

# Klimatanpassat urbant byggande

– en fältstudie i Tunis, Tunisien



LUNDS  
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Arkitektur och byggd miljö / Boende och bostadsutveckling

Examensarbete:  
Ahmad Sabih  
Mohammed Sadi

© Copyright Ahmad Sabih, Mohammed Sadi

Fotografier som inte har någon källa är tagna av författarna.

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds Universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2012

## Sammanfattning

I dagsläget växer de tunisiska städerna okontrollerat, nya stadsdelar byggs upp och renoveras utan att ta hänsyn till energianvändningen. Bostadsbrist och den ekonomiska situationen är en del faktorer som påtvingar en okontrollerad stadsutveckling.

Den Tunisiska byggnadshistorien sträcker sig långt tillbaks i tiden, förutom den arabiska byggnadskulturen präglas Tunisiens gator av den europeiska arkitekturen. Med tiden har det europeiska tänkandet tagit över på bekostnad av den traditionella stadsplaneringen. Detta medför att det skapas områden vars utformning inte passar in i Tunisiens klimat och leder till en överflöd av energikonsumering.

Det finns ett flertal åtgärder som leder till ett komfortabelt urbant klimat. Genom att välja rätt område för en stadsplan, orientering av byggnader, skapa skuggning samt utnyttja vinden för ventilation, kan man uppnå ett behagligt urbant klimat och minska energianvändningen.

I denna rapport har vi studerat ett stadsplaneringsprojekt som är utfört av tunisiska studenter. Deras uppgift var att skapa en komfortabel urban design för ett område som kallas Bouficha-Salloum. Vi studerade deras rapport för att ta fram rekommendationer som förbättrar denna stadsplan.

Studenterna hade en välutformad stadsplan, dock kunde den anpassas mer efter klimatet i Tunis. Det var tydligt att de inspirerades av den europeiska stadsplaneringen. De åtgärder vi väljer, tar hänsyn till resultat från Givoni samt Mahoney-tabellerna. Vi tar även hänsyn till behovet av grönområden och skuggade gator.

Vi har kommit fram till följande rekommendationer för orten Bouficha-Salloum:

- Inspireras av det traditionella byggandet
- Mindre avstånd mellan byggnader
- Skapa höjdskillnader i området
- Ljusa byggnader
- Användning av solskydd
- Rektangulära byggnader och minska solbelastningen på långsidor
- Användning av solceller om dessa är tillgängliga

Nyckelord: Stadsplanering, Tunis, Klimatanpassad urban design, Energianvändning, Bouficha-Salloum.

## **Abstract**

Nowadays, Tunisian cities are growing uncontrollably, new neighborhoods are being built and renovated without the slight consideration to energy usage. Housing shortage and the economic situation are some factors that impose an uncontrolled urban development.

The Tunisian architectural history goes long back in time, in addition to Tunisia's streets' Arabic architectural culture being inspired by European architecture. Over time, the European way of thinking has taken over at the cost of the traditional urban planning. This resulted in the creation of areas whose design doesn't fit into Tunisia's climate. This, in its turn, causes unnecessary energy consumption.

There are several steps that lead to a comfortable urban environment. By selecting the correct area for a city plan, orientation of the buildings, creation of shading and the use of wind for ventilation, we can achieve a pleasant urban environment and reduce energy use.

In this report we have studied an urban planning project that was conducted by the Tunisian students. Their task was to create a comfortable urban design for an area called Bouficha-Salloum. We studied their report to develop recommendations to improve this plan.

The students had a well-designed city plan; however, it could be further adapted for the climate of Tunis. It was clear that European urban planning inspired them. The actions we choose, take into account the results from Givoni and Mahoney tables. We also take into account the need for parks and shaded streets.

We have reached the following recommendations for the area of Bouficha-Salloum:

- Inspired by the traditional construction
- Less distance between buildings
- Create elevation differences in the area
- Bright buildings
- Use of sun protection
- Use rectangular buildings and reduce sun load to the longitudinal sides
- Use of solar cells if they are available

**Keywords:** Urban Planning, Tunis, Climate-adapted urban design, energy use, Bouficha-Salloum

## Förord

Denna rapport är ett examensarbete utfört på högskoleingenjörsutbildningen Byggt teknik med arkitektur på Campus Helsingborg, Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet är den avslutande delen av högskoleingenjörsutbildningen och omfattar 22,5 högskolepoäng. Rapporten utfördes under vårterminen 2012 i samarbete med Boende och Bostadsutveckling vid Lunds universitet.

Vi vill tacka de handledare som hjälpt och oss för att kunna utföra detta projekt:

Johnny Åstrand – Examinator

Erik Johansson – Handledare i Sverige

Yassine Turki – Handledare i Tunis

Vi riktar även ett stort tack till Mariem Alcherif och Ansam Khsairi som tog hand om oss i början av vår vistelse i Tunis.

Vi vill även tacka våra familjer och vänner för deras stöd och uppmuntran.

Helsingborg, juni 2012

Ahmad Sabih  
Mohammed Sadi

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte och mål</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 Frågeformulering</b> .....	<b>1</b>
<b>1.4 Metod</b> .....	<b>2</b>
<b>1.5 Avgränsningar</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Bakgrundsfakta</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Tunisien</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Historiska platser i Tunis</b> .....	<b>4</b>
2.2.1 Tunis Medina .....	4
2.2.2 Ville Nouvelle .....	7
2.2.3 Karthago .....	8
2.2.4 Sidi Bou Said .....	9
2.2.5 Ennasr 2 .....	10
<b>2.3 Byggsituationen i Tunis</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4 Energianvändning i Tunis</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5 Klimatanalys</b> .....	<b>15</b>
2.5.1 Solstrålning .....	15
2.5.2 Temperatur .....	15
2.5.3 Fuktighet .....	16
2.5.4 Vind .....	16
2.5.5 Givoni .....	17
2.5.6 Mahoney-tabellerna .....	18
<b>3 Termisk komfort och Urban klimat</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1 Termisk komfort</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2 Urban Klimat</b> .....	<b>20</b>
<b>4 Klimatanpassat urbant byggande</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1 Val av plats</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2 Orientering</b> .....	<b>22</b>
<b>4.3 Solförhållanden</b> .....	<b>23</b>
<b>4.4 Ventilation</b> .....	<b>24</b>
<b>5 Inspiration</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1 Masdar</b> .....	<b>26</b>
<b>5.2 Taparura</b> .....	<b>28</b>
<b>6 Fältstudie</b> .....	<b>29</b>
<b>6.1 Bakgrund</b> .....	<b>29</b>
<b>6.2 Analys av området</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3 Studenternas planering</b> .....	<b>33</b>

<b>7 Förslag och rekommendationer.....</b>	<b>36</b>
<b>7.1 Energieffektiv urban design.....</b>	<b>36</b>
<b>7.2 Rekommendationer för Bouficha-Salloum .....</b>	<b>37</b>
<b>8 Diskussion och slutsatser.....</b>	<b>43</b>
<b>9 Referenser .....</b>	<b>45</b>
<b>10 Bilagor .....</b>	<b>48</b>
<b>10.1 Tunis Klimatdata.....</b>	<b>48</b>
<b>10.2 Mahoney resultat .....</b>	<b>49</b>





# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

När det var dags för oss att skriva vårt examensarbete tog det inte lång tid innan vi bestämde att det var något vi ville utföra utomlands, eller åtminstone ha någon form av internationellt samarbete. Vi började fundera på vilka möjligheter det fanns med hänsyn till vår utbildning som byggnadsingenjörer. Därefter tog vi kontakt med arkitekten Johnny Åstrand som arbetar på Boende och bostadsutveckling på LTH. Med hjälp av Johnny Åstrand och hans kollega Erik Johansson kom vi fram till att vårt examensarbete skall utföras i Tunis.

Efter att vi tagit kontakt med Yassine Turki från Institut Supérieur des Technologies de l'Environnement, de l'Urbanisme et du Bâtiment (ungefär Högskolan för miljöteknologi, stadsbyggnad och byggande) i Tunis beslöt vi att studera ett projekt som pågick under vårterminen mellan Tunisiska stadsplanerarförbundet och institutionen. Detta projekt har till uppgift att åstadkomma en stadsplan som tar hänsyn till klimat och energiförbrukning.

## 1.2 Syfte och mål

Vårt syfte med denna studie är att undersöka hur man kan minska energiförbrukningen på urban nivå i Tunis, detta med hänsyn till utomhusklimat samt ett komfortabelt inomhusklimat. Detta görs genom att studera ett samarbetsprojekt mellan Stadsplanerarförbundet och högskolan, och tillsammans med studenter i Tunis ta fram en klimatanpassad stadsplan för ett område i huvudstaden.

Målet med denna studie är att ta fram rekommendationer på hur man bör bygga i Tunis, detta på bästa möjliga sätt i energisynpunkt. Vi hoppas att med denna studie medverka i att skapa en framtid med energianpassat byggande i Tunis. Vi hoppas kunna dela med oss av våra kunskaper och att detta leder till en förbättrad planering av studenternas projekt.

## 1.3 Frågeformulering

För att hålla en relativt hög standard på byggandet och minska energiförbrukningen är det intressant för oss att studera hur man åstadkommer ett komfortabelt utomhus- samt inomhusklimat med hjälp av orientering, användning av solskydd, regnskydd etc. Det är viktigt att bygga på ett sätt som minskar användning av uppvärmning under vintrarna och kylning under den varmare delen av året. Det är även viktigt att använda byggnadsmaterial som

minskar behovet av kylning/uppvärmning. Det viktigaste av allt är att få människor att tänka energieffektivt och våga investera i framtiden. Vi vill med denna studie besvara följande frågor:

- Hur ser dagens stadsplanering ut i Tunis, hur kan denna förbättras med tanke på energianvändning?
- Vilka aspekter bör studeras inför ett nytt projekt? Vilka aspekter studeras i dagsläget inför ett projekt? Hur kan studenternas projekt förbättras?

#### **1.4 Metod**

Vi började med att ta del av litteratur, en del som vi fick tag på själva och andra som vi fick av vår handledare Erik Johansson. Kursen ”Internationellt hållbart byggande” vid LTH Campus Helsingborg, har hjälpt oss väldigt mycket med att förstå vilka aspekter som spelar roll vid planering av städer.

Efter att vi hade ökat våra kunskaper inom området var det dags för vår fältstudie i Tunis. Vi åkte iväg den 12 mars 2012, denna resa varade i tre veckor. I Tunis började vi med att träffa en medlem i det Tunisiska stadsplanerarförbundet, Ansam Khsairi, och en doktorand vid ISTEUB, Mariam Alcherif. De hjälpte oss med att hitta fakta och berättade en hel del om byggsituationen i Tunis. Genom dessa två personer fick vi möjligheten att träffa elever, lärare och även energiministern (Fathi Alhitni). Efter en vecka i Tunis fick vi träffa vår handledare, professor Yassine Turki, som tog oss runt på en resa till de olika områdena i Tunis. Vi fick även möjligheten att träffa en student och diskutera deras plan av området Bouficha-Salloum.

Väl hemma i Sverige började vi med att analysera insamlad information. Vi fick i efterhand tillgång till studenterna arbeten som vi studerade och vi gav rekommendationer på hur denna plan kunde förbättras ur energisynpunkt. För att illustrera våra förslag använde vi oss av Google SketchUp, detta program tillät oss att göra en skuggstudie på vår planering.

#### **1.5 Avgränsningar**

Denna undersökning har behandlat stadsplanering och urban design, vi har inte arbetat med enskilda byggnader. Vi har även valt att främst fokusera på klimatanpassning på stadsnivå.

Eftersom alla material och utrustning inte är tillgängliga i regionen valde vi att endast presentera lokalt möjliga lösningar som är realistiska med tanke på ekonomi och tillgänglighet.

## 2 Bakgrundsfakta

### 2.1 Tunisien

Tabell 2.1 Fakta om Tunisien [1]

Huvudstad	Tunis
Yta	164 418 km <sup>2</sup>
Befolkning	10,5 milj
Språk	Arabiska, Franska.
Religion	Islam
kända städer	Monastir, Nabeul, Sfax, Sousse, Hammamat
Valuta	Tunisisk Dinar



Figur 2.1a Tunisiens flagga [4]



Figur 2.1b Karta Tunisien [3]

Tunisien är ett av de mindre länderna i Nordafrika. Landet är en halvö som gränsar till Algeriet i väst och Libyen i öst, i norr och på den nordöstra delen av landet finner vi Medelhavet. [1]

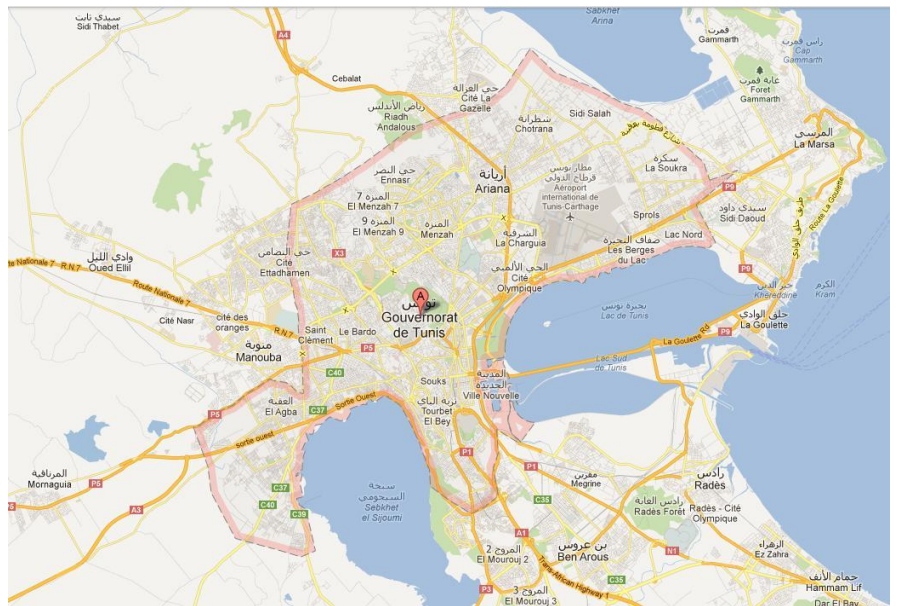
Tunisiens historia sträcker sig ända till 1000-talet f.kr, då bosatte sig fenicierna i staden Karthago, ca 150 år f.kr tog romarna över staden och byggde upp kända romerska monument som finns kvar än idag. Under 600-talet blev landet en del av det arabiska riket, detta varade fram till år 1574 då landet blev en del av det Osmanska riket. År 1881 tog fransmännen över landet och därefter var Tunisien en fransk koloni fram till den 20 mars 1956 då landet blev självständigt och presidenten som skulle styra under en period på 31 år var Habib Bourguiba. Bourguiba blev känd för att han byggde upp ett samhälle där kvinnor fick alltmer rättigheter i jämförelse med andra arabiska länder, han satsade även en hel del på utbildning. [1]

Zine Al-abidine Ben Ali tog över makten efter att han utförde en mindre stadskupp år 1987. Ben Alis makthavande varade 23 år fram till den 14 januari 2011 då han blev tvungen att fly landet efter den så kallade jasminerevolutionen. I dagsläget styrs landet av en tillfällig president och landet förväntas ha demokratiska val under år 2013. [1]

Alla dessa olika styren har utan tvekan lämnat spår efter sig, runt om i Tunisien hittar man tydliga spår på en hel del olika kulturer. Dessa fynd är oftast i form av byggnader och monument som har bevarats och lockar än idag en hel del turister. Den tunisiska arkitekturen är en blandning mellan romersk, arabisk, turkisk och fransk. Den franska koloniseringen har dock lämnat mest spår utav de alla, nästan alla tunisier talar flytande franska och de flesta högre utbildningar är på franska. [1]

## 2.2 Historiska platser i Tunis

I Tunisiens huvudstad bor det ca 1,5 miljoner invånare, dessa är utspridda i huvudstadens alla förorter. Områden som Karthago, Sidi Bou Said, Ariana och Gammarth tillhör Tunis. En hel del turister besöker staden mest på grund av dess historia och dess bevarade arkitektur.

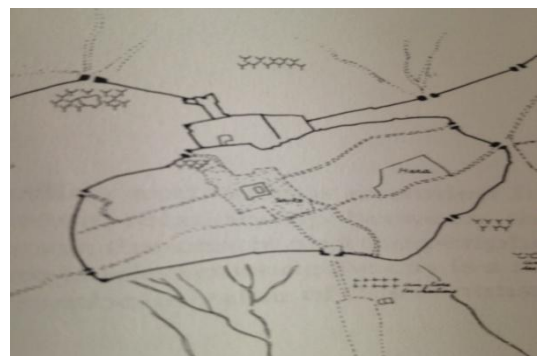


Figur 2.2 Karta på Tunis, Google Earth, 26/6 2012

Vi har valt att visa de olika stadsdelarna, Medina, Ville Nouvelle och Ennasr2. Detta för att visa hur den historiska stadsplaneringen har påverkat dagens planering.

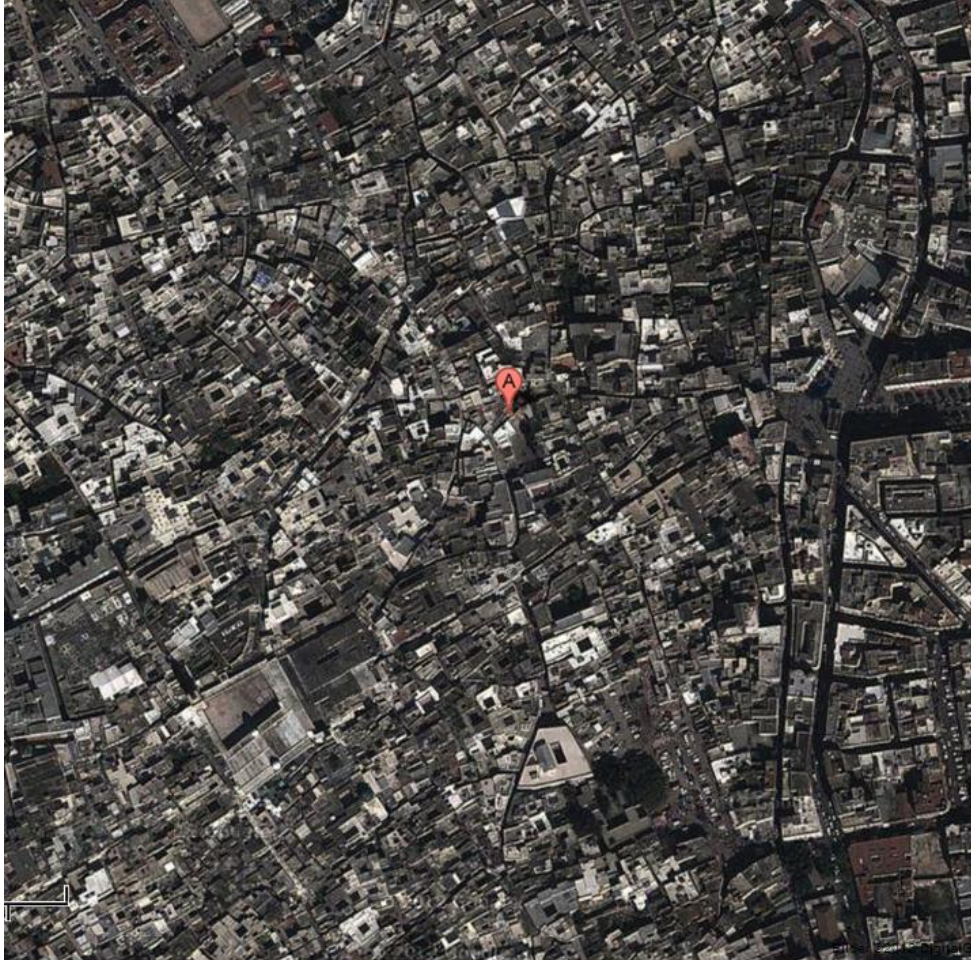
### 2.2.1 Tunis Medina

Under 1100-talet tillhörde Tunisien det islamiska väldet, huvudstaden Tunis var en väldigt viktig stad för muslimerna, man satsade på att bygga upp staden med hjälp av arabisk arkitektur. I medinan finns den kända Zitona moskén, flera palats och den stora marknaden som löper igenom hela Medinan. Medinan har flera ingångar, det finns spår av flera portar som var sammankopplade med en mur som hade till uppgift att skydda Medinan.



Figur 2.3 Gator i Medina [11]

Stadsplaneringen i Medinan är exemplarisk när det kommer till att skapa ett komfortabelt utomhus klimat. Det finns två huvudgator i Medinan som går igenom hela området, längs de gatorna befinner sig marknaden (Al Souq). Förutom dessa huvudgator finns det väldigt många små stråk mellan byggnaderna, dessa stråk är oftast mellan 1-2 meter breda. [10]



*Figur 2.4 Google Earth bild på Medinan (100 x 100 m) 11/6-2012*

Det täta byggandet gör det väldigt svårt för solen att nå sig in på de smala gatorna, detta medför ett svalare klimat mellan byggnaderna. Det korta avståndet skyddar dock inte mot 12-solen, därför har man placerat ut traditionella tygmaster över gatorna, på vissa ställen har man även betongtak med små hål i för ljusinsläpp.



*Figur 2.5 Solskydd i Medina*

Den kompakta placeringen av husen i Medinan gör att man får en hel del skuggade områden, denna skugga gör att Medinans gator uppfattas svalare än andra gator runt om i staden.

De flesta byggnaderna i Medinan är av stenmaterial, och alla är oftast designade efter samma princip, alla rum ligger kring en innergård där mängden vegetation är väldigt hög.



*Figur 2.6 Gata i Medina*

Många statsplanerare försöker applicera det traditionella byggandet från Medinan på nyare områden. Det är svårt att ge varje familj det stora utrymme, med egen innergård, som man får ifall man äger ett hus i Medinan. Men det finns ett flertal idéer där man har höghus med en innergård som ska ha samma funktioner som husen i Medinan. [11]

### 2.2.2 Ville Nouvelle

Det är väldigt sällan man ser en bevarad kolonialstad som Tunis, här har man tagit hand om arkitekturen från den franska kolonialmakten. I den så kallade nya staden (Ville Nouvelle) kan man hitta en hel del välbevarade byggnader, speciellt längs avenyn Habib Bourguiba. Här finns caféer, restauranger, hotell, biograf och teater, alla med en arkitektur inspirerad av 1920-talets Europa. [5]

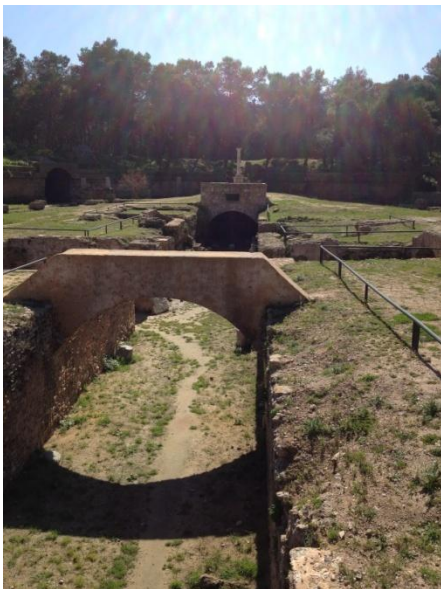
I Ville Nouvelle är den europeiska stadsplaneringen tydlig, här har gatorna ett rutnät. Avståndet mellan byggnaderna är betydligt större i jämförelse med Medinan.



*Figur 2.7 Google Earth bild på Ville Nouvelle (100 x 100 m) 11/6-2012*

### 2.2.3 Karthago

Karthago är en av de äldsta städerna i världen, det är ursprungligen en handelsstad tillhörande fenicierna, här samlades skepp från medelhavet redan flera hundra år före Kristus. Romarna kom att ta över staden 146 år f.kr. Staden var en del av det romerska imperiet och blev känd för sina goda relationer med Rom. I Karthago byggde romarna en hel del monument som drar till sig turism än idag. De mest kända Monumenten är St. Louis Cathedral, Colosseum och den idag obrukbara hamnen i Karthago.



Figur2.9 Colosseum

Karthago stortid varade ett bra tag fram till år 650e.kr då ekonomin kollapsade och man var tvungen

att stänga hamnen. När araberna tog över staden 40 år efter, förstördes en del av monumenten och plundringar av material för att bygga moskéer och annat ökade. [7]

Dagens Karthago består för det mesta av enfamiljshus tillhörande de som har det bättre ställt i Tunisien, här finns en hel del grönområden och parker för barn, förutom det hittar vi även presidentens palats i staden och ett flertal exemplariska moskéer.



Figur 2.8 St Louis Cathedral

I den mer folktäta delen av Karthago finns det en hel del illegalt byggande som staten har varit tvungna att godkänna i efterhand. Bland områden som ursprungligen var envåningshus kan man hitta allt från 2- till 4-våningshus, detta gör att det blir svårt att kontrollera stadsplaneringen. [30]



Figur2.10 Traditionellt enfamiljshus i Karthago



Figur2.11 Ombyggt enfamiljshus



#### 2.2.4 Sidi Bou Said

Sidi Bou Said är en hamnstad nordöst om Tunis, Befolkning i staden är väldigt liten men de flesta som har ett hus i Sidi Bou Said har det bra från en ekonomisk synvinkel. Sidi Bou

Said fick sitt namn efter en muslimsk ledare som borde där under 1200-talet. Det som lockar flest turister till staden är, förutom den fina utsikten, stadens gemensamma färgsättning på husen. Hela staden har nämligen likadana färger, husen är målade i vitt och alla fönster och dörrar är av blå färg.

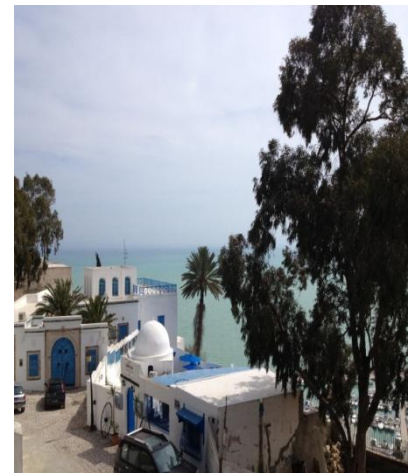
Mannen som låg bakom detta mästerverk är Rodolphe d'Erlanger, en fransk konstnär som föddes i Frankrike år 1872 och dog i Tunisien år 1932. [9]



*Figur 2.12 Gata i Sidi-bou-Said*



*Figur 2.13 Hamnen*



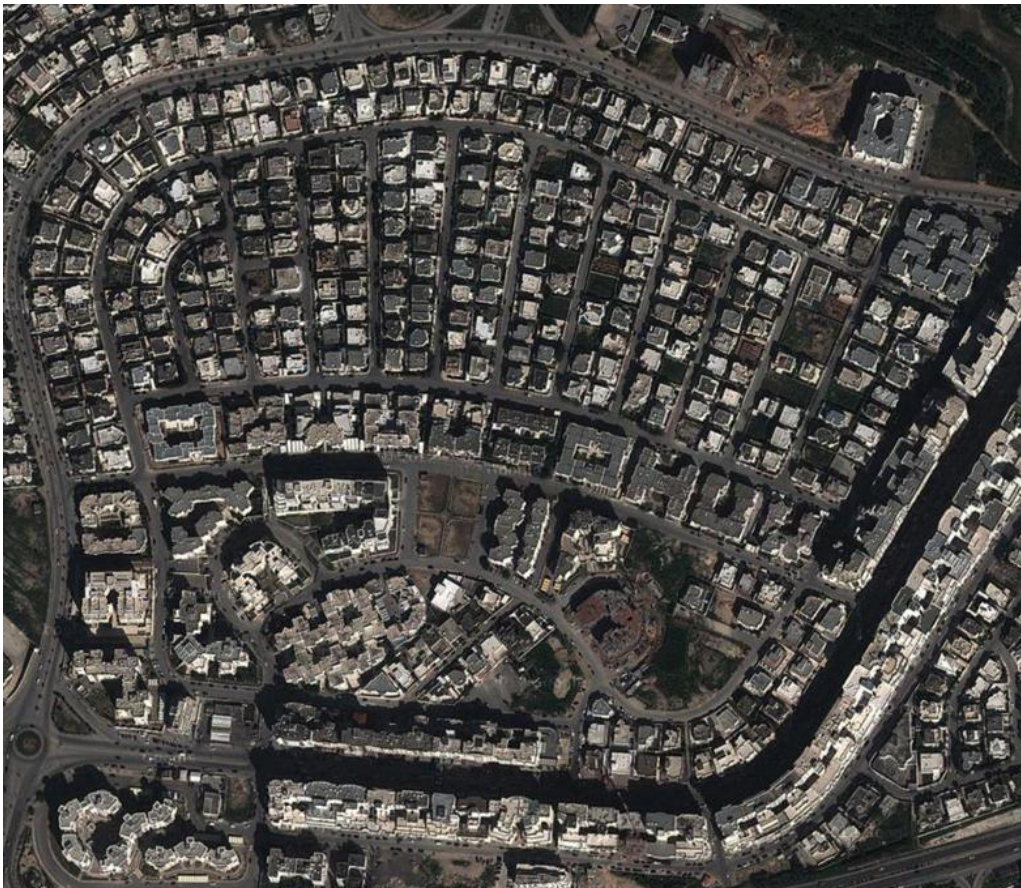
*Figur 2.14 Hus och café*

### 2.2.5 Ennasr 2

Ennasr 2 är ett ca 15 år gammalt bostadsområde. I söder i figur 2.15 syns huvudgatan, på båda sidorna om denna gata finner vi höghus med 8-15 våningar. På denna gata finns caféer, restauranger, klädbutiker och livsmedelsbutiker.

Resterande område består för det mesta av byggnader med 2-4 våningar. Variationen på antalet våningar beror främst på behov och ekonomiska tillgångar. Det finns även lite högre hus utspritt i närheten av huvudgatan. På de tomma ytorna i mitten på figur 2.15 byggs det flerbostadshus.

Ennasr 2 har stora vägar som går runt området, medan vägarna inne i området är lite mindre. På den norra delen av området har man skapat en form av rutnät som delar upp området i mindre kvarter.



*Figur 2.15 Google Earth bild på Ennasr 2 (100 x 100 m) 15/6-2012*

## 2.3 Byggsituationen i Tunis

Efter självständigheten 1956 var det mycket som förändrades i Tunisien, till dessa förändringar tillhör nya lagstiftningar som skulle kontrollera ekonomin, politiken, domstolssystem och även den urbana utvecklingen. Man började med att omstrukturera Medinan för att sedan ge sig in på att utveckla Tunis som stad och dess förorter. Under de första åren var det många projekt som påbörjades av både privata investerare och statlig finansiering. Det fanns fyra olika typer av projekt:

- Byggandet av villaområden nordväst om den Europeiska stadsdelen, t.ex. El Manzah 1 och El-Manzah 2.
- Utveckling av befintliga fritidshus i de norra och östra förorterna, speciellt i närheten av kusten, t.ex. La Marsa, Sidi-bou-said, Karthago och La Goulette.
- Utvidgning av de mindre städerna längs södra kusten, detta genom att bygga fritidshus för medelklassen av befolkning, t.ex. Rades, Ez-Zahra och Hammam-Lif.
- Byggandet av lyxhotell längs den norra kusten, t.ex. La Marsa, Gammarth och Karthago Hannibal.

Tunis är den första staden som blev utsatt för stadsnära urbanisering i Tunisien. Man tvingades att utnyttja de många grönområden runt om i staden för att tillfridställa behoven för de nyinflyttade invånarna. Detta ledde till att en hel del skogar skövlades och jordbruksmark utnyttjades till byggandet av bostäder. [2]

### Kort om byggsituationen i Tunisien

- Det är svårt att uppfylla behoven av bostäder för låginkomsttagare, men det finns inte heller någon bostadsbrist i dagsläget.
- 15 % av bostäder i Tunisien är obebodda pga av att antalet bostäder överstiger antalet hushåll, en annan anledning är att det byggs bostäder som inte är lockande för befolkningen bland annat på grund av val av område, priser etc.
- 40 % av bostäderna har ökat i storlek från 50 till 90  $m^2$  från 1966-2004, detta har lett till minskning av trångboddhet.
- År 1975 var antalet hushåll 1 miljon, efter en ökning med 3 % per år är antalet hushåll idag 2,5 miljoner.

- Byggsektorn har genomgått en strukturomvandling, med en kraftig ökning av individuella villor och höghus på bekostnad av de traditionella husen som endast finns kvar i de medinor som bevarats. [2]

I dagsläget är byggsektorn privatiserad, det finns väldigt få statliga byggnader. De flesta byggnader byggs av investerare som oftast väljer att sälja vidare och på så sätt tjäna på det. Det finns en hel del investerare som är från utlandet, och i och med att investerarna inte bor i någon av de byggda lägenheterna brukar de inte tänka på vilken standard en byggnad bör ha.

Enligt Energiministern (Fathi Alhethni) finns det sedan år 2007 vissa byggnormer som har till uppgift att höja standarden i alla nybyggen efter år 2008, Investerare måste uppfylla kraven i dessa normer för att få ett godkänt bygglov. Det arbetas väldigt effektivt med att utbilda personal som skall vara medvetna om vad som gäller i energisynpunkt, dessa personer ska vara tillgängliga för att kontrollera att byggkraven uppfylls i de olika kommunerna.

Det är väldigt svårt att kontrollera att själva byggandet går som planerat, det finns många kryphål efter att byggmästaren har ett godkänt bygglov. I Tunisien kontrolleras bygget endast en gång, det är när byggnaden är färdigställd, detta är oberoende på storleken av projektet. I samband med att byggmästaren själv anställer byggarbetare kan man se en hel del byggfusk, där standarden på byggnaden sjunker drastiskt i jämförelse med grundplanen. Mutor och dylikt gör att det blir väldigt enkelt att komma undan straff ifall slutbesiktningen hittar avvikelser i slutresultatet.

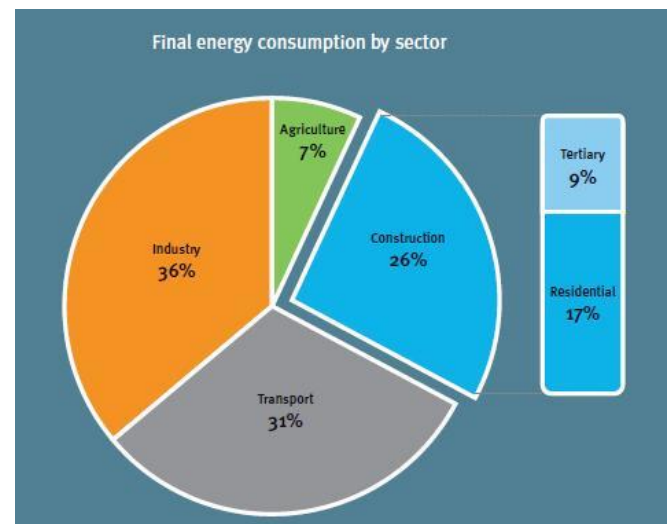
Ekonomi har ett stort inflytande på byggsituationen i Tunisien, brist på kapital leder till att standarden på byggnader sjunker. [12] Människor bygger för stunden utan att ta hänsyn till hur deras beslut påverkar framtiden. I områden där planerna från början har varit envåningshus har människor byggt på både en och flera våningar ibland även utan bygglov. Detta medför svårigheter att planera ett hållbart område som tar hänsyn till allt ifrån de sociala aspekterna till energiaspekterna.

## 2.4 Energianvändning i Tunis

Byggsektorn är en stor bidragande faktor till klimatförändringen, just nu står den för drygt en tredjedel av världens slutliga energiförbrukning. I dagsläget förväntas en temperaturökning på 3-4 °C under de kommande 100 åren, denna ökning beror först och främst på den globala uppvärmningen. Man kommer att vara tvungen att förbättra befintliga byggnader och bygga mer värmefåliga byggnader runt om i världen, för u-länder beräknas denna ökning motsvara ca 10 % av den totala kostnaden för byggprojekt idag. [13]

72 % av alla utsläpp av växthusgaser i medelhavsområdet är koldioxidutsläpp från energianvändning. Om inte utsläppen av växthusgaser, särskilt koldioxid från fossila bränslen, snabbt minskar kommer uppvärmningen att fortsätta vilket leder till stora konsekvenser och framtida klimatförändringar. [14] Enligt Blue plans (FN-organisation) beräkningar skulle efterfrågan på primärenergi stiga med 150 % i Medelhavsländerna före år 2025.

Byggsektorn i Tunisien står för ungefär 26 % av landets energiförbrukning. Byggsektorn är idag en av de mest energikrävande sektorerna, ifall man fortsätter bygga som man gör idag beräknas byggsektorn vara den mest energikrävande sektorn från år 2030. [13]



Figur 2.16 Energiförbrukningen i Tunisien [13]

Vid påverkan av energi på miljön så har utsläppen av växthusgaser dominerats av energisektorn som bidrar med 60 % av de totala utsläppen (19,6 Mtoe CO<sub>2</sub>). Fördelningen av utsläppen är 92 % koldioxid 7 % metan och 1 % kväveoxid. Detta kommer att få stora konsekvenser som påverkar landets ekonomi och framtida klimatförändringar.

I början av 1980-talet var Tunisiens energisituation mycket god, med ett betydande överskott på ca 35 TWh. Sedan år 2000 har landets utvinning av kolväten minskat i samband med ett snabbt växande efterfråga på energi, vilket har lett till att landet har blivit en nettoimportör av energi.

Detta har gjort att energikostnaderna påverkar landets ekonomiska situation mot det värre. Just i byggsektorn har energiförbrukningen ökat betydligt under de senaste decennierna. En undersökning utförd av energiministeriet i Tunis visar att utvecklingen av den slutliga energiförbrukningen inom byggsektorn översteg den totala konsumtionen under perioden 1992-2001 och år 2010. [15]

De ökade energibehoven i byggbranschen beror på den fortsatta ekonomiska utvecklingen i Tunisien under de senaste åren, vilket har lett till en betydlig förbättring i levnadsstandarden och betydande tillväxt i tjänstesektorn.

Tunisien är en av de ledande utvecklingsländerna i medelhavsområdet inom energihantering. Man fokuserar på att utveckla ett lämpligt regelverk för att kontrollera energi och uppmuntrade folket genom att dela ut olika priser till de som använder sig av förnyelsebara energikällor. [15]

På 1980-talet införde Tunisiens regering en nationell strategi för energiförvaltning med tre viktiga komponenter [13]:

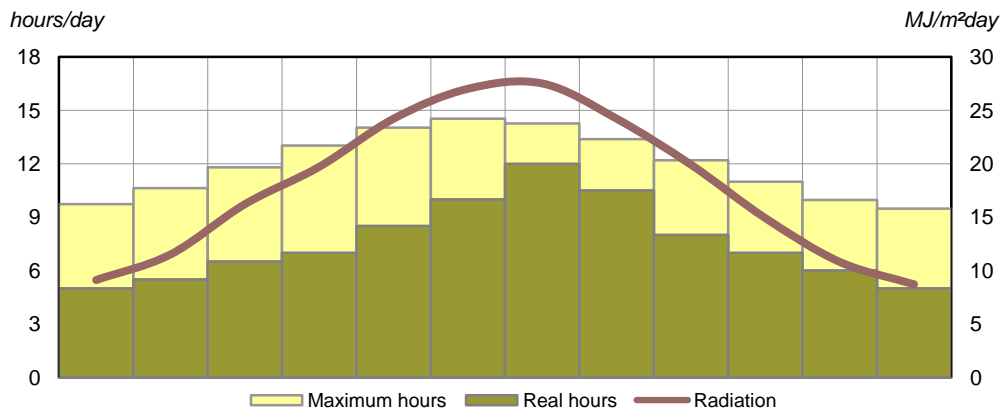
- rationell energianvändning,
- användning av förnybar energi
- övergång till andra bränslen

År 1985 grundades en statlig myndighet för energihushållning i Tunisien. Byrån för energihushållningen blev 2005 den nationella Energihanteringsförbundet (ANME) som ansvarar för genomförandet av Tunisiens policy för energihushållning. År 1990 utfärdades Tunisien sin första lag om energihushållning. [13]

## 2.5 Klimatanalys

### 2.5.1 Solstrålning

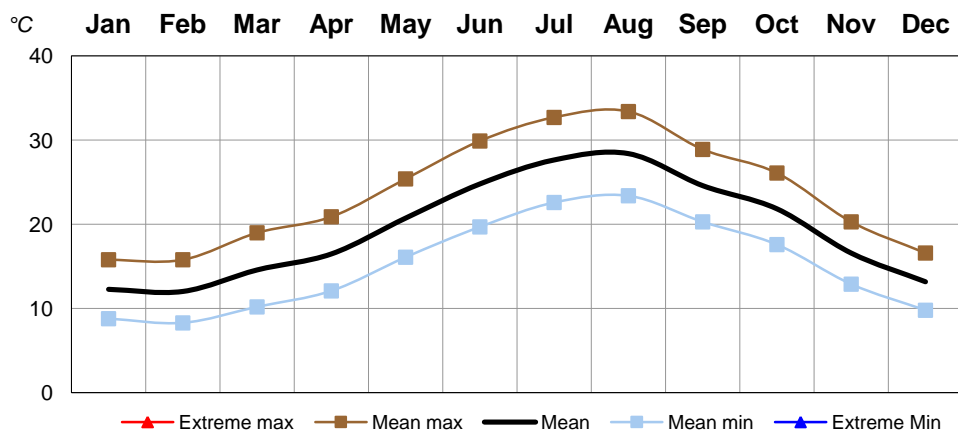
Figur 2.14a visar att det är väldigt soligt i Tunis. Det är soligt upp emot 9 timmar/dag under sommar månaderna juni - aug. Under hela året varierar det från 5-7 soltimmar. Under dessa timmar är det viktigt att ha någon form av solskydd utplacerade i området.



Figur 2.17. Solstrålningen i Tunis (Klimatdata från Bilaga 10.1)

### 2.5.2 Temperatur

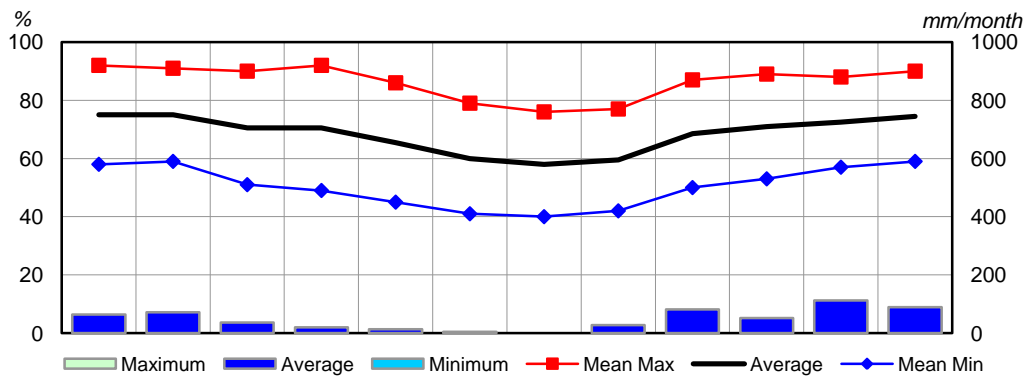
Tack vare solmängden är medeltemperaturen rätt hög under året. Temperaturen varierar mellan 13 - 29 °C. Varmast är det mellan juni och september där temperaturen ligger mellan 25 - 29 °C.



Figur 2.18. Temperaturen i Tunis (Klimatdata från Bilaga 10.1)

### 2.5.3 Fuktighet

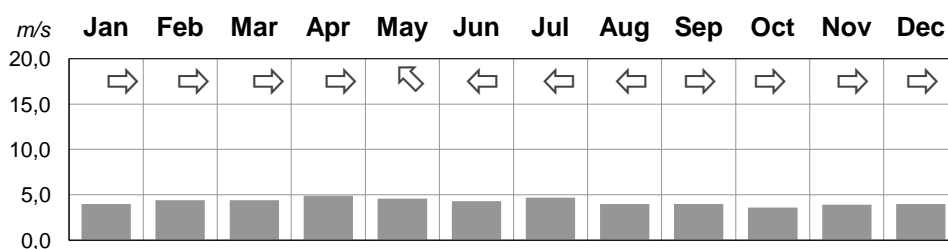
Den relativa fuktigheten är relativt hög under året, speciellt under vintrarna, då medelvärdet av den relativa fuktigheten kan gå upp till 75 %. Det regnar som mest under höst och vinter, dvs. mellan sep – feb där det som mest regnar 100 mm/månad under hösten. Därefter övergår klimatet till att bli väldigt torrt under resten av året och samtidigt sjunker relativa fuktigheten strax under 60 % under sommarmånaderna. Detta ger känslan av ett torrt klimat.



Figur 2.19. Fuktigheten i Tunis (Klimatdata från Bilaga 10.1)

### 2.5.4 Vind

Vi har rätt konstanta vindhastigheter kring 5 m/s. Där det mer än halva året blåser västliga vindar mestadels, sep – april, men under sommarperioden kan vi se att det för det mesta är östliga vindar, det är då man ska utnyttja vinden för ventilation.



Figur 2.20. Vinden i Tunis (Klimatdata från Bilaga 10.1)

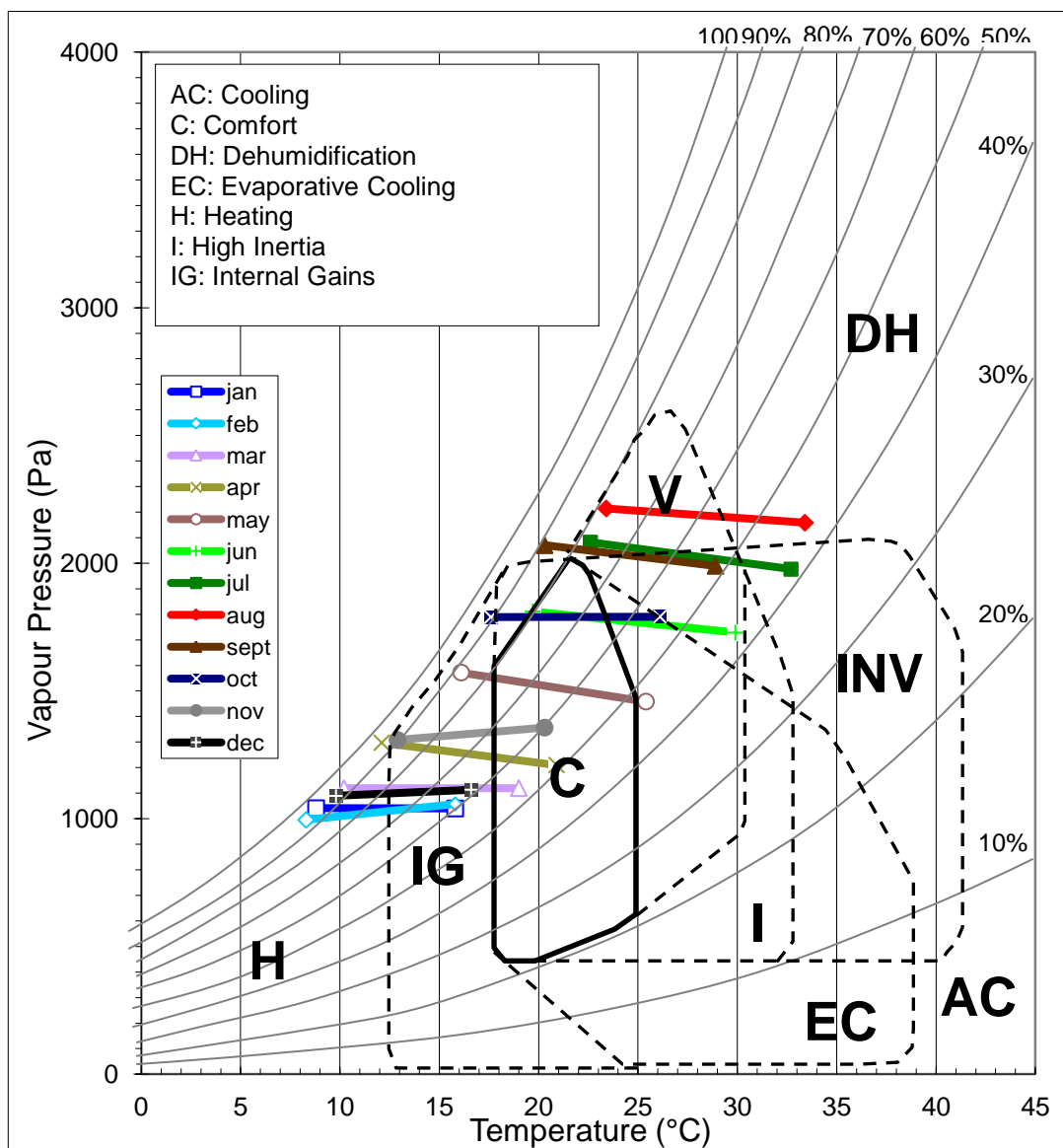


### 2.5.5 Givoni

Givoni diagrammet visar klimatet i Tunis i förhållande till komfortzonen inomhus, avsikten med detta diagram är att få fram förslag för både aktiva och passiva metoder som förbättrar inomhusklimatet under de perioder av året man befinner sig utanför komfortzonen.

Figur 2.14e visar väldigt utspridda förslag på lösningar, detta beror främst på det varierade väderleken under året. Under vintern har vi en temperatur mellan 7-15 °C. Bostaden får en del gratisvärme från människor och passiv solvärme, därav rekommenderas någon enkel typ av uppvärmning för att uppnå en komfortabel miljö.

Under den varma perioden på året rekommenderas god ventilering och avfuktning, detta genom någon form av luftkonditionering.



Figur 2.21 Givoni diagram (Klimatdata från Bilaga 10.1)

### 2.5.6 Mahoney-tabellerna

Mahoney-tabellerna använder klimatuppgifter som indata för att ge riktlinjer om hur man bör gå till väga för att få bra inomhusklimat och minska energiförbrukningen.

De generella rekommendationerna för Tunis ger tips om hur man kan göra små ändringar och på så sätt minska energianvändningen.

#### **Generella rekommendationer**

- Orientering av huvudfasader mot norr och syd
- Kompakt utformning av byggnad
- Inget krav på luftrörelse
- Mellanstora öppningar 20-40 %
- Ljusa väggar med låg värmekapacitet
- Ljusa och isolerade tak

## 3 Termisk komfort och Urban klimat

### 3.1 Termisk komfort

Med begreppet termisk komfort menas det tillstånd då en person är tillfreds med temperaturupplevelsen och önskar sig varken en varmare eller kallare omgivning . Det termiska klimatet beror på olika faktorer som hälsa, kläder klimat osv., dessa faktorer spelar en stor roll hur en individ kan uppleva det termiska klimatet, därför är det omöjligt att specificera ett termiskt klimat som behagar alla samtidigt.

Där är sex olika faktorer som kan beskriva upplevelsen av det termiska klimatet. [16]

Två är person beroende

- klädsel
- aktivitet

och fyra som beror på omgivningen

- luftens temperatur
- luftens hastighet
- omgivande ytors temperatur
- luftens fuktighet

Det finns även två andra faktorer som påverkar komforten

- golvets yttemperatur
- luftens vertikala temperaturgradient

Klimatet i Tunisien kännetecknas som måttligt och mildt klimat vilket gör det lätt att få behagligt klimat inne i huset året om. Detta kan fås genom att använda lämplig utrustning och följa några principer och grundläggande regler som vi ska nämna i vårt arbete.

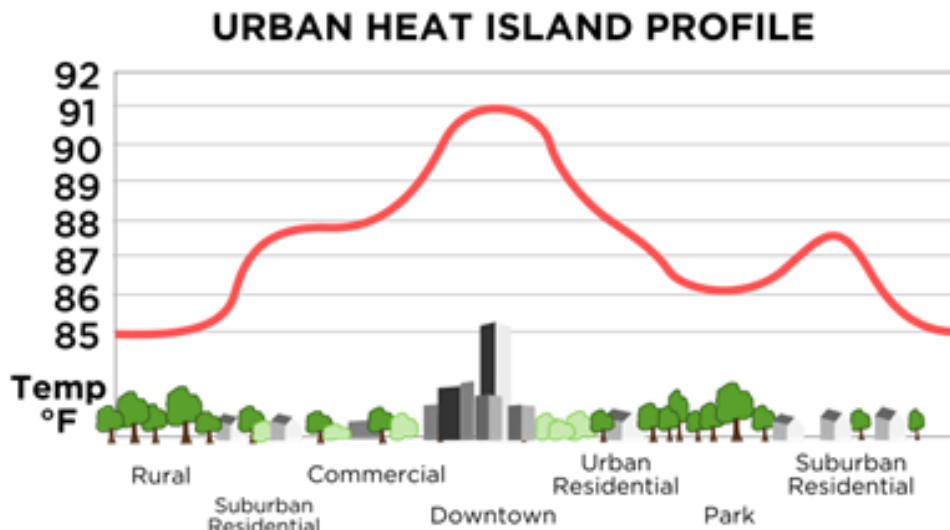
Trots det milda klimatet måste man ta hänsyn till kylan på vintern och värmen på sommaren. Tack vara några enkla åtgärder kan vi skydda oss från kylan och värmen på så sätt att förbruka så lite energi så möjligt.

## 3.2 Urban Klimat

Med urbanklimat menas det klimat som finns i städerna. Detta klimat skiljer sig betydligt från landsbygdens klimat. Under vissa dagar kan det vara 5- 8 grader varmare i stadens centrum än i omgivningen, detta klimatförhållande skapar en urban värmeö.

Värmeö är ett namn för att beskriva den karakteristiska värmen både i atmosfären och ytorna i staden jämfört med sin omgivning.

Temperaturen i staden beror på hur bra materialen i staden är på att behålla värmen, höjden av byggnaderna, avstånden mellan byggnaderna samt föroreningarna i staden.



Figur 3.1 Värmeön i olika delar av en stad [18]

Värmeön är oftast problem i varmt klimat. I klimat med både varm och kall årstid minskar energiförbrukningen på vintern och ökar på sommaren.

Värmeön bidrar med några dåliga konsekvenser som omfattar

- Mänskliga besvär och även risker för människors hälsa
- Ökning av energianvändning, vilket leder till utsläpp av mer växthusgaser
- Luftföroreningar och ökade nivåer av urbant ozon
- Högre kostnader på grund av större vatten och energiförbrukning [17]

Värmeö kan undervikas genom att t.ex. öka stadens vithetsgrad, alltså ha fler ljusa ytor i området eftersom mörka ytor drar mest solljus och därav blir de varmare. Tak och gator är några delar av sådana ytor som kan öka

vithetsgraden i staden. Vithetsgraden ökar reflektionen och gatubelysningen i staden blir mer effektiv vilket leder till färre användningar av lampor och därav mindre energiförbrukning. Ett annat sätt att minimera effekterna av den urbana värmeöen är att ha grönområden, gröna tak och plantera träd. Träd skapar skugga som kyler ner det skuggade ytan . [17]

Det är viktigt att ta hänsyn till stadsklimatet när nya stadsdelar planeras. Projektet måste ske mellan olika partner så som arkitekter, samhällsplanerare och klimatologer för att få ett behagligt klimat.

Urbanklimat kännetecknas också av sin höga koncentration av föroreningar. Dessa föroreningar införs i luften genom industriella processer och trafik. Kraftiga koncentrationer av luftföroreningar påverkar temperaturen runt om staden. Detta leder till dåliga väderförhållanden som samlar massa föroreningar över ett tätbebyggt område i flera dagar. Sådana förhållanden ökar luftens temperatur som i sin tur kan besvära befolkningens hälsa.

## 4 Klimatanpassat urbant byggande

### 4.1 Val av plats

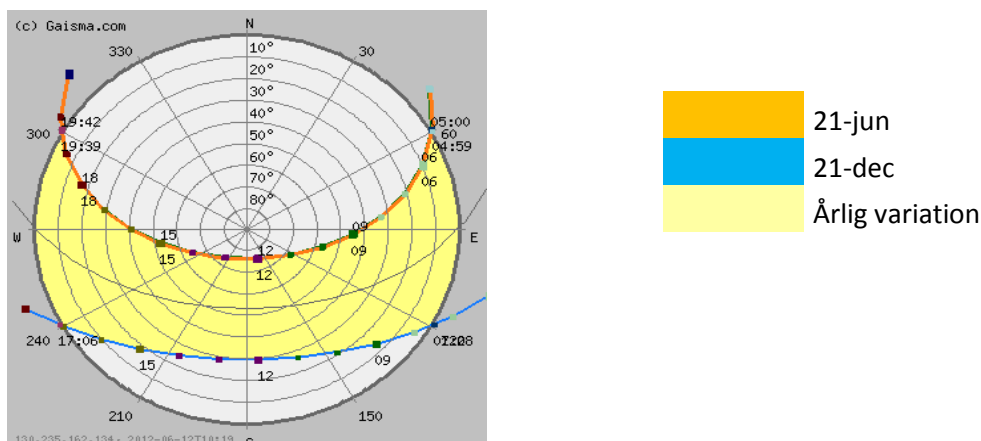
Det finns en hel del aspekter som man bör ta hänsyn till vid uppbyggnad av ett nytt område. Först och främst vill man såklart ha ett område som är lättillgängligt och att det ska locka till sig nya invånare. Klimatet i Tunis gör att man är i behov av att välja ett område där somrarna har lite lägre temperatur och där man kan utnyttja vinden för ventilation. [19]

Val av plats för ett område kan ha störst effekt på det framtida urbana klimatet och hur komfortabelt det är för invånarna. Hur ett område brukas kan variera med tiden, det kan vara ett industriområde under en period för att senare utvecklas till ett bostadsområde. Det ursprungliga läget för en stad avgör även möjligheterna för staden att utvidgas, ett felbeslut vid detta skede kan leda till att man i framtiden får en liten stad som är överbefolkad. [20]

Man bör även undersöka möjligheten att utnyttja läget för att gynna den ekonomiska aspekten. Har man möjlighet att bygga en hamn och på så sätt öka handelsmöjligheterna så är området mer attraktivt. [19]

### 4.2 Orientering

I områden nära ekvatorn stiger solen i öst för att sedan färdas mot zenit och går ner i väst. Största andel solstrålning är riktad mot tak och väggarna i väster, den östra sidan blir mindre utsatt med tanka på att morgontemperaturen är lägre, den relativa fuktigheten är högre och att det brukar finnas fler moln under den tiden av dygnet. Därför är det viktigt att orientera området på så sätt att man minskar uppvärmning och försöker minska direkt påverkan av solen. [19]



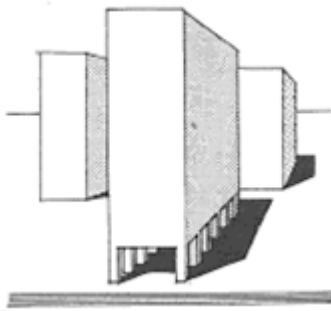
Figur 4.1 Solidiagram för Tunis[21]

Orienteringen påverkar även förmågan att kunna utnyttja vinden för ventilation, därför är det viktigt att hitta en balans mellan orientering mot solstrålning och orientering för ventilation. [19]

### 4.3 Solförhållanden

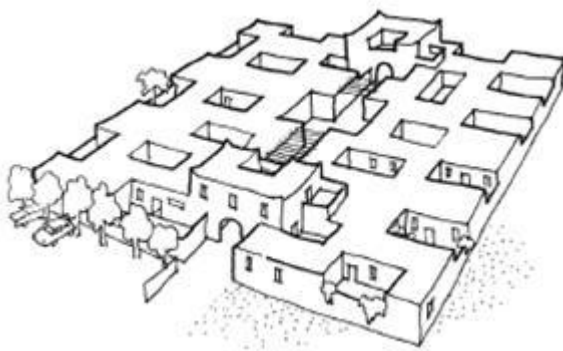
Efter en mängd studier där man studerat mönstren på skuggor längs vägar har man lyckats bevisa att vägar som går i nord-sydlig riktning har bättre skuggförmåga under sommaren och bättre ljusinsläpp under vintern än vägar som går längs väst-öst riktning. Ett diagonalt gatunät i nordost-sydväst och nordväst-sydost riktning är att föredra, då får man mer skugga under sommaren och mer solljus under vintern. [19]

För att öka det skuggade området kan man ta hjälp av höjd- breddförhållandet, Avståndet mellan byggnaderna skall då vara max hälften av byggnadens höjd. Ifall området består av höghus kan man bygga dessa höghus på så sätt att de är upphöjda och det bildas en tunnel under de. Detta ger ett skuggat område under husen som är effektivt när solen befinner sig i zenit. [22]



Figur 4.2 Upphöjd byggnad [22 ]

I områden med hus som inte ger en betydlig skuggning är det viktigt att området utformas så kompakt som möjligt. På så sätt minskar de utvändiga ytorna som kan utsättas för solstrålning. [22]

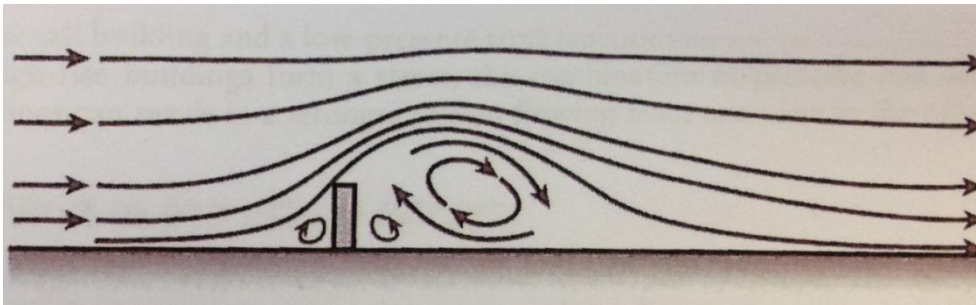


Figur 4.3 Kompakt stadsplan [22]

## 4.4 Ventilation

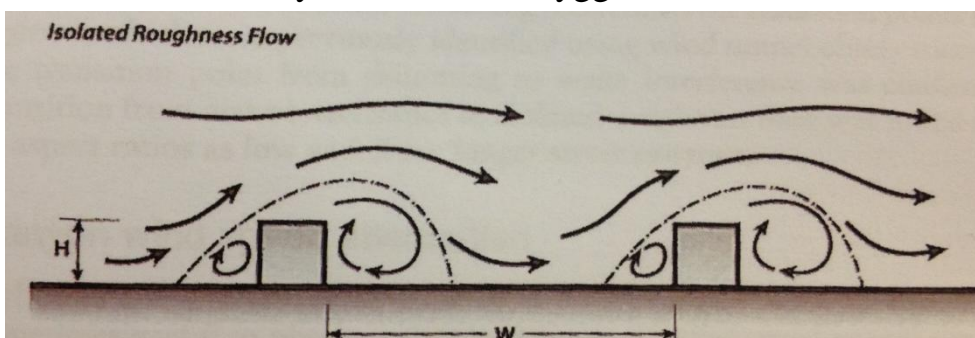
Den naturliga vinden kan utnyttjas för ventilation av gator och byggnader i varma klimat. Detta kan i sin tur leda till att energianvändningen i de enskilda byggnaderna minskar. [19]

Vindflödet har oftast en horisontell riktning. Det finns även regionala vindar som skapas på grund av tryckskillnader, grunden till dessa skillnader är oftast skillnaden på temperatur mellan havsbotten och land. Topografi, vegetation och byggnader är faktorer som påverkar mönstret på luftflödet. Därför är det viktigt att bygga på så sätt att vinden utnyttjas för ventilation. I varmare områden brukar man oftast prioritera ventilation av byggnader på eftermiddagen medan ventilation av utomhusmiljö brukar vara sekundärt.



Figur4.4 Byggnaders påverkan på vind [19]

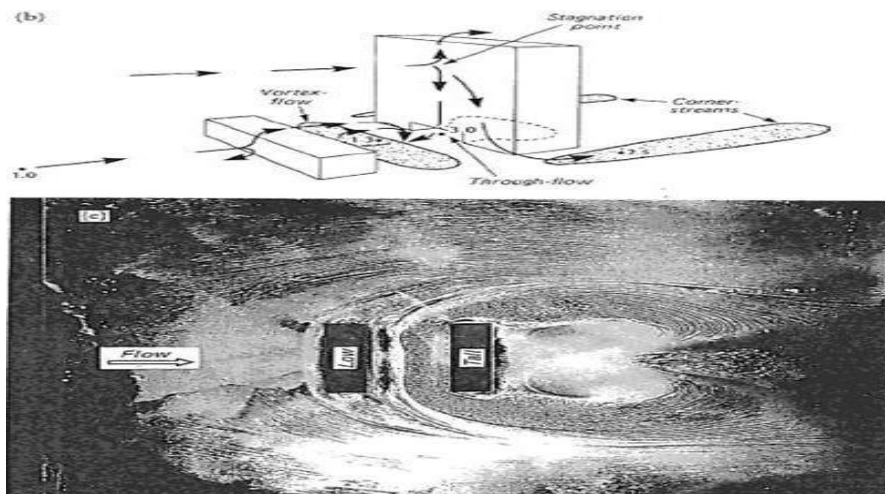
En byggnad ger upphov till virvelflöde på läsidan. Ifall avståndet mellan byggnader är mer än höjden av den enskilda byggnaden kan detta virvelflöde utnyttjas till ventilation av gator och byggnader. Om byggnaderna istället står tätt intill varandra styrs vinden över byggnaderna.[19]



Figur4.5 Vindvirvel skapad av avstånd mellan byggnader [19]

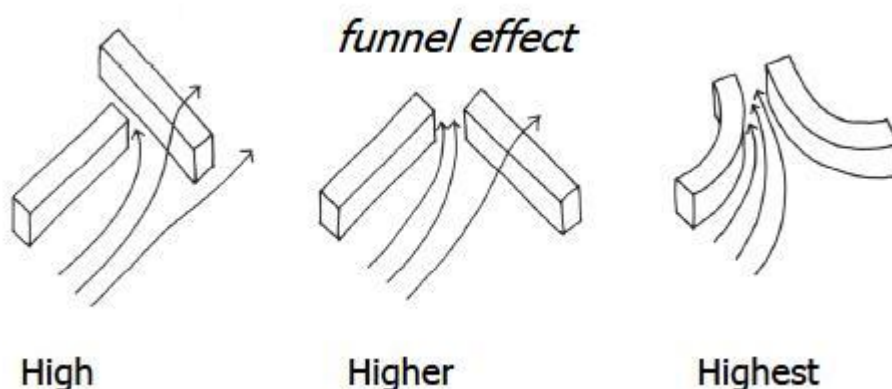


Genom att skapa höjdskillnader i en stadsplan kan man öka ventilationen, virvelflöde skapas på grund av höjdskillnaderna mellan byggnaderna. När vinden träffar en hög byggnad så pressas all vind nedanför den s.k. stagnationspunkten, som ligger på ca 2/3 höjd, ned mot gatan och runt byggnadens hörn medan den vind som träffar byggnaden ovanför stagnationspunkten pressas ovanför byggnaden. [23]



Figur4.6 Höjdskillnader [23]

I en urban miljö är vindhastigheten ungefär hälften av hastigheten på landsbygden. Genom att placera husen på olika vis kan man öka vindhastigheten och på så sätt öka ventilationen. Rundare kanten på husen ger den mest effektiva lösningen.[31]



Figur4.7 Olika sätt att öka vindhastigheten[31]

## 5 Inspiration

Vi har studerat två olika projekt som har haft energiförbrukningen i fokus. Masdar och Taparura inspirerade oss när vi tog fram rekommendationer.

### 5.1 Masdar

Masdar city är en planerat utsläppsfri stad som byggs i Förenade Arabemiraten. Den ligger cirka 17 km från huvudstaden Abu Dhabis centrum. Det är ett samarbetsprojekt mellan världsnaturfonden WWF och Förenade



Arabemiratens regering. Projektet strävar efter att vara en av de mest hållbara städerna i världen. Staden är cirka 6 km<sup>2</sup> stor och kommer att rymma 40 000 invånare. [24] Projektet kommer att kosta cirka 18-19 miljarder dollar. [25]

Figur5.1 Förenade Arabemiraten där Masdars position

Målet med projektet är att bygga en koldioxidfri stad. Det är många energibolag som är inblandade i projektet även det svenska Exportrådet har öppnat ett kontor där. Masdar city kommer att använda 100% förnybar energi. [26] Där finns speciellt designade solfångare och vindkraftverk som bidrar med el för att kyla byggnaderna. Solfångarna placeras på hustaken på så sätt att de samtidigt framkallar skuggor nere på gatan.



Figur5.2 Masdars Projektplan [24]



Figur5.3 En gata i Masdar, där solpaneler används som solskydd[23]

Staden är utformad på ett sätt som tillåter att ökenvindar blåser in, kyler ned och därigenom skapar ett behagligt mikroklimat.

Tanken är att staden ska vara helt bilfri. Alla ska ta sig fram till fots eller via eldrivna spårbilar . Byggnadsmaterialet som används i projektet är endast hållbart material som går och återvinna. När det gäller vattnet kommer det att användas soldrivna avsaltningsanläggningar för att producera dricksvatten och man ska även återvinna allt bad, disk och tvättvatten. [27]



*Figur 5.5 En variant av ett torg i Masdar [24]*

## 5.2 Taparura

Taparura är ett projekt som kommer att byggas i Tunisien. Området ligger nära kuststaden Sfax, liknande läge som studenternas område Bouficha-Salloum.

Syftet med detta projekt är att bygga ett miljövänligt område som är mindre energiberöende än de övriga städerna. Tanken är att gradvis införa nytt miljövänligt beteende bland folket.

Det är tänkt att förbättra hanteringen av resor genom att begränsa antalet bilar och istället uppmuntra folket till att använda kollektivtrafik, cykla eller gå. Målet ska uppnås genom att:

- Bygga cykelvägar, cykelstationer, parker, bekväma busshållplatser samt spårvägar. Låta fotgängaren njuta av omgivningen.
- Minska energiförbrukningen i byggnader genom att införa mycket stränga krav med specifik energiförbrukning ( $\text{kWh/m}^2$ ). Användning av förnybar energi som solenergi och vindkraft.
- Energieffektiva och miljövänliga byggmaterial samt bättre hantering av byggavfall.
- Minska vattenförbrukningen genom att använda olika vattenresurser t.ex. regnvatten som kan användas för bevattning av gräsmattor eller rengöring av gator. [28]



Figur 5.6 Typ av spårvagn som ska användas i Taparura [28]



Figur 5.7 Cykelväg [28]

## 6 Fältstudie

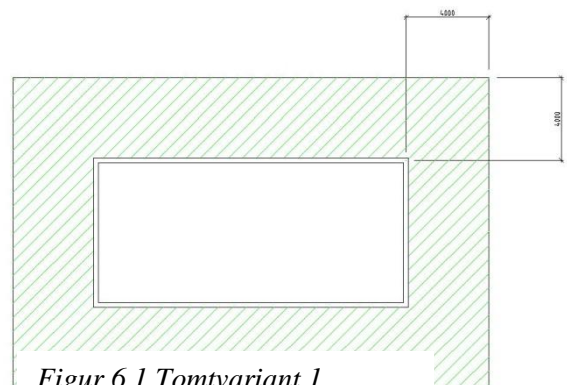
### 6.1 Bakgrund

Stadsplanerar projektet i Tunis utförs av studenter på Institut Supérieur des Technologies de l'Environnement, de l'Urbanisme et du Bâtiment (ungefär Högskolan för miljöteknologi, stadsbyggnad och byggande), Dessa studerar det andra året byggteknik och stadsplanering. Deras uppgift är att skapa en plan för ett område mellan orterna Bouficha och Solloum. Området har en längd och bredd på två kilometer och befinner sig i närheten av turistorten Hammamat.

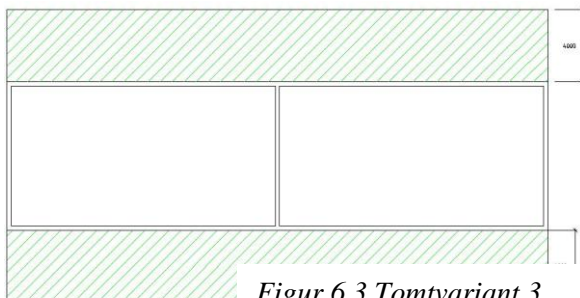
Studenterna blev indelade i grupper och som första uppgift skulle de utföra olika analyser av området, detta skulle göras individuellt. Nästa steg blir att göra en geoteknisk undersökning på marken i området. En del av uppgiften var att skapa bostadsområden med flera olika typer av hus. Nedan följer typer av hus som helst skall finnas med i planen:

#### Enfamiljshus

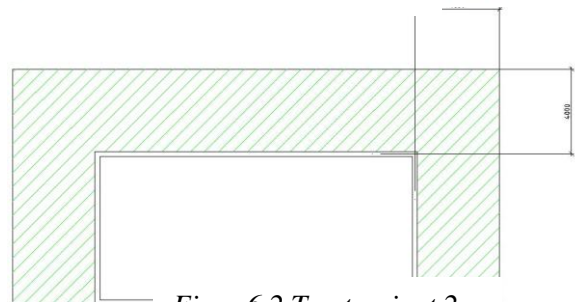
1. Hus med en tomt fyra meter kring alla sidor
2. Hus med en tomt fyra meter kring tre sidor av huset
3. Rad hus med tomt på två sidor (fram och bak)



Figur 6.1 Tomtvariant 1



Figur 6.3 Tomtvariant 3



Figur 6.2 Tomtvariant 2

#### Flerfamiljshus

- Byggnad omringad av en tomt fyra meter ut från byggnaden
- Byggnad med en tomt fyra meter kring tre sidor av byggnaden
- Byggnader med en tomt på två sidor av byggnaden

I nästa skede skall studenter räkna ut hur många typer av varje byggnad de kommer vara i behov av för att tillfredställa behovet av hushåll i området. När de väljer placering av hus är det viktigt att studenterna tänker på att blanda husområdena, detta för att underlätta integrationen i samhället de skapar. Nu har studenterna till uppgift att dela upp de olika områdena med hjälp huvudgator och mindre gator som har till uppgift att underlätta åtkomsten till de olika husen. Efter detta steg är det dags för studenterna att tänka på grönområdena som skall ha en yta vars area skall vara 25 % av hela områdets area, till dessa 25% räknas inte tomter till hus etc.

Till slut skall studenter tänka på att placera ut centrum och andra sociala service i form av vårdcentral, bibliotek, dagis etc. Vid val av service skall de ta hänsyn till störningsgraden av samtliga service, man vill t.ex. inte placera ut en festlokal mitt bland de boende.

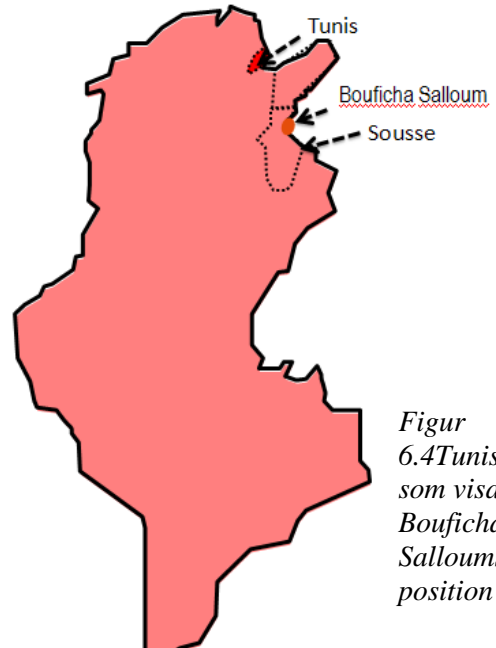
Det är en hel del som dessa studenter bör ta hänsyn till. För att ha koll på vad de bör tänka på har de tilldelats vissa lagar som bör följas för att uppnå ett välplanerat projekt

## 6.2 Analys av området

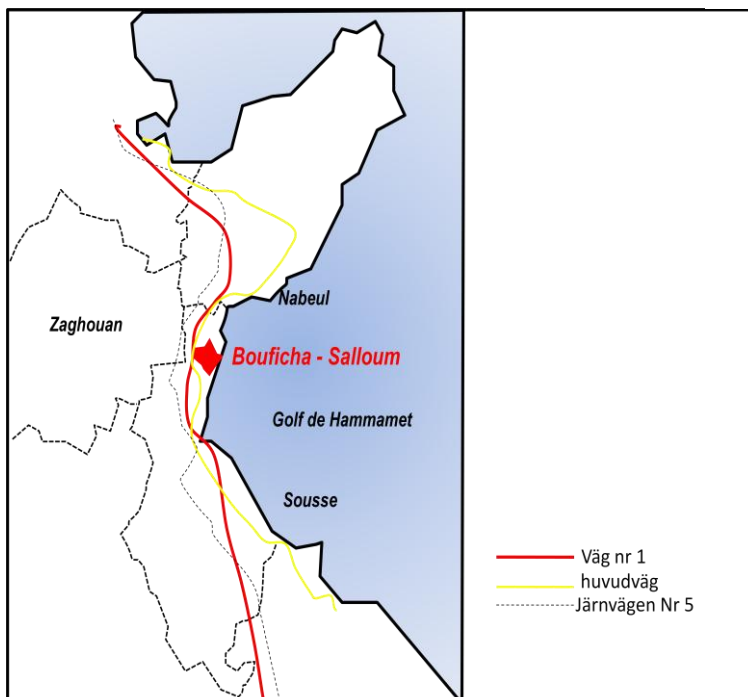
Orten Bouficha-Salloum ligger på den tunisiska kusten, ca 80 km från huvudstaden Tunis. Den ligger väldigt nära den välkända turistorten Hammamet. Orten har en mycket strategisk position, kusten lockar till sig turister och kan även gynna handeln. Ortens position kommer göra att den fungerar som en passage för resande från norr till söder.

I Bouficha och Salloum finns det en hel del välbevarade byggnader från både franska och italienska kolonialmakterna.

Studieområdet ligger norr om staden Sousse och söder om staden Nabeul-Hammamet och väster om ligger staden Zaghouan. Den täcker en yta på 200 hektar. Dessutom korsas staden Bouficha-Salloum av en väg- och järnväg som sträcker sig längst i hela landet.



Figur 6.4 Tunisiens som visar Bouficha Salloums position [29]



Figur 6.5 Vägar och järnväg som passerar Bouficha Salloum [29]



Figur 6.6 Väg nr 1, [29]



Figur 6.7 Järnvägstationen [29]

## Fördelar

- Närheten av ett industriområde, skapar sysselsättning som är en faktor för den ekonomiska utvecklingen.
- Närheten av större vägnätverk medför en styrka som bidrar till utvecklingen av området, eftersom det är lättillgänglig och väl synlig.
- Marken är platt med en lutning på mindre än 0.1% vilket är en underlättande faktor för byggandet. Den hjälper till att minimera markarbete och utfyllnad, dessutom är den en uppmuntrande faktor för utvecklingen i området.
- Förekomst av redan bebyggd mark i det studerade området uppmuntrar investeringar

## Nackdelar

- Genomförandet av vissa industriella enheter inom studieområdet, en källa till buller och förorenad luft
- Bullerstörningar från motorvägen som finns kring studieområdet
- Ett underutvecklat område som lider av en brist på ekonomisk verksamhet
- Möjligheten för stadsutbredning kan vara ett hot då allt för snabb expansion av orten kan skapa obalans mellan utbud och efterfrågan på bostäder. [29]



### 6.3 Studenternas planering

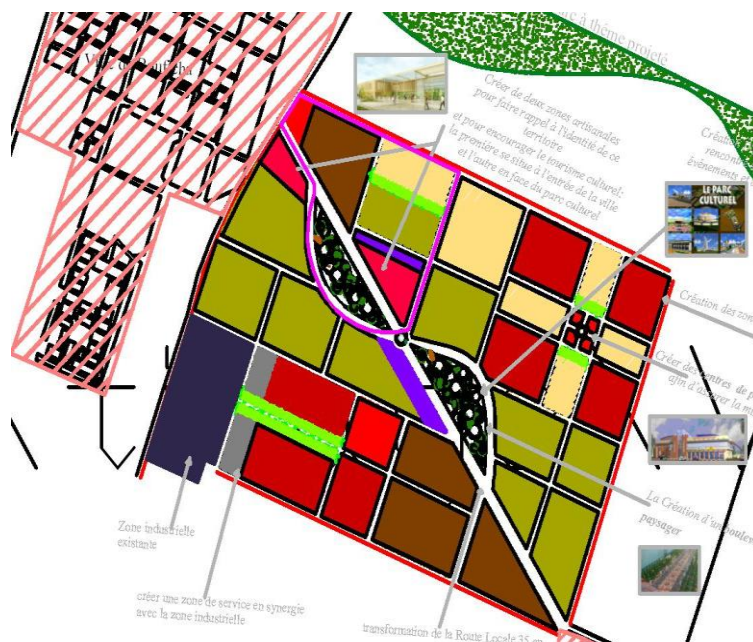
Studenterna har valt att dela upp området i olika block, storleken på dessa block skiljer sig beroende på användningsområdet. De har valt att låta motorvägen dela på området i mitten och skapa någon form av parker på båda sidorna om motorvägen. Längs motorvägen har studenterna valt att placera block med både en- och flerfamiljshus, de har även valt att placera ett block som skall vara multifunktionellt en bit bort från motorvägen. Man har valt att placera ut två Centrum, ett större och ett mindre, det stora centrumet befinner sig söder om motorvägen medan det andra centrumet är betydligt mindre och befinner sig nordöst på kartan (se figur 6.8).

Det finns en hel del vägar som gör att alla block blir väldigt lättillgängliga, vägarna är för det mesta raka och bildar ett rutnät genom hela området.

Studenterna har delat upp ytorna för olika ändamål (se Tabell 6.1), förutom parkerna som har en yta på ca 43 000 m<sup>2</sup>, finns det ca 5000 m<sup>2</sup> grönområden utspridda över hela området.

Tabell 6.1 Tomtfördelning [29]

Typer	Yta
Enfamiljshus	53 153 m <sup>2</sup>
Blandning mellan En- och Flerfamiljshus	57 454 m <sup>2</sup>
Flerfamiljshus	20 670 m <sup>2</sup>
Centrum och multifunktionellt område	28 810 m <sup>2</sup>
Industriområde	28 079 m <sup>2</sup>
Park	43 516 m <sup>2</sup>
Grönområde	5 151 m <sup>2</sup>
Vägar	153 167 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>390 000 m<sup>2</sup></b>



Figur 6.8 Områdesplan[29]

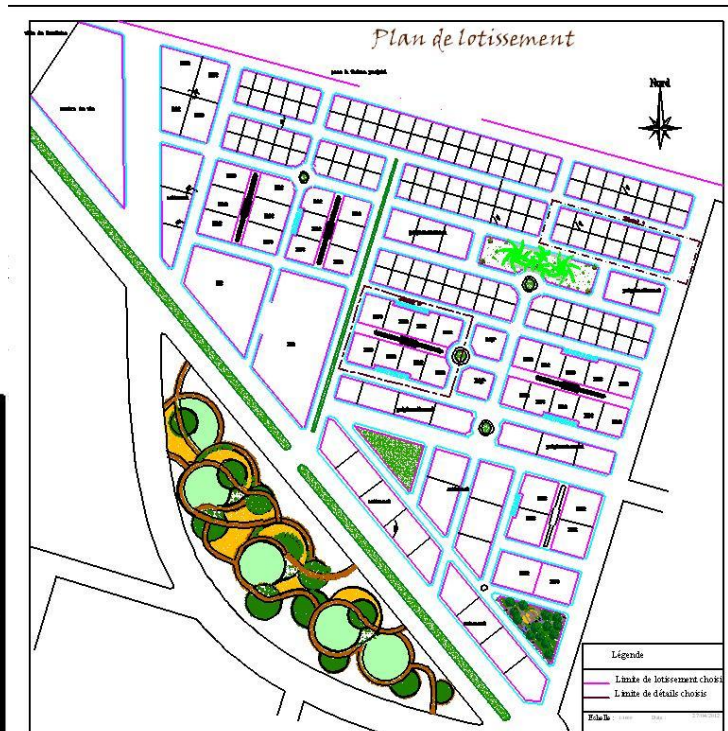


Den detaljerade planen för en del av området (figur 6.9) visar tomtfördelningen i ett område som innehåller centrum, enfamiljshus och flerfamiljshus. Runt om i området vill studenterna placera ut ett flertal mindre grönområden längs vägar och i form av små parker.

Parken är lättillgängligt för de boende och har ett välplanerat stråk som sträcker sig runt om parkens alla hörn.

Studenterna har valt att ha två olika typer av byggnader, enfamiljshusen har en mindre tomt kring huset. Huset och tomten har en area på 400 m<sup>2</sup>.

Flerfamiljshusen har en tomtarea på 995 m<sup>2</sup>, här ska det placeras en trevåningsbyggnad som är 12 m hög, i mitten av denna byggnad finns det en liten gård för de boende. Kring byggnaden skall man även ha någon form av grönområde.

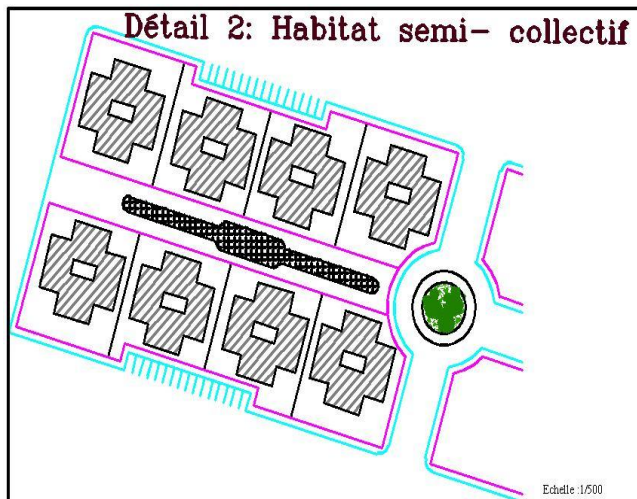


Figur 6.9 Detaljerad områdesplan [29]

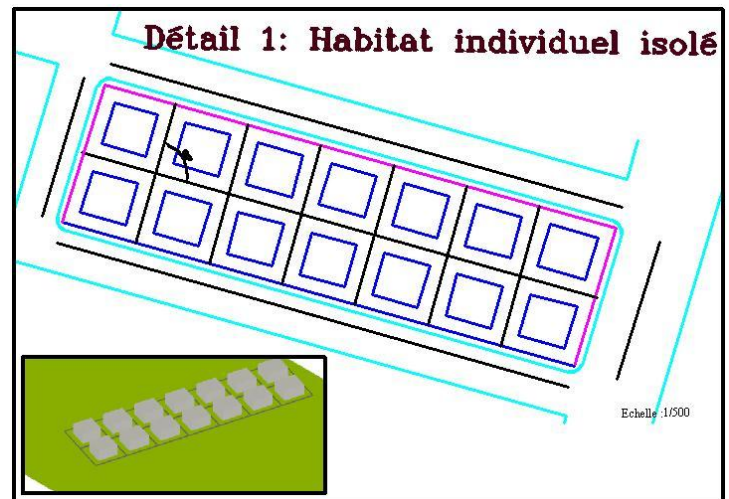
DÉSIGNATION	HABITAT INDIVIDUEL ISOLÉ	HABITAT SEMI COLLECTIF
SURFACE NETTE MINIMALE ET PIED DE LA FAÇADE	400m <sup>2</sup> F= 22M A PARTIR DE 400M <sup>2</sup>	F= 22M A PARTIR DE 995 M <sup>2</sup>
COS	133m <sup>2</sup> COS = 0.3	133m <sup>2</sup> COS = 0.5
CUF	CUF = 1	CUF = 1.5
HAUTEUR	R+1 = 6M	R+2 = 12M
RETRAIT VOIRIE	R = H/2 = 4M	R = H/2 = 6M
RETRAIT PAR RAPPORT AU VOISIN	L = H/2	L = H/2 = 6M

Figur 6.10 Hustyper [29]

Placeringen av de olika tomterna är inte blandade, man har valt att ha områden specificerade för varsin typ av byggnad. I områden Med höghus har man valt att ha en gemensam parkering för flera byggnader, medan enfamiljshusen skall ha tillgång till en parkering per hus.



Figur 6.11 Flerfamiljshus [29]



Figur 6.12 Enfamiljshus [29]

## 7 Förslag och rekommendationer

### 7.1 Energieffektiv urban design

För att uppnå en energieffektiv urban design är det väldigt många aspekter som man bör ta hänsyn till. I den miljö som finns i Tunis är det viktigast att skydda människor från solstrålning, behovet av nedkylning kommer då att minska och detta kommer i sin tur leda till att energianvändningen minskar. Det är viktigt att lyckas skapa en komfortabel stadsmiljö, därför är det viktigt att man ska ha det som mål redan i planeringsskedet. [27]

Nedan följer en lista av regler som man bör ta hänsyn till när man planerar ett nytt projekt, denna lista har tagits fram med hjälp av våra handledare Erik Johansson och Yassine Turki.

#### Regler som bör följas för att uppnå en energieffektiv stadsplanering

##### Skydd mot vind för att minska energianvändningen

- Orientering av gator för att utnyttja vinden för ventilation
- Placering av byggnader så att vinden kan passera genom området
- Höjdskillnader i stadsplanen för att skapa virvelflöde

##### Skydd under sommaren för att minska energianvändningen

- Orientering av huset för att undvika solinstrålning
- Gör avståndet mellan två byggnader till högst hälften av byggnadens höjd för att få öka skuggan på gatorna
- Vegetationen som kan användas som solskydd
- Solskydd för fönster
- Solskydd av gator på sommaren så att luften kring byggnaderna inte värms upp för mycket (t.ex. vassmattor eller textiler)
- Valet av ytbeklädnad på väggarna (Ljusa färger)
- Användning av förnyelsebar energi (solceller)

##### Skydd under vintern för att minska energianvändningen

- Användning av tillgängliga energieffektiva material (t.ex. isolering)
- Använd isolering på taket, tak bör målas vita för att reflektera så mycket sol som möjligt. [30]

## 7.2 Rekommendationer för Bouficha-Salloum

I dagens Tunis ser vi en väldigt europeiskt inspirerad stadsplanering, detta syns tydligt i studenternas planering av Bouficha-salloum, studenterna väljer en öppen stadsplan som är mer anpassad för ett europeiskt klimat. Enligt Mahoney-tabellerna befinner sig Tunis i en klimatzon som ger ett behov av ett kompakt byggande där byggnader skuggar gator på så effektivt vis som möjligt.

Med hjälp av Mahoney-tabellerna ser vi även att det blir svårt att utnyttja vinden då det blåser väldigt lite i staden. Enligt rekommendationerna är det inget krav på luftrörelser. Vi väljer dock att utnyttja den vind vi har, detta genom att skapa höjdskillnader och genom orienteringen av stadsplanen.



Figur 7.1 Vy på gator med mått

För att åstadkomma ett tillräckligt skuggat område har man flera alternativ att välja mellan, bland annat att bygga högre byggnader som leder till att den skuggade ytan ökar, man kan även konstruera smala gator mellan byggnader. I områden där man inte kan åstadkomma skuggade gator med hjälp av metoderna ovan är det viktigt att man har någon form av solskydd längs byggnader, detta för att fotgängare skall skyddas från den starka solstrålningen.

Genom att placera ut träd, som ger skuggning, längs gator kan man lättare uppnå en komfortabel utomhusmiljö. Man bör även ha ljusa färger på fasader och tak för att öka reflektionen av solstrålning. Dessa åtgärder leder till att värmeöns minskar.



*Figur 7.2 Solskydd längs gata med hjälp av träd och arkader*

Placering och utformning av enfamiljshusen kan ändras för att minska energianvändningen. Istället för att husen skall vara kvadratiska och ha en tomt kring alla dess sidor kan de formas om till mer rektangulära hus och sättas ihop på en sida. Kortsidorna skall vara de sidor som utsätts för solstrålning, på detta sätt minskas belastningen av solstrålning på långsidorna som utgör den största delen av huset. Långsidorna skall vara orienterade mot norr och söder



*Figur 7.3 Urban design med en blandning av höghus i olika höjd och radhus samt grönområde*

När taket utsätts för solstrålning ökar värmen inne i huset, därför är det viktigt att ha ljusa och isolerade taket. Isolerade tak leder till att man uppnår ett komfortabelt inomhusklimat utan att använda sig av onödiga mängder energi.

Flerfamiljshusen har en liten gård som inspireras av det traditionella byggandet i Medinan, studenternas idé ger oss en liten innergård i mitten av huset och fyra hörn på utsidan som består mark(se figur 6.11). Ett alternativ till detta är att utnyttja hörnen och skapa en kvadratisk byggnad och på så sätt få en större innergård.

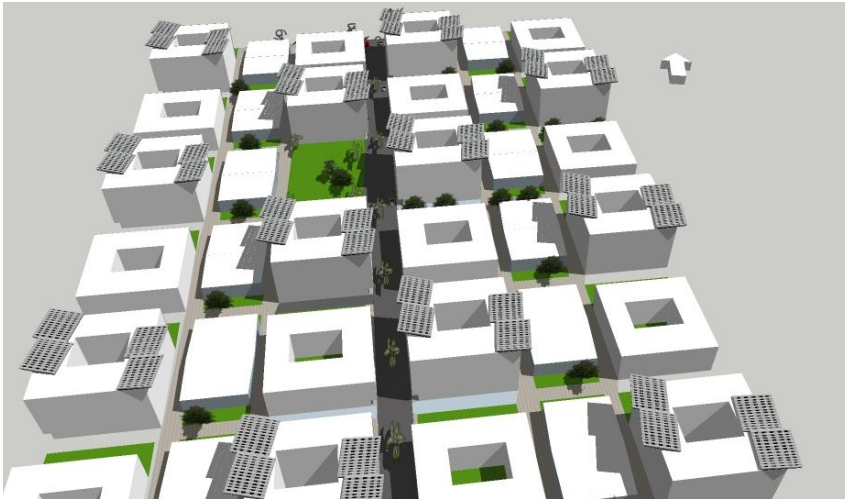
Flerfamiljshusen var ursprungligen 12m höga, varje byggnad hade tre våningar, ett alternativ till detta vore att vissa fortsätter vara 12 meter medan andra byggs på så de blir 20 meter höga. Detta gör att höjdskillnader skapas i området, skuggan ökar och man får mer bostäder.



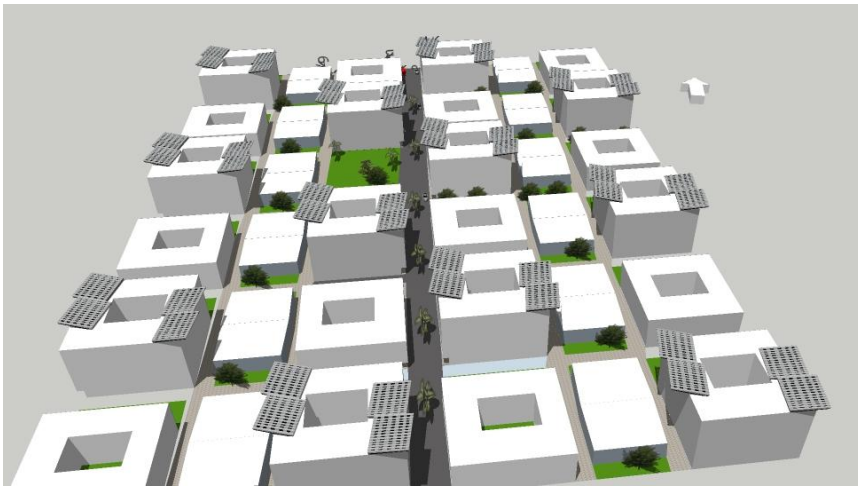
Figur 7.4 Planlösning

De många soltimmarna och den starka solstrålningen kan utnyttjas För att minska energianvändningen. Detta kan ske genom att dels använda solfångare för uppvärmning av vatten dels använda solceller som alstrar el för uppvärmning/nedkyllning av innemiljöer.

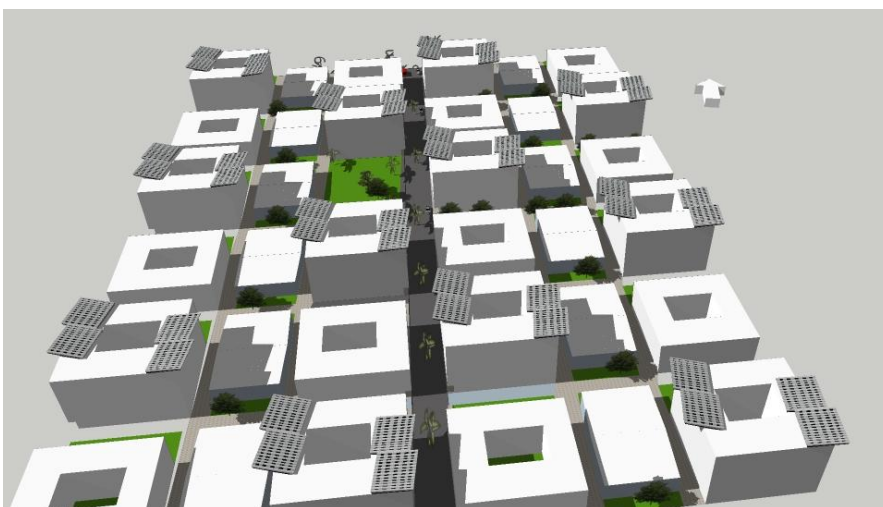
Figurerna 7.5–7.10 visar en skuggstudie för området. Bilderna är tagna vid olika tidpunkter på dygnet och under två dagar på året, dagarna är den 1 juni och 1 december.



*Figur 7.5 1 juni kl 10.00*

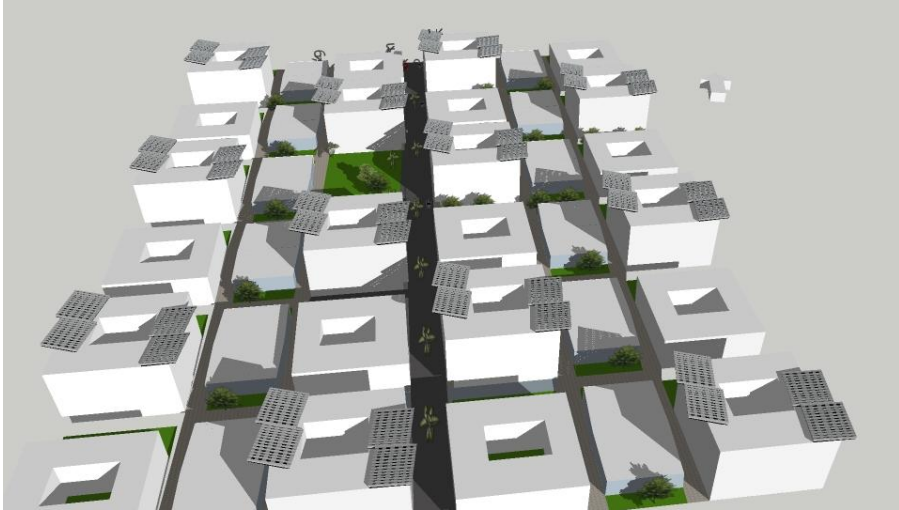


*Figur 7.6 1 juni kl 13.00*



*Figur 7.7 1 juni kl 16.00*

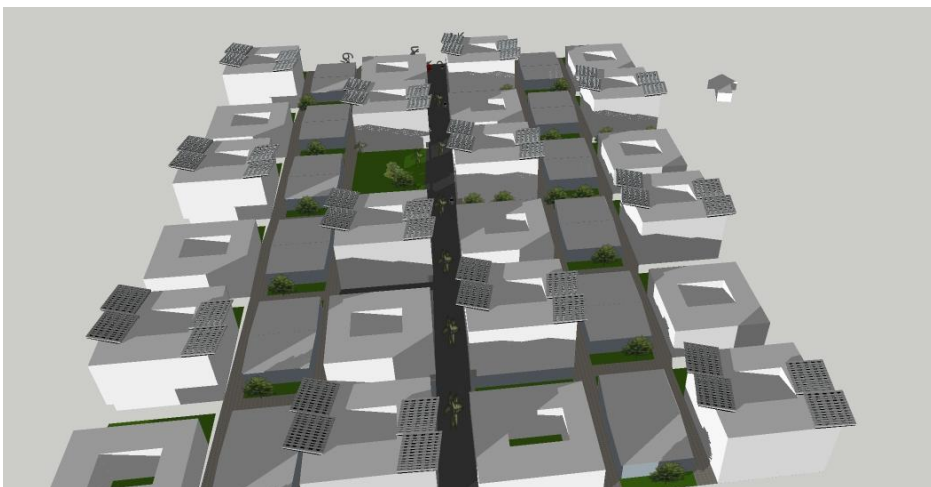




*Figur 7.8 1 december kl 10.00*



*Figur 7.9 1 december kl 13.00*



*Figur 7.10 1 december kl 16.00*

Vi ser att det skuggade ytan, vid kl.10.00, beror främst på de höga byggnaderna. Kl.13.00 befinner sig solen i Zenit, då är det viktigt med träd och solskydd för att få skuggade områden. I vissa delar ger solcellerna en skuggning. 16.00 ökar skuggan och beror ännu en gång främst på byggnaderna.

Under vinterperioden står solen lägre, därför får vi mer skugga över området vid samma tidpunkt som sommaren. Vinterdagarna är kortare än sommardagarna, detta gör att gatorna solbelyses under en kortare tid under vinterhalvåret.

## 8 Diskussion och slutsatser

I början av vårt besök i Tunis besökte vi Medinan och andra traditionellt byggda stadsdelar. Detta gav oss en uppfattning av den traditionella stadsplaneringen och hur den har lyckats skapa en komfortabel miljö på dess gator och i dess hus. Vi fick även inblick i den europeiskt inspirerade stadsplaneringen, som inte tar hänsyn till klimatets krav utan endast var byggd för ett arkitekturiskt ändamål.

På grund av den massiva urbaniseringen var många människor, runt om i de traditionella stadsdelarna, tvungna att bygga ut sina hus. Då husen var så tätt byggda från början var enda möjligheten att bygga vertikalt, detta ledde till att det fördärvade den traditionella miljön och arkitekturen i vissa stadsdelar.

Urbaniseringen tvingar dagens stadsplanerare att prioritera antalet bostäder före energieffektivt byggande. Den ekonomiska aspekten spelar även den stora roll, oftast handlar det om privata investerare som har olika mål med byggnaden. Därför är det svårt för kommunen att kontrollera expansionen av staden och se till att en energieffektiv stadsplanering uppnås.

För att minska energianvändningen anser vi att man bör förbättra de existerande energinormerna, och även se till att de följs av både privata och statliga byggnadsprojekt. Ett annat sätt vore att utföra en studie och gå ut med information om hur befintliga byggnader kan förbättras i energisynpunkt. Då Tunis position gynnar användningen av solenergi, anser vi att det är viktigt att satsa på att utveckla denna energikälla, lyckas man med det så kan man förvänta en välfärd både när det gäller ekonomi och miljöaspekten.

För att skapa en energieffektiv stadsplan är det viktigt att studera olika aspekter såsom: val av område, orientering och ventilation. Dessa aspekter bör vara utgångspunkt vid en ny stadsplanering. Utifrån de tunisiska studenternas analys av området Bouficha-Salloum ser vi att de har valt att prioritera de ekonomiska samt sociala aspekterna. Trots att de prioriterar den sociala aspekten ser vi att uppdelningen av området kan skapa någon form av segregation, då studenterna har valt att separera de olika typerna av byggnader och låta motorvägen dela på området i två delar.

Slutligen kan vi konstatera att vi har kommit fram till följande rekommendationer för att förbättra studenternas projekt av orten Bouficha-Salloum:

- Inspireras av det traditionella byggandet
- Mindre avstånd mellan byggnader
- Skapa höjdskillnader i området
- Ljusa byggnader
- Användning av solskydd
- Rektangulära byggnader och minska solbelastningen på långsidor
- Användning av solceller ifall dessa är tillgängliga

## 9 Referenser

1. *Tunisien (2012), fakta om Tunisien, 19/2-2012 från:*

<<http://sv.wikipedia.org/wiki/Tunisien>>

2. *Mahd, Abdellauoi (2009), Reduction of energy consumption in buildings, Papper I kursen Shelter Design and Development, Housing development and management,*

3. *Karta av Tunisien, 19/2-2012 från :*

3. <[http://www.mediterrant.com/tunisia/tn\\_map.htm](http://www.mediterrant.com/tunisia/tn_map.htm)>

4. *Tunisien flagga, 19/2-2012 från :*

<<http://my.opera.com/hoacomay70/albums/showpic.dml?album=3177991&picture=44829401>>

5. *Willet, David (2001), Tunisia, Lonely planet, travel guidebook*

6. *Carthage, 17/3-2012 från :*

<<http://www.tunisia.com/carthage/>>

7. *Carthage, 17/3-2012 från:*

< <http://www.sacred-destinations.com/tunisia/carthage>>

8. *History, 17/3-2012 från:*

<<http://en.wikipedia.org/wiki/Tunis#Carthage>>

9. *Sidi Bou Said, 18/3-2012 från :*

<[http://en.wikipedia.org/wiki/Sidi\\_Bou\\_Said](http://en.wikipedia.org/wiki/Sidi_Bou_Said)>

10. *Eight UNESCO World Heritage Sites, 22/3-2012 från :*

<<http://www.cometotunisia.co.uk/what-to-do/history/archaeological-sites>>

11. *Santelli, Serge (1992), Medinas: Traditional Architecture of Tunisia, Dar Ashraf Editions*

12. *Bouraoui, Moez, What are the perspectives for open spaces in urbanisation projects touching the large cities of the Maghreb*

13. *Introducing thermal and energy requirements standards in Tunisia pdf, 20/4-2012 från:*

<<http://www.med-enec.com/downloads>>

14. Kunskapsbanken, 20/4-2012 från :  
<<http://www.smhi.se/kunskapsbanken>>

15. *Guide technique des batiments a usage residentiel equipes*, 20/4-2012 från:

<<http://www.enerbat.nat.tn/site/guides.php>>

16. Warfvinge, Catrina, och Dalhblom, Mats (2010), *Installationsboken*, Kristianstad boktryckeri

17. Vogt, James A, *Urban Heat Island: Hotter Citie*, finns länk :  
<[www.actionbioscience.org/environment/voogt.html](http://www.actionbioscience.org/environment/voogt.html)>

18. *Bild om Värmeö*, 20/5-2012 från:  
<<http://miljo.ifokus.se/articles/4d714f85b9cb46222d06155b-urbana-varmeoar>>

19. Williamson, Terry, och Pearlmutter, David, och Erell, Evyater (2011), *Urban Microclimate*, UK, MPG Books.

20. Baruch, Givoni, (1998) *Climate Considerations in Building and UrbanDesign*, New York, Van Nostrand Reinhold

21. *Tunis, Tunisia – Sun path diagram*, (12/6-2012) från:  
<<http://www.gaisma.com/en/location/tunis.html>>

22. Evans, Martin (1980), *Housing, Climate and Comfort*. London: The Architectural Press

23. Oke, Tim (1987), *Boundary Layer Climates*. London: Routledge

24. Masdar, 14/5-2012 från:  
<[www.masdar.ae](http://www.masdar.ae)>

25. *Masdar City*, 14/5-2012 från:  
<[www.masdarcity.ae](http://www.masdarcity.ae)>

26. *Earth hour challenge*, 14/5-2012 från:  
<[http://www.wwf.se/source.php/1300037/A\\_EARTH%20HOUR%20CHALLENGE3.pdf](http://www.wwf.se/source.php/1300037/A_EARTH%20HOUR%20CHALLENGE3.pdf)>

27. *Masdar City-den utsläppsfria staden* , 14/5-2012 från:  
<<http://www.energikunskap.se/sv/NYHETER/Senaste-nytt/Masdar-City-den-utslapps--och-avfallsfria-staden/>>
28. (2011) *Eco-city Taparura, Societe d'Etudes et d'Aménagement des Cotes Nord de la Ville de Sfax*
29. *Filer skickade av Fatma Zemzem (2012), Student arbete, Projekt Bouficha -Salloum*
30. *Personlig kontakt med Yassine Turki, mars 2012*
31. *Glaumann, Mauritz, och Westerberg, Ulla (1988). Klimatplanering – Vind. Stockholm: Svensk Byggtjänst*

## 10 Bilagor

### 10.1 Tunis Klimatdata

#### Tunis, Tunisia

Latitude: 37 N  
Longitude: 10 E  
Altitude: 3 m

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Sunshine duration (h)	5.0	5.5	6.5	7.0	8.5	10.0	12.0	10.5	8.0	7.0	6.0	5.0
Solar radiation (MJ/m <sup>2</sup> day)	9.1	11.5	16.2	19.7	24.2	27.0	27.5	24.2	19.9	14.9	10.8	8.7
Temp, mean max (°C)	15.8	15.8	19.0	20.9	25.4	29.9	32.7	33.4	28.9	26.1	20.3	16.6
Temp, mean min (°C)	8.8	8.3	10.2	12.1	16.1	19.7	22.6	23.4	20.3	17.6	12.9	9.8
Precipitation, average (mm)	64	72	36	20	13	4	0	27	81	52	112	89
Rel humidity, max (%)	92	91	90	92	86	79	76	77	87	89	88	90
Rel humidity, min (%)	58	59	51	49	45	41	40	42	50	53	57	59
Wind direction (0°=N, 90°=E)	270	270	270	270	113	90	90	90	270	270	270	270
Wind speed, avg (m/s)	4.0	4.4	4.4	4.9	4.6	4.3	4.7	4.0	4.0	3.6	3.9	4.0

Klimatdata från Erik Johansson (HDM)



## 10.2 Mahoney resultat

Indicator totals from data sheet					
H1	H2	H3	A1	A2	A3
0	1	0	2	0	6

**Tunis, Tunisia**

Latitude 37°N

### General recommendations

#### Layout

			0–10			<b>X</b>	Orientation north and south (long axis east–west)
			11–12		5–12		
					0–4		Compact courtyard planning

#### Spacing

11–12							Open spacing for breeze penetration
2–10							As above, but protection from hot and cold wind
0–1						<b>X</b>	Compact layout of estates

#### Air movement

3–12							Rooms single banked, permanent provision for air movement
1–2			0–5				Rooms double banked, temporary provision for air movement
			6–12				
0	2–12						<b>X</b>
	0–1					No air movement requirement	
			0–1		0		Large openings, 40–80%
			11–12		0–1		Very small openings, 10–20%
Any other conditions						<b>X</b>	Medium openings, 20–40%

#### Walls

			0–2			<b>X</b>	Light walls, short time-lag
			3–12				Heavy external and internal walls

#### Roofs

			0–5			<b>X</b>	Light, insulated roofs
			6–12				Heavy roofs, over 8h time-lag

#### Outdoor sleeping

				2–12			Space for outdoor sleeping required
--	--	--	--	------	--	--	-------------------------------------

#### Rain protection

		3–12					Protection from heavy rain necessary
--	--	------	--	--	--	--	--------------------------------------

## Detailed recommendations

### Size of opening

			0-1		0		Large openings, 40-80%
					1-12	X	Medium openings, 25-40%
			2-5				
			6-10				Small openings, 15-25%
			11-12		0-3		Very small openings, 10-20%
					4-12		Medium openings, 25-40%

### Position of openings

3-12							In north and south walls at body height on windward side
1-2			0-5				As above, openings also in internal walls
			6-12				
0	2-12						

### Protection of openings

					0-2		Exclude direct sunlight
		2-12					Provide protection from rain

### Walls and floors

			0-2			X	Light, low thermal capacity
			3-12				Heavy, over 8h time-lag

### Roofs

10-12			0-2				Light, reflective surface, cavity
			3-12			X	Light, well insulated
0-9			0-5				Heavy, over 8h time-lag
			6-12				

### External features

				1-12			Space for outdoor sleeping
		1-12					Adequate rainwater drainage