världens afrikanska ursprung för mer än 10 000 år sedan när man vandrade på fast mark över nuvarande Berings sund till Nordamerika och sedan själva utvecklade sina olika högkulturer i den Nya Världen ända ner till Chile i Sydamerika under årtusendenas lopp.

Det är kanske mest sorgligt att betrakta de synliga lämningarna efter dessa högkulturer, när man betänker hur de på precis samma sätt som här i gamla världen i Asien, Afrika och Europa nästan till hundra procent har haft till syfte att utgöra rena maktsymboler och påminna undersåtarna om de religiösa och politiska härskarnas personliga storhet och näst intill omätliga konsumtionsbehov samtidigt som de vanliga byggarna hade en synnerligen begränsad standard. Skillnaden mellan Amerika och gamla världen är nog bara att de stora kejsardynastierna i t ex Nildalen, Rom och Kina utvecklades med makt och beskattning över mycket större och bördigare jordbruksområden med stor vattentillgång för både bevattning, näringstillförsel och fjärtransporter.

Mina iakttagelser stämmer ganska väl överens med följande citat från en historisk översikt över all världens högkulturer.

CIVILIZATIONS

Essential features common to all great civilizations:

- *intensive agricultural economies,*
- *large concentrated populations,*
- *intense social stratification,*
- *occupational specialization,*
- *central governmental authority,*
- *state control of food production and distribution,*
- *standing armies,*
- *monumental architecture,*
- *organized religion*

Om man funderar lite över hur de här **minnesmärkena i mayaområdet** tillkommit och vad dom egentligen **innehåller av energiinvesteringar**, så vill i alla fall jag dra några rimliga energislutsatser av vad jag ser. (Energi är ett nytt område som knappast någon arkeolog eller historiker ägnat vidare intresse åt, men de flesta förundras ändå över hur detta svaga och numera övergivna jordbruksområde kunnat försörja så tätbefolkade och avancerade samhällen som man funnit i de gamla mayakulturerna!)

1. Det enda skäl som begränsade **storleken på dessa monumentalbyggen** och därmed den konsumtion som varje härskare kunde tillåta sig, **låg i storleken av energiproduktionen** som fanns eller kunde uppnås inom respektive härskares hela maktområde. Eftersom byggena oftast pågick under mycket långa tidsperioder – i mayaområdena kunde det i praktiken handla om många hundratals år eftersom man ständigt byggde om och byggde på tidigare monument – behövde makten också ställa krav på att ha eller utveckla en rimligt säker och kontinuerlig energiproduktion som stöd för det samhälle som sysselsattes med

byggnationerna. Historiker har faktiskt sagt att **jordbrukets ”verkstad” i själva verket måste ha haft en jämförbar utvecklingsnivå med det imponerande vetenskapliga kunnande** som man funnit i de gamla städernas efterlämnade dokument och monument. Tyvärr är ju en jordbruksverkstad, till skillnad från ett monument som byggs på höjden, alltid konstruerad och utlagd horisontellt vilket gör att den försvinner mycket snabbare och effektivare i djungeln när den övergivits.

2. På Yucatanhalvön finns i dag mer än 160 kända arkeologiska platser inom ett ganska begränsat inlandsområde på 40 000 km² (20 x 20 mil). Varje plats bör grovt räknat, vid någon tidpunkt ha representerat en stadsstat där härskardynastin byggt upp ett hierarkiskt samhälle vars största uppgift varit att bygga monument och med en överklass av krigare (officerare?) slåss med grannstaterna om mera makt och egendom. Tidsperioden för de här mest blomstrande högkulturerna låg ungefär mellan åren 500 – 1300 e. kr.



Några bostäder i Palenque. Till h hälften av en I-formad bollplan med ena långsidans målring. Två lag skulle utan att använda händer eller fötter få en rågummiboll igenom motståndarlagets ring. Det avslutades med att en spelare fick ärofullt offra sitt liv.

Före vidare slutsatser måste jag tillfoga några geografiska fakta.

Yucatanhalvön består av en mycket platt, låglänt kalkstensplåtå (yta 30 mil öst - väst, 60 mil nord -syd) i ett tropiskt klimatområde, söder om Mexikanska golfen och i jämnhöjd med Kuba och Mauretanien i Nordafrika på 20e breddgraden. Det finns egentligen inga nämnvärda sjöar eller floder på själva halvön och temperaturen understiger knappast +20 grader dagtid nu mitt i vintern medan det förekommer mer eller mindre nederbörd hela året. Den naturliga vegetationen på hela halvön ser ut att vara tämligen lågväxt djungelliknande lövskog, vilken för närvarande ser ut att ha återtagit herraväldet över de flesta av de arkeologiska platserna med tillhörande jordbruksmark. Ut mot norr där de senaste kulturerna utvecklades, är det närmast buskskog medan den södra delen mot Stilla havet har tropisk regnskog och bergigare terräng. **Marken hade tunna jordskikt med oftast mycket riklig stenförekomst, och som åkerjord är den naturligt tämligen urlakad och näringsfattig liksom de flesta jordar i tropikerna** trots att den här uppstått ur lättvittrade havsbottensediment. I dessa karga områden, som i dag är nästan helt igenväxta och saknar jordbruk, uppskattar man att Mayas högkultur före år 900 kunde försörja en till tio miljoner invånare med bioenergi.

I en del (40 %) av området, som består av träskmark men med ganska stort avstånd till städerna, har man funnit **rester av utvecklad teknik med höga odlingsbäddar** och mellanliggande kanaler. Närings sediment från kanalbottenarna kastades efterhand upp som växtnäring på bäddarna. För verkar näringshanteringen vara ett okänt historiskt kapitel förutom att man ofta talar om svedjejordbruk som en möjlighet. Med tanke på den metodens erkänt slösaktiga näringshushållning kan det knappast ha varit användbart annat än i tidiga enklare kulturer utan städer och med mycket låg befolkningstäthet.

En möjlighet kan finnas i följande notis:

Tenochtlitan, the capital of the Mexica, was far cleaner than its European counterparts--and far larger, as well; it probably was home to over 100,000 people by 1520. It had a large workforce to remove garbage, etc., and a sewer system to remove human waste (in Europe, they simply threw it into the streets, where it mixed with animal waste and garbage).

Det skulle ju faktiskt vara möjligt att ett systematiskt återvinningssystem för köksavfall och mänskliga utsläpp varit allmänt förekommande i den forna mexikanska samhällsutvecklingen och därmed återfördes också näringen till odlingsplatserna. Det skulle ju även vara naturligt med tanke på behovet av att skydda de sparsamt förekommande vattentillgångarna från föroreningar, och workforce/sopgubbarna ovan kunde mycket väl vara samma styrka som bar in maten till stan från landsbygden och tog avfallet i retur.

Vatten var en osäker tillgång här i norra Yucatan utan sjöar och floder vilket väl bl a återspeglas i det flitiga dyrkandet av regngudar. På norra Yucatan är årsnederbörden idag omkring 400 mm och går upp mot flera meter längst i söder.

För samhällets behov samlades regnvatten i speciella konstruktioner och på en del ställen hade man naturliga brunnar ner till grundvattnet i den grottbemängda berggrunden, s k "cenotes".



Yucatans kalkberggrund är fylld av underjordiska grottor och vattendrag. Här har taket till en grotta fallit in och bildat en cenote, en brunn med sötvatten som här blivit en ovanligt stor pool med härligt bad - 90 m djup!

Andra bilden visar hur man byggde muröppningar. Tv "falskt valv" med från båda sidor utkragande stenar som avslutades med en locksten och till höger en rak öppning med träbjälke som överliggare. Man hade alltså inte uppfunnit gamla världens rund- och spetsbågvalv.

Hela **Mayakulturen arbetade enbart med stenredskap** av bl a obsidian. Metaller som guld, silver, koppar, användes bara i ceremoniella föremål.

Man använde inte hjulet och **hade inga dragdjur**, vilket innebar att allt mekaniskt arbete och alla **transporter på landbacken utfördes av enbart människor** utan några andra kända hjälpmedel. Traditionellt bär man här bördan på ryggen hängande i ett pannband.

Alla synliga **kulturlämningar är byggda av bearbetade och obearbetade kalkstensblock** med åtminstone väggarnas ytskikt bestående av huggna block fogade med kalkbruk. Dessutom var alla väggar i original täckta av rapping och målade i olika färger, vilket dock numera fallit bort. Anmärkningsvärt var att alla monument som beskrivits som pyramider eller **trappstegspyramider** med släta och målade ytor, egentligen genomgående **var enorma och homogena stenhögar** med innanmäte av osorterade stenblock, vilka fungerade som grund för en eller flera ganska anspråkslösa tempel eller andra officiella byggnader uppe på den avskurna toppen. Pyramiderna kunde bestå av upp till tre – fyra – fem lager eftersom nya kungar gärna byggde på tidigare konstruktioner för att överglänsa företrädare och grannstater. Den högsta pyramiderna här var omkring 50 meter i höjd och minst det dubbla i basmått, och vi såg även på ett ställe en ca tio meter hög bottenplatta eller torg som var ett par hundra meter i fyrkant. Bara den sistnämnda plattan borde innehålla ca en million ton sten.

Varje monumentsamling var också centrum i ett ganska utbredd stadssamhälle med en överklass bestående av härskarklan, prästerskap, militärer, arkitekter, stenhantverkare, skrivare, konstnärer, köpmän och vetenskapsmän med stora kunskaper i matematik och astronomi samt en stor arbetarklass för allt mekaniskt arbete. Man tror att mayastäderna kunde innehålla 10 – 20 – upp till 70 000 invånare, vilka måste ha varit **försörjda av ett högutvecklat omkringliggande jordbruk**.



En vacker "pyramid" med tempel längst upp i Chichen Itza. Till h vår guide vid en av de vanligt förekommande minnesstenarna (stele) som med sina inskrifter och bildreliefer väl närmast motsvarade våra runstenar.



Modell av ett rekonstruerat byggnadskomplex i Uxmal med sina typiska takkammar som skulle öka byggnadens höjd och ge ett mer imponerande intryck.

Till h sidan på den ovannämnda plattan i Uxmal som var flera hektar stor. Obs personen som står uppe på kanten och de konstfulla relieferna på tempelfriserna ovanför.



Här syns ett av palatsen som stod ovanpå plattan på en egen mindre tempelfot. Till h ser man från plattan ut över en bollplan och flera ceremonibyggnader i bakgrunden.

*The population increase during the Early and Late Classic Periods in **Tikal**, forced the rulers to find alternatives for high-yielding crops. Intensive methods, which made use of irrigation were thus introduced in Tikal, by means of canals and elevated grounds related to hydraulic agriculture, which were complemented by vegetable gardens, fruit trees and breadnut. Their intensive agriculture, which used special techniques associated with hydraulic engineering, was also carefully planned, as the whole city was built so as to collect water in the vast reservoirs, lined with stucco to prevent absorption into the soil. This was a great feat of engineering powered by an economic endeavor.*

*Agricultural and storage studies (of chultunes) undertaken in **Tikal** have demonstrated the continuous use of the breadnut (*Ramón*, or *Brosimum alicastrum*), which was used to prepare tortillas, sweet pastries or a thick porridge. Its dietary importance has been proven, as it has a high protein and caloric content. It was also easy to preserve for long periods of time, stored in chultunes, where it didn't mold as it has only a 6.5% water content. Corn and beans tend to mold much faster than breadnut, due to their higher content of water. Breadnut was a widely accepted product, as well as maize, beans, pumpkin, chili, sweet potato, yucca, jicama and various medicinal and edible plants. These were widely consumed, suggesting that the environment at Tikal was not as hostile as once thought and that other agricultural products must have been cultivated in the region, too.*

The daily dietary supplements to their staple of maize, beans and breadnut included animal meat, fish, sea products, root crops and local fruits. This diverse diet, together with products cultivated through both the extensive and intensive agricultural systems, enriched the subsistence of the Tikal population.

Tikal i södra mayaområdet var en av de största stadsstaterna med 60 – 75 000 invånare när det var som störst. Man har beräknat att stan hade 10 000 byggnader över en yta av 10 kvadratkilometer (1 hus per 1000 m²). Stan var beroende av ett omland med ytan 2500 kvkm (5 x 5 mil) med en 3 ggr så stor befolkning (om uppskattningarna stämmer fanns alltså 75 % av totala befolkningen på landsbygden och hade ett medelavstånd av 1 – 2 mil in till stan med sina produkter.

Missväxt på grund av torka var vanligt förekommande vilket följande citat visar:

*A study found that a large city such as **Tikal** had reservoirs that could hold 18 months supply; but the three severest drought episodes were each between 3 – 9 years duration. In the drought centred*



on 810 AD the city of Tikal lost around 90% of its population.

*Står uppe på pyramid i Calakmul och spanar mot den försvunna storstaden **Tikal** som ska ligga ca tre mil bort. Här måste en gång ha varit öppet landskap med ett myllrande folkliv - nu nästan helt öde.*

Stora katastrofer med flera hundra års mellanrum var också typiska för de här områdena och ledde varje gång till att de sårbara städerna kollapsade och den allmänna utvecklingsnivån sjönk tillbaka. Numera anser man att de här klimatstörningarna till stor del berodde på det naturliga väderfenomenet El Niño vilket just för närvarande plågar den Australiska kontinenten på samma sätt.

Mayahärskarnas problemlösning handlade om ett val mellan att bygga fler monument och skjuta över risk och ansvar för framtiden på för ändamålet lämpliga gudar, eller den mera krävande vägen som man sannolikt var väl medveten om, att avstå från en del egen konsumtion och investera mycket mera i lagringskapacitet, ännu klimatsäkrare odlingsmetoder samt en bättre organisation och teknik för fjärrhandel med jordbruksprodukter. Att det fanns opåverkad livsmedelsproduktion långt i fjärran visste man, men för att komma åt den måste man ha fungerande samverkan och kommunikationer på olika plan, och framför allt några bytesvaror att handla med. I det fallet hade den föregående stora samhällsproduktionen av stenbyggnader inget värde alls.

Det lilla man hittills tror sig veta om **jordbruket** kan sammanfattas i följande:

Den viktigaste jordbruksgrödan som även hade religiös status var majs, ett inhemskt sädeslag som man börjat domesticera och förädla flera tusen år tidigare. Majs verkar ha varit en mycket lyckad utvecklingslinje eftersom den än i dag är en av de mest spridda och högvakastande spannmålsgrödorna i världen. Den var också ovanligt välanpassad till den gamla mayamiljön, då den var torktålig, storkärnig och lätt att så (med planteringskäpp), skörda och tröska med bara händerna, stora plantor och plantavstånd som var enkla att ogräsrensa och höga korntal vilket betyder att låg utsädesmängd behöver sparas i förhållande till skörd.

Dessutom odlades böror, squash/pumpa, chilipeppar, tomat, avocado, bomull, och den "gudomliga" växten kakao. En annan typisk gröda är agave, som odlas för fibern sisal eller för produktion av växtsaft till tequiladryckerna och brödfruktträd (ramon) som nämns i citatet ovan. I regnskogen fanns både tuggummiträd och gummiträd ur vilka man tappade latex som användes till regnkläder, skor och bollar till det ceremoniella bollspel som man byggde arenor till över allt. Man

har också nyligen funnit rester av stora maniokodlingar (eller kassava, en stärkelserik och högvakastande rotfrukt) i Tikalområdet.

Dom vanligaste och i stort sett enda nyttohusdjuren verkar ha varit kalkoner och hundar, där även dom sistnämnda uppföddes till livsmedel. Någon källa talar även om uppfödning av ”deers”, dvs småhjortar ur den vilda faunan.

Till skillnad från de allra flesta nomad- och jordbrukskulturerna i gamla världen, så saknade alltså de här amerikanska högkulturerna vanlig boskapsskötsel med gräsätande kött- mjölk- och dragdjur. Det var väl endast i de sydamerikanska Anderna som man domesticerade kameloiderna lama och alpaca som kött- fiber- och packdjur.

Dom vilda idisslare som finns i naturskogarna begränsas till några mindre arter av hjortdjur, vilka tillsammans med diverse fåglar och smådjur naturligtvis jagades, men torde ha haft en marginell betydelse i städernas kosthållning.

Mina vidare energireflexioner skulle då kunna fortsätta med följande:

Om vi på ganska goda grunder antar att den mayanska fysiska stadsverksamheten i huvudsak utmynnade i ett idogt insamlande och staplande av stenblock så skulle vi kunna göra en schematisk kalkyl över vilka ungefärliga energimängder som gick åt för just detta. Jordbruket som levererade nästan hundra procent av den energin är en egen verkstad utanför, eftersom jag inte tror att det fanns vare sig arbets- eller arealmässigt utrymme för nämnvärd odling inom stadsgränsen.

3. De flesta av de här **kungastäderna** låg mer än tio mil från kusten, utan vind- och vattenkraft eller solenergi annat än fotosyntesenergi och **utnyttjade i princip endast mat och brännved som drivkälla för hela samhällsutvecklingen.** I det rådande klimatet behöver man egentligen ingen nämnvärd energi för vare sig uppvärmning eller varma kläder vilket betyder att överlevnadsbehovet av mat och tillagningsenergi borde i stort sett vara detsamma för dem som för oss i dag. Det går ju åt lite mer mat för hårt fysiskt arbete än för överklassens mer intellektuella dito, men skillnaden i energiförbrukning kan väl utjämnas av att överklassen ganska säkert åt en mera hjälpenenergi krävande kost, som t ex mera kött. I begreppet tillagningsenergi bör man nog räkna in att varje arbetare hade en familj som utgjorde den långsiktiga rekryteringen av ny arbetskraft, och att hustrun har fullt upp med att sköta hemmet med bränsleförsörjning och den dagliga arbetskrävande malningen och bakningen av tortillas (majstunnbröd) och bönpastan med mycket enkel utrustning, vilket vi såg prov på att det förekommer ute på landsbygden än i dag.





Flora bakar dagens behov av tortillas på en enkel lergodshäll. Hon och pojken i mitten har den vanligt förekommande hoptryckta, satta kroppstypen där ryggraden ser ut att vara förkortad i förhållande till normallånga armar och ben. Man får intrycket att en ärftlig anpassning skett hos en folkgrupp till det gamla bärandet i pannband som var mycket påfrestande för bl a halsen.

4. Jag beräknar här det **totala livscykelenergiebehovet per vuxen till i medeltal 10 kwh per dag (3,65 Mwh/år)**. Av det utgör **den direkta matkonsumtionen ungefär 3 kwh (1 Mwh/år) vilket motsvarar 0,75 kg rå majs kärna**. Resten utgörs av den personliga konsumtionen för andra ändamål som t ex kläder, utrustning, bränsle, bostäder och barnuppfostran. Som jämförelse kan nämnas att jag såg en nyligen gjord livscykelanalys på vårt **moderna västerländska personliga energibehov som beräknades till storleksordningen 150 – 200 kwh per person och dag (73 Mwh/år)**, vilket då inkluderar allt som vi konsumerar och betalar med bruttolönen för vår arbetsinsats. Den direkta matkonsumtionen är fortfarande 1 Mwh/år.
5. En mayastad på 10 000 vuxna invånare staplade sten för en total bränslemängd av $(10\,000 \times 10 \times 365 = 36500 \text{ Mwh})$ per år. Av detta var minst 30 procent eller 11 000 Mwh ren matenergi från odlingar. Om $\frac{3}{4}$ av stadsbefolkningen var arbetarfamiljer så borde detta samhälle ha kunnat levera omkring 1 miljon dagsverken per år i mekanisk arbetskraft till härskarnas storhetsdrömmar. Avbrott i den här rutinverksamheten uppstod varje gång man drog ut i krig eller när energitillförseln sinade pga torra eller andra naturkatastrofer
6. Om hälften av dagsverken ägnar sig åt ren transport och en man kan bära 50 kg på plan mark i en hastighet av 4 km/tim i 10 timmar, så skulle han kunna förflytta $\frac{1}{2}$ ton sten/dag en sträcka av 4 km. Då skulle samhället kunna klara en ostörd byggtakt av 250 000 kubikmeter byggnadsmassa per år. Då beräknar jag kalkstenens volymvikt till 2,5 och resten av dagsverken sysselsätts med alla andra nödvändiga kringarbeten, bl a bränning av all kalk som åtgår till murbruk och väggputs.
7. Med Tikals siffror på en mindre 10 000 personers stad i det kargare norra Yucatan skulle

vi behöva producera 150 000 Mwh bioenergi per år åt 40 000 människor som utnyttjar en total yta av 350 kvkm (2 x 2 mil, 35 000 ha). I medeltal måste man då ta ut drygt 4 Mcal bioenergi i nettoskörd per ha och år över hela området. Det motsvarar ett uttag av t ex 1000 kg majs kärna/ha eller, om man utnyttjar hela plantan, 500 kg kärna och 500 kg halm. Det var säkert ingen omöjlighet för 1 – 2000 år sedan och kan nog även motsvara områdets naturliga bioengiproduktion i det ganska torra klimatets buskskog. Skogen har det dock lättare då den kan växa oavbrutet i flera år och därmed också får ett djupare rotsystem som även kan nå grundvatten. Man brukar dock mycket sällan kunna odla upp hela den skogbevuxna ytan över ett större område till ätbara grödor, så ett rimligt antagande kan vara att halva området odlades och behövde då avkasta dubbla skörden per år (1000 – 2000 kg kärna per ha) för att ge en tillfredsställande försörjning åt samhället. Med en tillräcklig vatten- och näringsförsörjning kan man i dessa tropiska områden så och skörda när som helst under året, vilket under gynnsamma gör det möjligt att hinna med gott och väl två skördar under samma år på samma yta. Färskvaror kan skördas kontinuerligt och för t ex majs kan man minska odlingsrisken för torka och fördela arbetsinsatsen jämnare över året genom att dela upp odlingen i flera delar som sås vid olika tidpunkter.

8. Mayafolken åstadkom enligt den här kalkylen sina odlingsresultat genom att varje landsbygdsfamilj med arbete och stenredskap måste bruka i medeltal drygt ett hektar åker plus lika mycket skog, och varje år leverera 2 Mwh skörd (t ex 500 kg majs) till stan. Om det skedde som skatt eller mot betalning är väl fortfarande oklart – förmodligen var det både och. ”Bränslet” eller priset för bondefamiliens eget arbete var $2 \times 3,65 \text{ Mwh} = 7,3 \text{ Mwh}$. Läger man därtill 0,7 Mwh för att täcka insatsen för utsäde och underhåll av själva verkstan så har vi tagit ut totalt 10 Mwh varav 6 – 8 Mwh från varje odlad hektar och resten från den lika stora skogsytan i form av brännved och jakt. Man kan observera att bara 20 % (2 Mwh) av totalsköörden når samhället medan resten eller 8 Mwh av skörden ur samhällets synpunkt måste betraktas som insatt hjälpenenergi för att åstadkomma kommande års skördar. **Energikvoten för samhällets konsumtion blir då $2/8 = 0,25$ medan bondens och jordbrukets egen energikvot blir producerad energi(10) / insatt energi (7,3 + 0,7) = 1,25.**
9. I det självförsörjande enkla jordbruket före högkulturen måste man kunna säga att varje familj först brukade så stor areal man orkade med och producerade samma mängd energi som man konsumerade (energikvot 1). Om folkökningen orsakade konkurrens om marken fanns det en möjlig utväg att upprätthålla den gamla produktionen på en mindre yta genom att kompensera med förbättringar av metoderna – man måste spara lite av tidigare års produktion för att kunna investera i verkstadsförbättringar. Exempel på det är åtgärder för stödbevattning, bättre sortmaterial och kanske framför allt bättre näringstillförsel. **Anläggningarna eller verkstan, som byggs upp efterhand, är varaktig över en längre period med ett mindre underhåll och producerar under den tiden mera biomassa per hektar än tidigare, och det visar sig nästan alltid att det därefter förbrukas mindre arbetsenergi per producerad Mwh. Det dolda anläggningkapitalet är mycket betydelsefullt.**
10. **Det sistnämnda ovan är själva förutsättningen för utvecklingen av det civiliserade stadssamhället,** dit nu en samordnade maktfaktor kunde sammanföra landsbygdens friställda arbetskraft tillsammans med det producerade energiöverskottet. Varje procent av landsbygdsfolket som överfördes till stadsbefolkningen tillsammans med sitt behov av energi kommer då att öka energikvoten för jordbruket från ursprungliga 1,0 till upp emot Tikalexemplet 1,25 som troligen närmar sig maximum för vad mayaområdets miljö kunde åstadkomma av långsiktig men sårbar energiproduktion utan hjälptillförsel

utifrån. Stadsexemplet kvot 0,25 innebar att den här jordbruksekonomin behövde sätta in hjälpenergi från 4 ha produktion för att leverera 1 ha nyttoenergi till stan. När andelen jordbrukssysselsatta i förhållande till hela befolkningen börjar närma sig noll som i dagens Sverige börjar även producenternas och konsumenternas matenergikvoter att sammanfalla och det spelar inte så stor roll om man "glömmer bort" den mänskliga insatsen i beräkningarna. **Exemplet ovan visar dock att "glömskan" får orimliga konsekvenser när man diskuterar energibalanskalkyler i arbetsintensiva småbruksekonomier.**

I punkt 8 fick vi ut den verkliga **energikvoten på matenergin** för två olika kategorier, **dom som inte producerar mat (0,25)** och **dom som producerar (1,25)**. Jag har då räknat med att den personliga konsumtionen ligger på en god överlevnadsnivå (3,65 Mwh/år) och ungefär samma standard som vi i dag ger våra husdjur t ex en arbetshäst. Här **på Yucatan för tusen år sedan skulle matenergin till bonden motsvara ett personligt sk fotoavtryck av 0,44 ha åker. Stadsborgaren gjorde där sitt fotoavtryck över 1,75 ha.**

I en jämförelse med moderna energikvoter måste man först observera att *dagens vetenskap inte räknar något energipris på den mänskliga insatsen* och inte heller på själva verkstans mark och anläggningar. Om jag justerar för detta så ligger nog ändå **energikvoten för goda och jämförbara europeiska spannmålsgrödor på 6 till 8 gånger insatsen** trots eller egentligen tack vare alla insatser av handelsgödsel och fossilenergi som är inräknade.

Gör man jämförelsen idag med att en modern personlig energikonsumtion (73 Mwh/år) skulle på heltid försöka arbeta fram en manuellt odlad mayagröda där utbytet är 10 Mwh skörd med 73 Mwh insats och kvoten blir 0,13. I praktiken skulle det inte vara möjligt om man vill vara självförsörjande eftersom det inte går att konsumera mer än man producerar, dvs 10 Mwh. Resten (73 – 10 = 63 Mwh) måste alltså skjutas till utifrån i form av bidragsfinansierad energi, och det sammanlagda ekologiska **fotoavtrycket/markbehovet för att producera 73 Mwh ligger på minst 3 ha med högvakastande odling.**

Det är i ett nötskal den situation man har hos all världens nutida fattiga småbrukbönder och likaså fast på ett annat plan vad som händer när man inom ekoodlingsreglerna i Europa ersätter några mycket energieffektiva odlingsmetoder med äldre och mera energislukande och arealberoende teknik.

Stadsbefolkningen är helt beroende av att tillförseln från omlandet fungerar, men deras del av den totala skörden från ett mycket begränsat omland i Maya är bara 25 procent. Detta ligger inom ganska normala årsvariationer som bemästrades med en viss lagringskapacitet. Om årskörden underskred 75 % av medelskörd under längre tid än 18 månader tar lagret slut, och då uppstår frågan om man kan ta utav böndernas egen konsumtion. Det gjorde man säkert, men det innebär ju också att man tär på möjligheter till kommande års produktionsinsatser. Bönderna har i alla fall en fördel av att man sitter närmast produktionen och behärskar själva verkstan, så slutsatsen måste bli att stadsbefolkningen är mycket mera sårbar vid långvarig missväxt, när också transportmöjligheterna från avlägsna landsändar är begränsade.

Handel förekom även i dessa samhällen och utvecklades allt mer mot slutet av blomstringsperioden, men om hela ekonomin baseras på jordbruksproduktion, och det sofistikerade samhällets mesta överskott investerades i stora stenmonument som inte hade något ekonomiskt marknadsvärde – vad skulle man i så fall ha att handla med vid livsmedelsbrist?

Sverige idag

Inför "pressläggningen" av den här uppsatsen fick jag en tidskrift med några nya intressanta uppgifter om teknik och energi från det senaste och modernaste ekologiska storprojektet i Sverige -

Vadsbo växtodling, som jag inte kunde låta bli att räkna lite på. Uppgifterna räcker för en översiktlig kalkyl, och Vadsbo i Västergötland med sina bördiga med svårbrukade jordmåner, liksom alla tidigare nämnda platser i Världen, är miljöer som jag själv besökt eller arbetat i.

Vadsbo växtodling har samordnat flera gårdar och byggt stallanläggning för 1250 mjölkkor med foderproduktion på 2300 hektar och 13000 traktortimmar och manstimmar. Vanlig insatsenergi beräkning på maskiner bränsle och utsäde ger en orealistiskt hög energikvot på drygt 9 för enbart växtodlingen.

En alternativ kalkyl med konventionell odling till samma kobesättning ökar avkastningen per ha med 33 % vilket sänker arealbehovet till 1800 ha. Det skulle med samma beräkning ge en energikvot på knappt 9, dvs något sämre vilket inte stämmer med den ekonomiska verkligheten.

Man har inte beaktat effektiviseringen på areal och arbetsåtgång och kortare transporter.

Från TB eller produktionskalkyler kan man se att posterna fasta kostnader (Mark och anläggningskostnader) plus arbete för Vadsbo (=verkstad), borde vara ungefär 1/3 av hela kostnadsbilden, och detta omräknas till tillägg med 50 % av den tidigare energiinsatsen. Det ger en mer **realistisk energikvot 6,3 för ekoproduktionen**.

Om vi antar samma arbete och fasta kostnader per ha för det **konventionella alternativet** blir dennas **fullständiga energikvot 6,7**. Skillnaden i energiförbrukning ($1/6,3 - 1/6,7 = 0,16 - 0,15 = 0,01$) är nog i verkligheten större och är den ökade energiinsats per producerade energienhet i foder som samhället betalar frikostigt ekostöd till för att produktionen skall vara lönsam.

Vadsbo har för avsikt att sätta upp en biogasanläggning för att nyttiggöra avfall ur produktionen.

Om den kan producera företagets hela energibehov skulle det förbättra energikvoten en del, när och om man kan konvertera alla energiförbrukare till gasdrift för en rimlig kostnad. Det kommer inte att förändra relationen till konventionellt alternativ eftersom den har samma möjlighet att övergå till biogas.

Sammanfattningsvis:

En mayabonde kunde med sitt imponerande jordbruk i en svår miljö och som rimligen uppfyllde alla nu och tidigare konstruerade ekologiska regler, leverera en (1) portion spannmål till stan som uppenbarligen kostade en hjälpinsats motsvarande 4 portioner av samma mat (kvot 0,25).

I en kalkyl från SLU för några år sedan (utan arbete och "verkstad") konstaterade man att **en liknande ekologisk spannmålsportion numera produceras i en tämligen tuff svensk miljö med en energiinsats som motsvarade 0,2 portioner av samma mat (kvot 5,0).**

Att energin i det här fallet till allra största delen var olja eller el försämrar inte jämförelsen av energihushållningen. All energi skulle även nu kunna hämtas från biologiska källor, men det skulle i så fall öka arealåtgången och den totala energiförbrukningen, vilket måste tas ifrån någon annan samhällssektors behov.

Samma kalkyl redovisade även **en jämförbar konventionellt producerad spannmålsportion** där skördenivån ökat 33 procent med hjälp av handelsgödsel och ogäsbekämpning. Här **kostade hela energiinsatsen bara 0,18 portioner (kvot 5,6)** och bestod i stort sett av samma komponenter som i det föregående exemplet och kan givetvis även här ersättas med biologisk råvara.

Frågan blir till slut: Vad har vi, klimatuppvärmningen eller miljön för någonting allmängiltigt att vinna på en återgång till svunna tiders ineffektiva verksamheter i jordbruket?

Möjligen försöker vi döva samvetet med att genom stor energiinsats ta bort några mycket få och välkontrollerade kemikalier i samhället ur en stor, okontrollerad miljösuppa som nu flödar av hundratusentals konstgjorda ämnen och inte minst humanläkemedel??



Efter fullgjord samhällstjänst som snålhusållande bioenergiproducent kan det väl även vara en svensk bonde väl unnat att konsumera lite överklassliv?