خورشید و باد در خدمت ما

- تحقق امبرسبز (شهر دوست دار طبیعت Ambergroen) -

دور مقدماتی 28مین Aلیمپیاد ریاضی – 18 نوامبر 2016

راهنمای مسایل مرحله مقدماتی اِلیمپیاد ریاضی:

این مرحله از مسابقه شامل 5 مساله مقدماتی و یک سوال نهایی در دو قسمت است. این 5 مساله مقدماتی، مقدمه چینی برای سوال نهایی هستند. **همه اطلاعات و شهود به دست آمده در مسایل مقدماتی برای حل موفقیت آمیز سوال نهایی بکار می روند.**

توصیه های کلی برای کار کردن روی این مسایل:

- ابتدا همه متن مسابقه را بخوانید تا دقیقا بدانید که چه کار باید انجام دهید.

- **حواستان به زمانی که برای مسائل مقدماتی صرف می کنید، باشد. زمان زیادی را برای مسایل نهایی باقی بگذارید، حداقل سه ساعت.**

- اگر در تیم، کارها را بین خودتان تقسیم می کنید، پس از هر مساله نتایج را با یکدیگر در میان بگذارید.

- اگر در زمان کار کردن روی مسایل روش ها یا فرآیندهایی را با روند سوال وفق می دهید، در گزارش خود آن ها را شرح داده و همچنین علت این تغییر را ذکر کنید.

تحویل دهید :

- مسایل نهایی (شامل دو قسمت)
- به عنوان پیوست مسایل مقدماتی

داوری:

این ها بخشی از نکاتی است که در داوران در نظر می گیرند:

- واضح و خوانا بودن پاسخ های نهایی

- چه قدر کار کامل است

- چگونگی استفاده از ریاضیات –

استدلال های بیان شده و توجیه انتخاب های انجام شده

- سوالات تا چه عمقی پاسخ داده شده اند

- ارایه: ظاهر، انسجام، خوانایی، تصاویر و غیره

- خلاقیت (ریاضی) در بسط دادن مسایل

لذت ببرید و موفق باشید!

خورشید و باد در خدمت ما - تحقق امبرسبز

شهر امبرهاون در سال‌های اخیر بسیار رشد کرده. و منطقه‌ی مسکونی جدیدی در آن در حال ساخت است. این منطقه قرار است مدرن ، پایدار و دوست دار طبیعت باشد و نام آن نیز مشخص شده است: امبرسبز. موقعیت آن نیز مشخص است: در جنوب، در گوشه‌ی شرقی شهر (نقشه‌ی صفحه‌ی اول را ببینید). امبرهاون در پی تحقق تولید انرژی تجدیدپذیر است و در حال انجام تحقیقاتی است تا مشخص شود، آیا منطقه‌ی در حال ساخت، می‌تواند انرژی مصرفی خور را خودش تولید کند. شهر تصمیم به اجرای آزمایشی گرفته است: ساکنان 175 خانه جدید به صورت جمعه مسئول تولید انرژی تجدیدپذیر هستند. ساکنان این منطقه به صورت تجعی تصمیم می‌گیرند که انرژی خورشیدی و بادی استفاده بشود یا نه و اگر بلی، چگونه. کلیه هزینه‌ها به‌طور منصفانه بین ساکنان تقسیم می‌شود. ساکنان نمی‌خواهند همه چیز را خودشان مورد تحقیق قرار دهند و با همکاری شورای شهر امبرهاون مشاوره‌ی تخصصی مستقلی ترتیب می‌دهند.

تکلیف‌های مقدماتی

در تکلیف‌های مقدماتی شما میانگین هزینه‌ی یک خانه برای منابع انرژی مختلف را محاسبه می کنید. و اینکه چگونه اولویت هر منبع به شرایط آب و هوایی وابسته است مورد تحقیق شما قرار می گیرد. اطلاعاتی که برای محاسباتتان استفاده خواهید کرد عموماً ساده شده، ولی بر مبنای واقعیت هستند.

واحد مهمی که استفاده خواهید کرد kWh (کیلووات-ساعت) است. کیلووات-ساعت واحدی برای انرژی است. این واحد بیشتر برای انرژی الکتریکی به کار می‌رود. اگر دستگاهی با ظرفیت 1kW (یعنی 1 کیلووات = 1000 وات) را به مدت یک ساعت به کار بیندازید، 1kWh انرژی مصرف کرده‌اید.

تکلیف مقدماتی 1: هزینه‌های انرژی

با استفاده از داده‌های زیر، تفاوت بین هزینه برای هر خانه را بین حالتی که مصرف انرژی کاملا بر مبنای انرژی فسیلی (گاز و نیروگاه‌های با سوخت زغال‌سنگ) باشد و حالتی که مصرف انرژی بر مبنای برق به دست آمده از صفحات خورشیدی باشد، را تعیین کنید. تا حد امکان یک نمای کلی واضح از محاسباتتان ارائه دهید.

داده:

- مصرف انرژی میانگین برای هر خانه در سال 3500 kWh برق و 1500 مترمکعب (m^3) گاز است.
- هزینه‌ی برق حاصل از یک نیروگاه با سوخت زغال‌سنگ (انرژی فسیلی)، برای یک خانه به طور میانگین (و با احتساب هزینه‌های ثابت، مالیات‌ها و اعتبارهای مالیاتی)، 17 سِنت برای هر کیلووات است. (هر یورو برابر 100 سنت است.)
- هزینه‌ی گاز، 28 سنت برای هر مترمکعب است که برای مالیات انرژی 26 سنت دیگر هم به ازای هر مترمکعب به آن اضافه می‌شود. به علاوه، هزینه‌های ثابت آن به طور میانگین 195 یورو در سال است (با احتساب مالیات بر ارزش افزوده).

- برای انرژی خورشیدی شما به شبکه‌ی برق پول نمی‌دهید_ اما مسلماً برای خرید تجهیزات پول می‌دهید. قیمت صفحات خورشیدی 300 یورو برای هر مترمربع است و $1\ m^2$ از صفحات خورشیدی به طور میانگین سالانه 150 kWh تولید تأمین می‌کند. عمر صفحات خورشیدی 20 سال است.

تکلیف مقدماتی 2: گرمایش با گاز یا برق

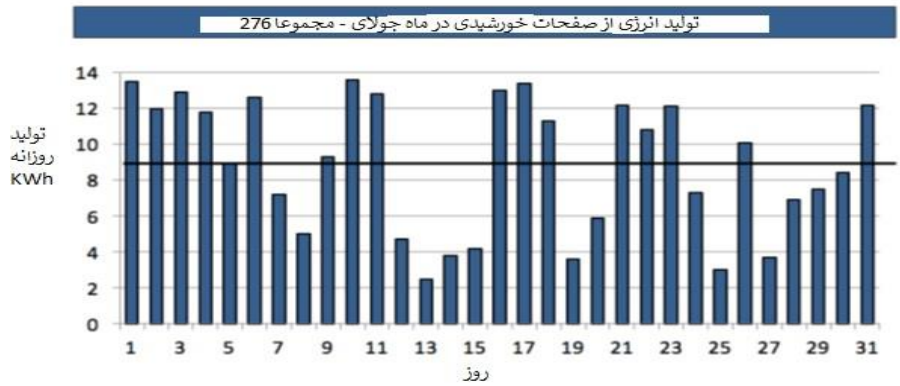
اگر بخواهید برای گرم کردن خانه‌ی خود و گرم کردن آب (جهت دست و رو شستن، استحمام و ...)، به جای گاز از برق استفاده کنید 18500 kWh برق بیشتری مصرف خواهید کرد.

هزینه‌ای که سالانه باید برای گرمایش و آب گرم بپردازید را در هر یک از سه حالت زیر استفاده کنید:

1. گاز
2. برق حاصل از منابع سوخت فسیلی
3. برق حاصل از صفحات خورشیدی

تکلیف مقدماتی 3: صفحات خورشیدی

البته شرایط واقعی بسیار پیچیده‌تر از آن چیزی است که در تکلیف قبلی آمد. و این هم عمدتا به خاطر تغییرات توان دریافتی از خورشیدی و مصرف انرژی است.



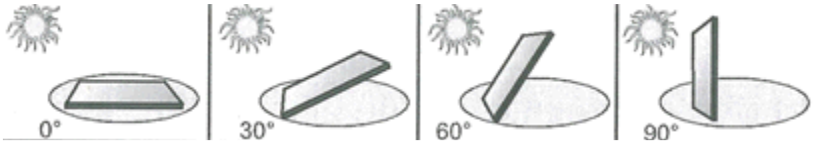
در نمودار فوق، خانه ای با صفحات خورشیدی به طور میانگین روزانه 8 kWh برق مصرف می‌کند. از آنجایی که آن‌ها به طور میانگین روزانه 8/9 kWh تولید کرده‌اند (خط افقی در نمودار را ببینید)، لذا این مقدار باید کافی باشد. اما همچنان روزهای زیادی در این ماه بوده که خانه برق کافی نداشته است.

کمبود برق کلی را برای این خانه در این ماه حساب کنید.

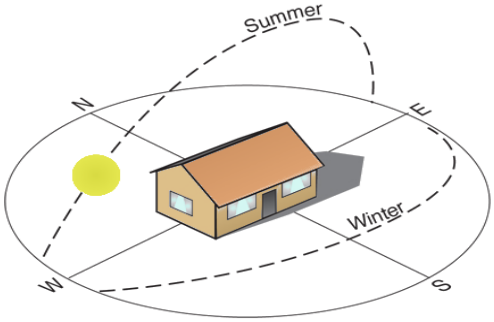
تکلیف مقدماتی 4: نصب صفحات خورشیدی

بازده صفحات خورشیدی علاوه بر تغییرات توان خورشیدی، به جای‌گذاری صفحات نیز وابسته است. در اینجا دو نکته نقش دارند:

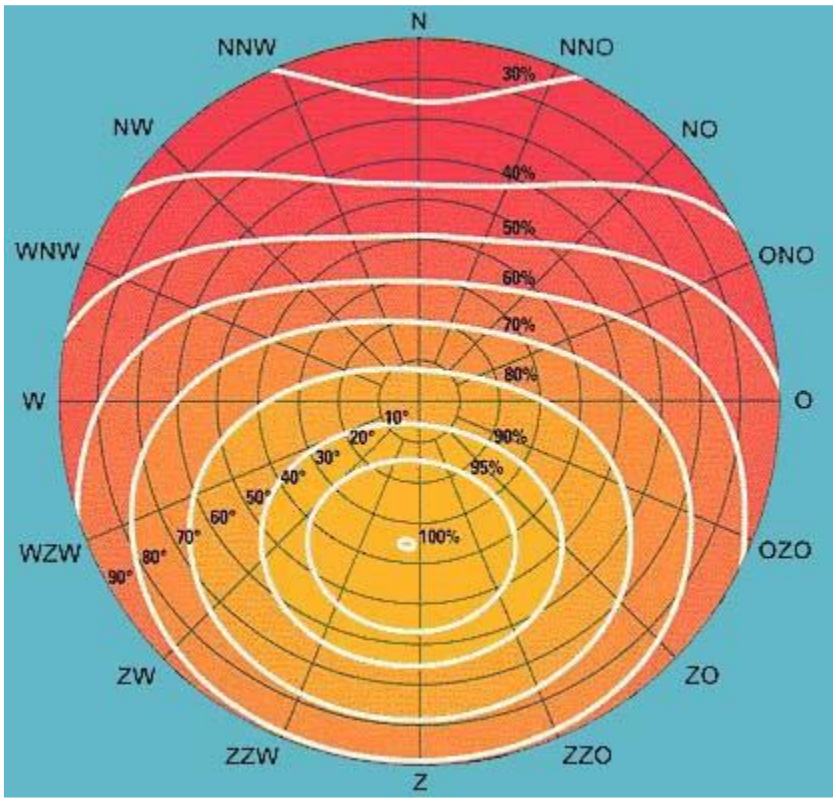
1. **زاویه‌ی جای‌گذاری**، زاویه‌ای است که صفحه‌ی خورشیدی با زمین می‌سازد. شکل زیر را ببینید.



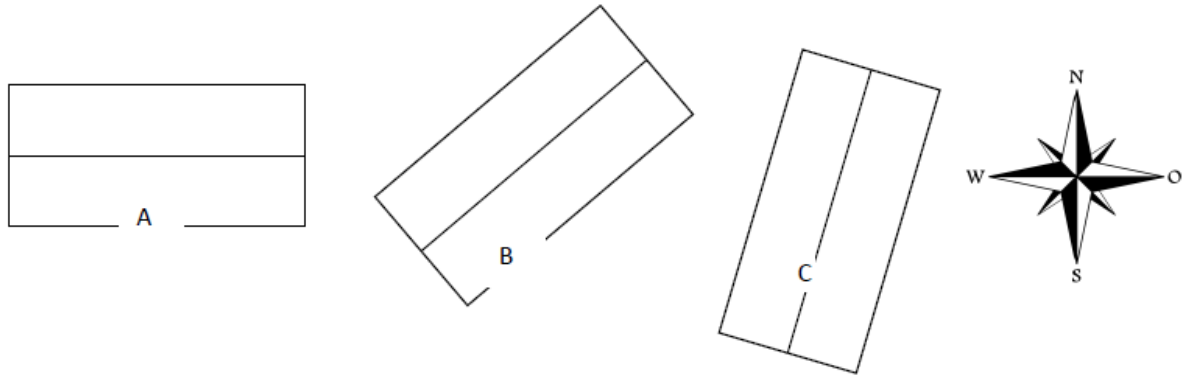
2. **جهت** خانه: خانه‌ای که بتواند صفحات خورشیدی‌اش را در جهت جنوب قرار دهد نسبت به خانه‌ای که در آن، صفحات فقط می‌توانند به سمت شرق یا غرب نصب شوند سود بیشتری می‌برد.



نمودار زیر **(لطفاً توجه داشته باشید که پیوست پ نسخه‌ی بزرگتری از نمودار را دارد)** یک بررسی اجمالی از بازده‌های صفحات خورشیدی را بر اساس جهت خانه و زاویه‌ی جای‌گذاری صفحه‌ی خورشیدی ارائه می‌دهد.



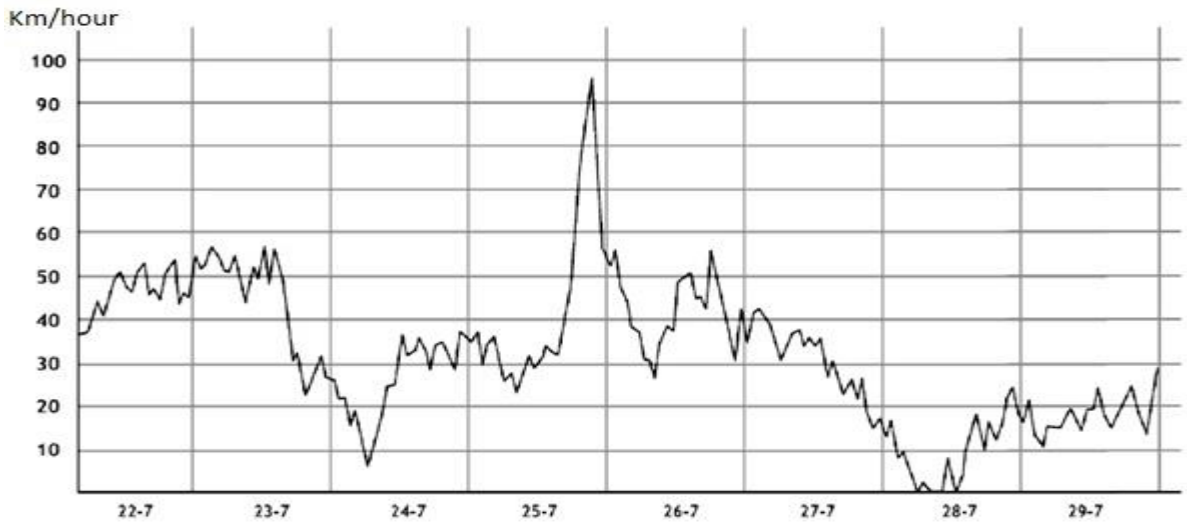
بیشینه‌ی بازده و زاویه‌ی جای‌گذاری ایده‌آل صفحات خورشیدی را برای سه خانه که به شکل زیر قرار گرفته‌اند، معین کنید.

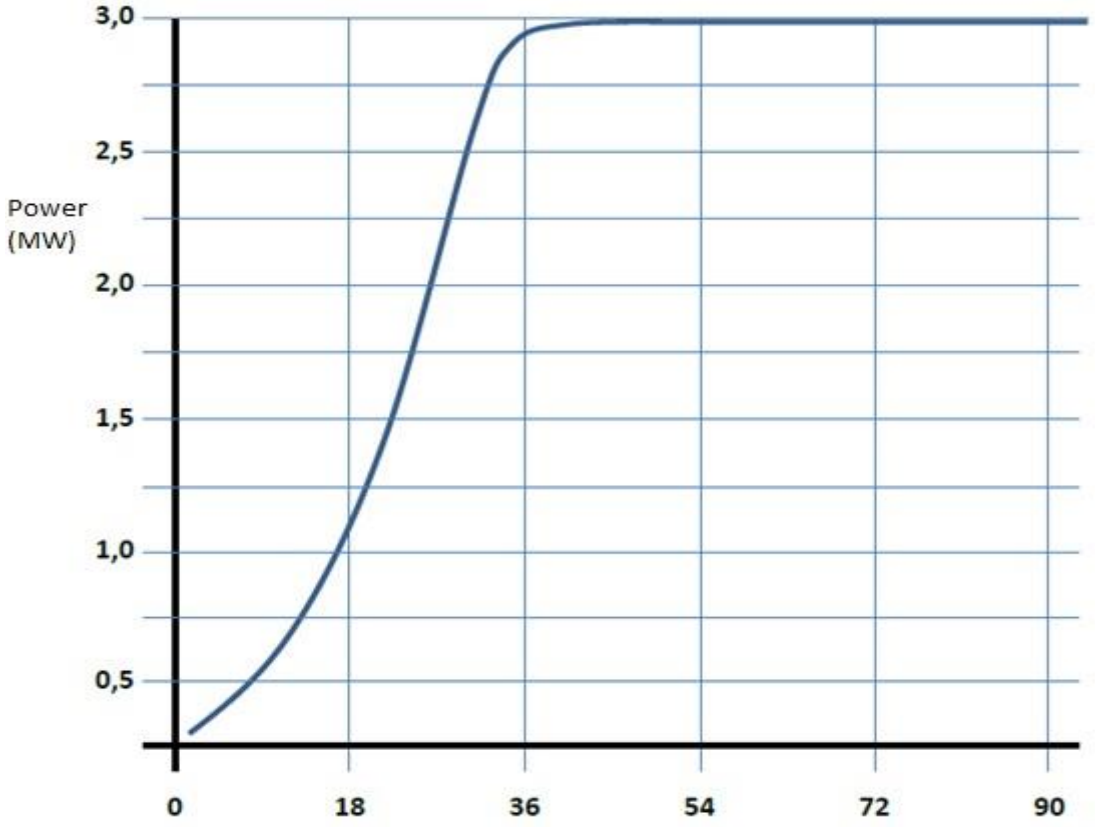


تکلیف مقدماتی 5: باد

تا اینجا فقط انرژی خورشیدی را در نظر گرفتیم. یک منبع دیگر انرژی تجدیدپذیر، باد است. یک توربین بادی انرژی باد را به برق تبدیل می‌کند. میزان برق تولیدی یک توربین بادی وابسته به سرعت باد (که قدرت باد هم نامیده می‌شود) است. البته اندازه‌ی توربین بادی نیز خود یک عامل است. مثلاً توربین‌های بسیار بزرگی با ظرفیت 3 MW (یعنی 3 مگاوات = 3000 kW) وجود دارد، ولی همچنین توربین‌های کوچکی که بتوانید به عنوان مثال روی سقف خانه نصب کنید نیز با ظرفیت 0/5 kW موجود هست (مانند شکل).

فرایند مشابهی با آنچه برای صفحات خورشیدی وجود داشت برای توربین‌های بادی نیز وجود دارد. سرعت باد هم روزانه و هم در ساعات مختلف روز تغییر می‌کند. در حالی که انرژی خورشیدی جنبه‌ی فصلی شدیدی دارد (و در شب هم تولید وجود ندارد)، اما قدرت باد به صورت آنچنان واضح دوره‌ای نیست. در نمودار زیر شما می‌توانید توسعه‌ی قدرت باد در مکانی مشخص در یک هفته‌ی خاص را در امبرهاون ببینید. در نمودار بعدی می‌توانید ظرفیتی که در یک سرعت مشخص تولید می‌شود را ببینید.





همان‌طور که قبل‌تر اشاره شد، کیلووات ساعت (kWh) یک واحد انرژی است.

مثال:

اگر شما دستگاهی با ظرفیت 2 MW (یعنی 2000 کیلووات) را برای 10 ساعت کار بیندازید، (2000 ضربدر 10 برابر با) 20000 kWh انرژی مصرف کرده‌اید.

تعیین کنید (تا جایی که می‌توانید خوب) که این توربین بادی در هفته‌ی از 23م تا 29م (شامل خود 29م) ژوئیه (جولای، ماه 7م میلادی) چقدر انرژی تولید می‌کند.

تکلیف نهایی

امبرسبز می‌خواهد که برای تولید برقش کاملا به انرژی‌های سبز روی آورد. این امر هنوز در سال 2016 میسر نیست چرا که ظرفیت تولید انرژی به ازای هر مترمربع از صفحات خورشیدی هنوز بسیار کم است. اما انتظار می‌رود که ظرفیت در چند سال آینده دوبرابر شود، و آن وقت این امر ممکن خواهد بود. یک خانه می‌تواند یا یک صفحه‌ی خورشیدی بزرگ، یا یک صفحه‌ی خورشیدی کوچک و یک توربین بادی، و یا یک توربین بادی انتخاب کند. سه نوع توربین بادی برای انتخاب وجود دارد. البته بهترین وضعیت برای صفحات خورشیدی وضعیتی است که بتوان آن‌ها رو به جنوب قرار دارد. اما همان‌طور که در نقشه‌ی خیابان های امبرگرین می‌بینید همه‌ی خانه‌ها رو به جنوب قرار نگرفته‌اند **(لطفاً توجه داشته باشید که نسخه‌ی بزرگتری در پیوست ت موجود است)**.

امبرگرین قصد دارد که همه‌ی ساکنانش برقشان در طول سال و هر ماه را از طریق انرژی‌های سبز تولید کنند. متأسفانه در حال حاضر امکان بازگرداندن انرژی مازاد به شبکه‌ی برق مهیا نیست و ذخیره‌سازی در باتری هنوز کارآ نیست.

مصرف برق برای هر خانه ممکن است متفاوت باشد، اما به طور میانگین هر خانه حدود 3600 kWh برق در سال مصرف می‌کند. گاز همچنان برای مقاصد گرمایشی استفاده می‌شود و ما فرض می‌کنیم که تغییر ماهانه‌ای در نیاز به برق وجود ندارد.

شما می‌توانید تمامی داده‌های مرتبط با صفحات خورشیدی و توربین‌های بادی را در پیوست‌های الف و ب پیدا کنید.

تکلیف‌ها

هر خانه در امبرگرین نیاز خواهد داشت که جهت تهیه‌ی صفحات خورشیدی یا یک توربین بادی، بسته به موقعیت خانه، مشاوره‌ی اختصاصی دریافت کند. و در صورت امکان، برای کسانی که ممکن است علاقه به داشتن توربین بادی (و یا صفحات خورشیدی) ندارند، راه جایگزین معرفی گردد.

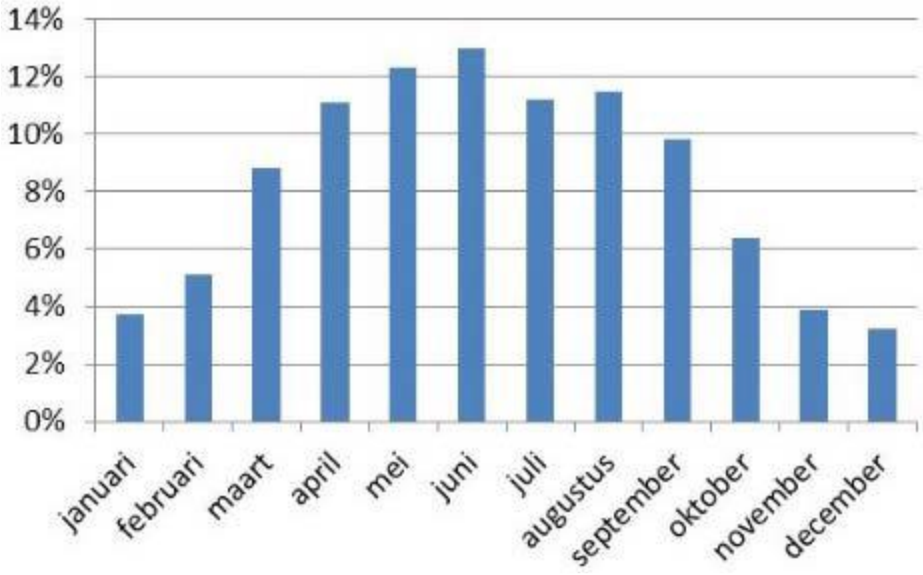
1. شورای منطقه‌ی امبرگرین به شما وظیفه‌ی طراحی یک بروشور A4 را محول می‌کند که با آن هر یک از ساکنان امبرگرین بتواند تعیین کند که برای وضعیت خودش گزینه‌ی بهینه بین صفحات خورشیدی و/یا کدام نوع توربین بادی چیست.
2. شورای منطقه نمی‌خواهد که نسبت به شرکت‌های تولیدکننده‌ی صفحات خورشیدی و یا شرکت‌ای تولیدکننده‌ی توربین‌های بادی رفتاری از سر تبعیض داشته باشد، بلکه می‌خواهد مردم واقعاً تصمیمی که برایشان بهترین است را بگیرند. برای همین شما باید به اثبات درستی مشاوره‌تان در یک گزارش برای شورای منطقه بپردازید.

پیوست الف

صفحات خورشیدی

- قیمت مجموعه‌ی بزرگ صفحات خورشیدی ($30m^2$) : 9000 یورو
- قیمت مجموعه‌ی کوچک صفحات خورشیدی ($20m^2$) : 6000 یورو
- طول عمر صفحات خورشیدی 20 سال است.
- صفحات خورشیدی باید با زاویه‌ی $40°$ نصب شوند.
- بازده برای جهت‌گیری خانه را می‌توان در نمودار پیوست پ پیدا کرد.
- بیشینه‌ی بازده سالانه (در یک راستای شمال-جنوب): 330 kWh در سال در مترمربع.

این 330 kWh بین ماه‌ها به شکل زیر تقسیم شده‌است:



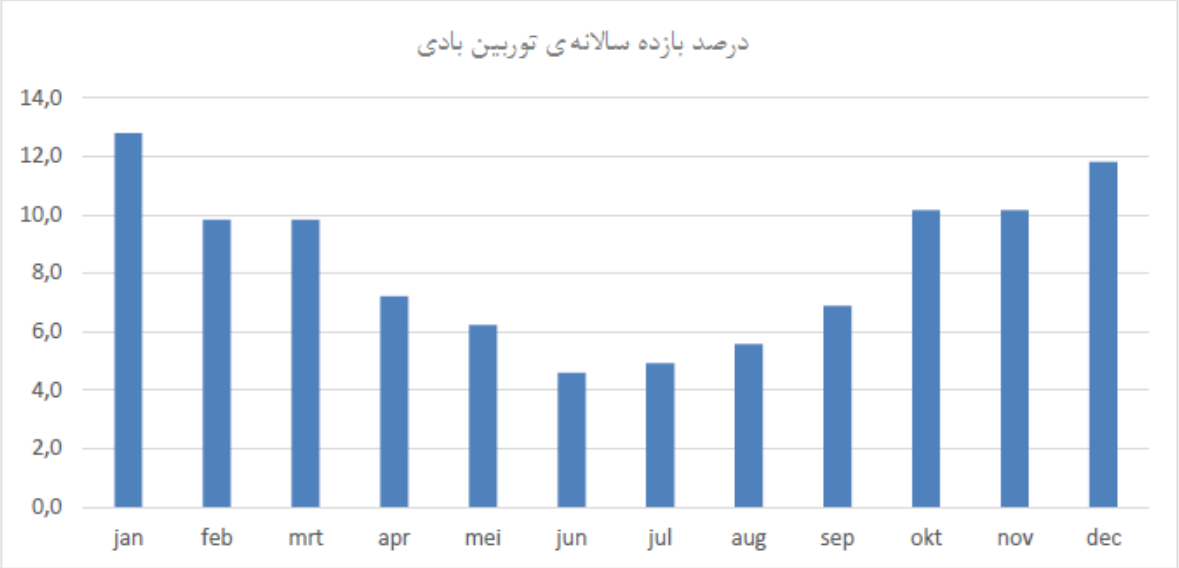
پیوست ب

توربین‌های بادی

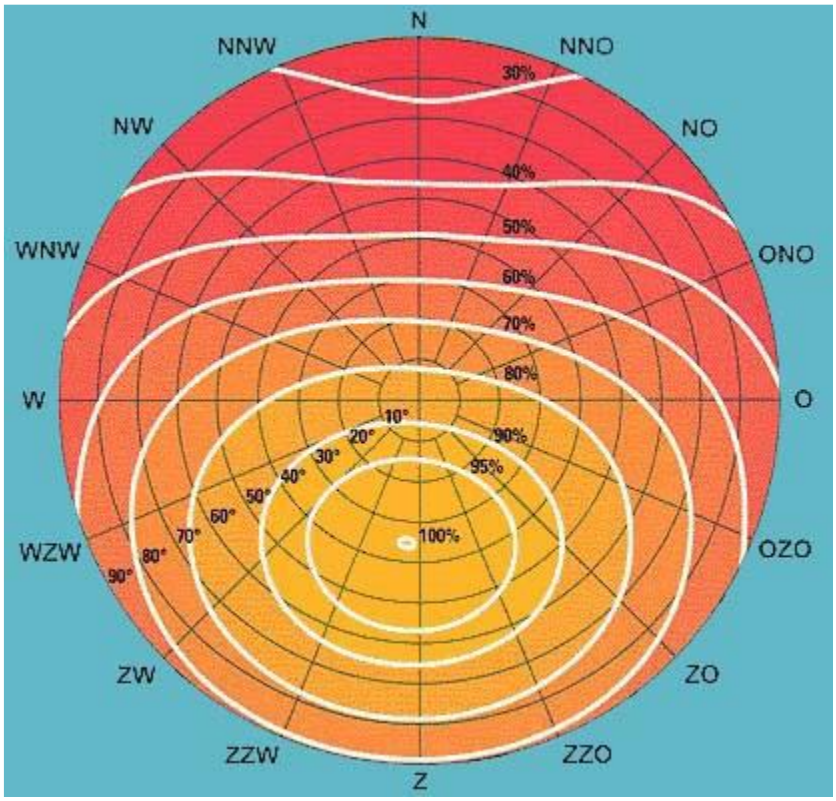
سه نوع توربین بادی برای انتخاب وجود دارد:

	قیمت	بیشینه انرژی در سال
متیو (Matthew)	14000 یورو	12000 kWh
کاترینا (Kathrina)	10000 یورو	8000 kWh
سندی (Sandy)	3500 یورو	1100 kWh

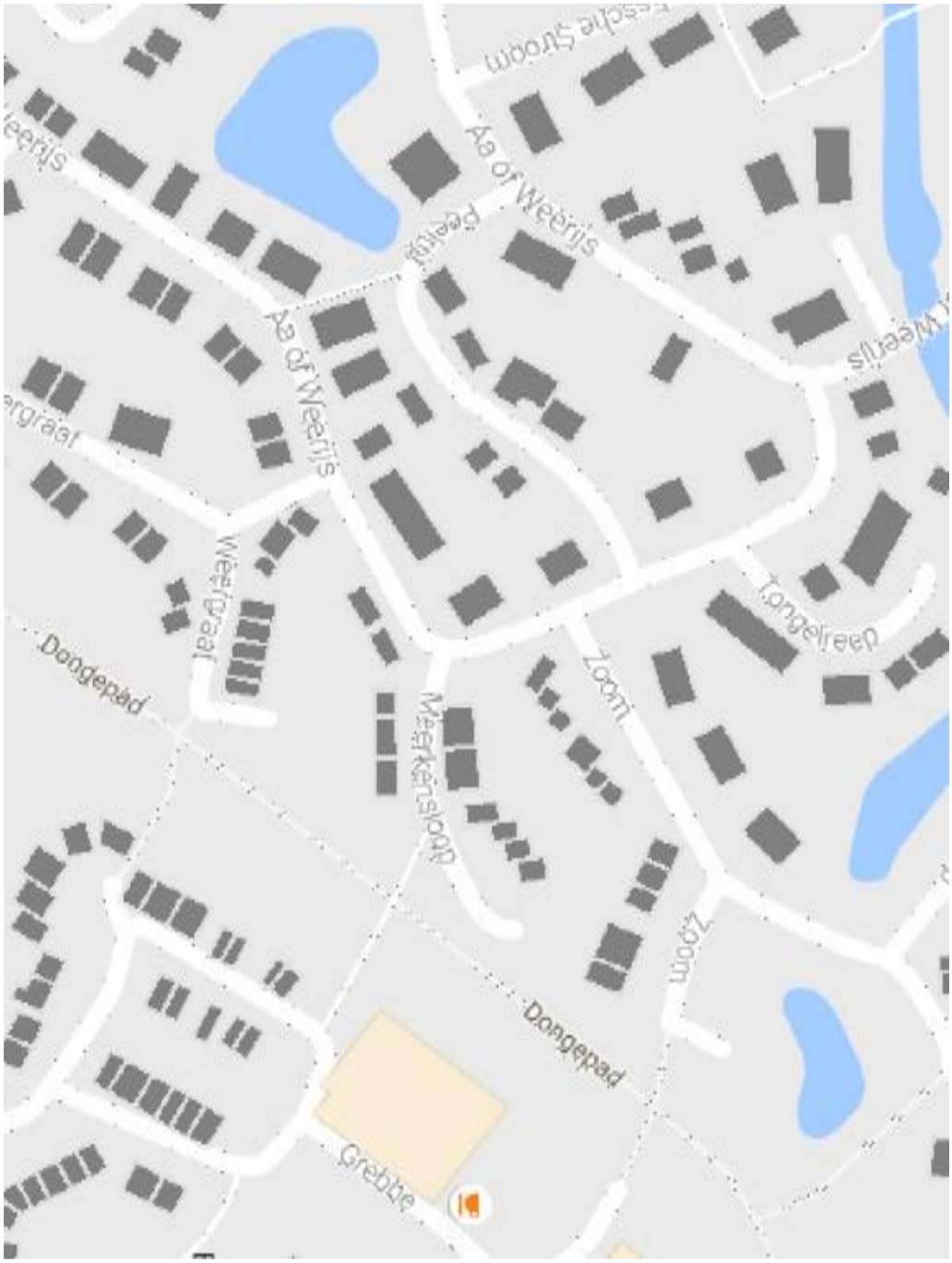
- طول عمر توربین‌های بادی 20 سال است.
- میزان باد در طول سال ثابت نیست. بازده سالانه مطابق نمودار زیر بین ماه‌ها تقسیم شده است:



پیوست پ


N
NNO
NO
ONO
O
OZO
ZO
ZZO
Z
ZZW
ZW
WZW
W
WNW
NW
NNW
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
95%
100%
10°
20°
30°
40°
50°
60°
70°
80°
90°

پیوست ت


Aa of Weerijs
Aa of Weerijs
Dongepad
Dongepad
Zoom
Zoom
Tongelreep
Meerkensloon
Grebbe