



دستورالعمل انجام پروژه

- پروژه در گروه‌های حداکثر سه نفره انجام می شود.
- هر گروه می بایست یکی از مسائل توضیح داده شده در ذیل (که گروه دیگری انتخاب نکرده است) را انتخاب کند.
- نام اعضاء گروه و شماره صورت مساله انتخابی را صفحه گسترده مربوطه درج نمایید.
- تاریخ ارسال گزارش پروژه، فایل شبیه سازی و سایر فایلها در صورت نیاز (در قالب یک فایل ZIP) انتهای روز ۱۱ بهمن ماه می باشد.

فرمت تحویل گزارش

ارائه گزارش پروژه شبیه‌سازی می بایست شامل بخش های زیر باشد:

- ۱- توضیح صورت مساله
- ۲- توضیح المانها و اجزای مدل
- ۳- فرضیات مساله (شامل فرضیات مندرج در صورت مساله و فرضیاتی که شما به علاوه فرضیات مندرج در نظر می گیرید).
- ۴- توضیح انجام مراحل تحلیل ورودی‌های مساله و تخمین تابع توزیع‌های ورودی
- ۵- توضیح مدل شبیه سازی که با نرم افزار AnyLogic ساخته شده است (مدل را به پیوست ارسال کنید).
- ۶- انجام مراحل راستنمایی (Verification) و اعتبارسنجی (Validation) مدل
- ۷- برای ارائه گزارش نتایج شبیه سازی، تعداد دفعات شبیه سازی را به گونه ای تنظیم نمایید که برای هر پارامتر خروجی خواسته شده در صورت مساله برآورد نقطه‌ای (یا امید ریاضی) پارامتر و همچنین برآورد فاصله خطای محاسباتی کمتر از ۱٪ (یا فاصله اطمینان یا Confidence interval بیشتر از ۹۹٪) محاسبه گردد. همچنین برآورد فاصله ای پیش بینی (Prediction interval) را با قبول ریسک ۱۰٪ ارائه دهید.
- توجه: در صورتی که ارائه گزارش پارامترهایی علاوه بر پارامترهای خواسته شده در صورت مساله را مفید میدانید، توصیه می شود نتایج بدست آمده در مورد این پارامترها را نیز ارائه دهید.
- ۸- برآورد مستند خود را (شامل استعلام مستقیم، ارقام ارائه شده در سایت های اینترنتی معتبر، روزنامه ها، فهرست بها و ...) از هزینه منابع مورد استفاده در فرآیند ساخت در گزارش ارائه دهید (اسناد را به پیوست ارسال کنید). برآورد هزینه انجام پروژه برای هر واحد محصول تولیدی/ یا هر واحد کار انجام شده در فرآیند را به عنوان یکی از خروجی های مدل به صورت نقطه ای و فاصله با شرایط اعلام شده در آیتم قبل ارائه دهید.
- ۹- پیشنهاد خود را (به عنوان نمونه با تغییر تعداد و نوع منابع و یا مراحل انجام کار) جهت بهبود وضعیت موجود فرآیند (حداقل یک پیشنهاد) ارائه دهید و نتیجه آنرا با وضع موجود مقایسه نمایید.

توجه:

- اگر در هر مرحله فرضیات جدیدی می بایست در نظر بگیرید حتما در گزارش پروژه اعلام نمایید.
- اگر اطلاعات مورد نیاز خاصی داده نشده است (مانند توزیع احتمال مدت زمان انجام یک فرآیند) آنرا با یک توزیع دلخواه و با پارامترهای معقول در نظر بگیرید.



صورت مساله شماره ۱

در یک شرکت باربری ۱۰ کامیون ۲۰ تنی وجود دارد. این کامیون ها وظیفه دارند که کیسه های سیمانی را به یک شرکت ساختمانی تحویل دهند. کامیون ها نخست بارگیری می شوند و سپس به سمت شرکت ساختمانی حرکت کرده و بعد از تخلیه بار سیمان خود، مجدداً به شرکت باربری برای بارگیری مجدد بر می گردند. این سیکل از ۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر ادامه می یابد. بارگیری سیمان ها در شرکت باربری توسط دو جرثقیل کوچک انجام می شود و بعد از اتمام بارگیری کامیون ها به قسمت توزین می روند تا وزن شان حساب شود اگر وزن آن ها بیشتر یا کمتر از حد مجاز باشد مجدداً به قسمت بارگیری بر میگردند تا دوباره مقدار بارشان اصلاح شود. کامیون های اصلاحی نسبت به کامیون های دیگری که در صف بارگیری هستند ارجحیت دارند و اگر یکی از کامیون های اصلاحی به قسمت بارگیری وارد شود، اگر کامیونی که در حال حاضر در حال بارگیری است از نوع کامیون های اصلاحی نباشد می بایست از کنار جرثقیل ها فاصله بگیرد تا کامیون اصلاحی مجدداً بارگیری شود و بعد از پایان کار کامیون اصلاحی، کامیون نیمه پر مجدداً از جرثقیل ها سرویس بگیرد. در مجموع ۱۰ درصد از کامیون هایی که به قسمت توزین می روند می بایست مجدداً بارگیری و اصلاح بار شوند. همچنین باید توجه داشت هر کامیون بیش از ۲ بار اصلاح بار نمی شود بدین مفهوم که اگر بار دوم نیز وزنش اشتباه بود دیگر به قسمت بارگیری بر نمی گردد و مستقیماً به سمت شرکت ساختمانی می رود. در شرکت ساختمانی هم یک جرثقیل کوچک بار ها را تخلیه می کند. داده های مورد نیاز از عملکرد گذشته سیستم در جداول زیر موجودند. نخست تابع توزیع اعداد تصادفی را تخمین بزنید و در گام بعدی با استفاده از توابع تخمینی به تولید اعداد تصادفی بپردازید.

توجه: در ابتدای شبیه سازی تمامی ماشین ها در صف و در انتظار بارگیری هستند. و جرثقیل ها همگی آماده خدمت دهی اند.

- به طور متوسط هر کامیون در هر روز چند دقیقه در صف بارگیری منتظر می ماند.
- به طور متوسط هر کامیون در هر روز چند دقیقه در صف تخلیه منتظر می ماند.
- بیش ترین و متوسط طول صف بارگیری در این ده روز چقدر است.
- درصد زمان اشتغال جرثقیل های بارگیری و تخلیه به تفکیک چقدر است.
- تعداد کامیون هایی که بارگیری شان نیمه کاره رها می شود.
- تعداد کامیون هایی که حداقل یک بار اصلاح بار می شوند.

تذکر در جاهایی که جدول داده نشده است بدین مفهوم است که آن پیشامد به صورت فوری و بدون گذر زمان انجام می شود.



مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون توسط یک جرثقیل بارگیری شود(به دقیقه)					
۳۰,۷	۲۲,۱	۲۱,۱	۱۷,۹	۲۲,۵	۱۸,۸
۲۴,۵	۲۱,۲	۱۹,۵	۲۳,۴	۱۸,۹	۲۶,۸
۲۶,۱	۱۶,۷	۱۸,۶	۱۹,۵	۲۴,۸	۲۵,۷
۱۸,۸	۲۱,۱	۲۹,۶	۲۱,۰	۲۲,۹	۲۱,۳
۲۰,۶	۱۹,۵	۲۷,۰	۲۳,۷	۲۲,۴	۱۷,۵
۲۱,۲	۱۹,۱	۲۲,۹	۲۵,۱	۲۳,۵	۲۰,۷
۲۵,۳	۱۸,۵	۱۸,۲	۱۸,۶	۲۲,۸	۲۱,۵
۲۱,۲	۲۰,۴	۱۹,۴	۲۵,۸	۱۹,۲	۲۲,۸
۲۴,۱	۱۶,۰	۲۱,۵	۲۴,۰	۲۱,۵	۲۱,۲
۱۵,۸	۲۴,۹	۲۴,۴	۲۱,۸	۲۱,۶	۲۳,۳
۲۰,۹	۲۳,۶	۱۸,۰	۲۱,۴	۲۰,۴	۲۳,۲
۱۹,۵	۲۱,۹	۱۵,۰	۲۱,۳	۲۷,۰	۱۸,۲
۱۷,۳	۲۱,۹	۱۷,۷	۲۱,۱	۱۹,۴	۱۹,۲
۲۳,۵	۱۹,۶	۲۳,۰	۲۲,۱	۲۰,۵	۱۹,۸
۲۲,۸	۲۵,۱	۲۳,۲	۲۲,۲	۱۹,۹	۲۰,۵
۲۲,۱	۲۱,۶	۲۳,۴	۲۴,۵	۱۸,۵	۲۱,۰
۱۸,۰	۱۹,۹	۲۱,۶	۲۶,۶	۲۱,۴	۲۲,۰
۲۵,۴	۲۶,۱	۲۲,۶	۲۳,۴	۲۱,۲	۱۲,۹
۲۳,۱	۲۱,۳	۲۰,۶	۲۱,۴	۲۶,۶	۲۰,۶
۲۱,۱	۲۰,۲	۲۴,۶	۲۳,۹	۲۱,۳	۲۵,۷

مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون اصلاحی مجددا بارگیری شود					
۹,۵	۵,۵	۰,۳	۱,۴	۲,۹	۳,۵
۲,۷	۴,۳	۵,۶	۱,۰	۰,۴	۰,۵
۶,۷	۶,۵	۲,۰	۱,۲	۱,۸	۲,۸
۱۵,۶	۸,۱	۴,۱	۵,۷	۲,۷	۰,۸
۱,۴	۱,۰	۰,۹	۳,۱	۱,۰	۱,۵
۷,۱	۴,۲	۱,۳	۱۲,۰	۰,۶	۲,۷
۴,۱	۰,۶	۸,۹	۱۱,۰	۰,۱	۷,۰
۱,۹	۴,۷	۰,۷	۱۰,۰	۳۷,۸	۲,۰
۵,۱	۱,۳	۰,۱	۱,۹	۰,۷	۱۲,۴
۱,۵	۴,۶	۳,۳	۳,۵	۲,۵	۲,۳
۴,۶	۱,۱	۰,۶	۸,۳	۰,۱	۲,۱
۱,۹	۱,۴	۲,۷	۳,۵	۳,۲	۱,۶
۱,۸	۴,۹	۹,۳	۹,۶	۳,۷	۰,۶
۴,۱	۷,۷	۸,۱	۱۴,۵	۱,۱	۰,۱
۱۹,۷	۱,۲	۴,۵	۰,۸	۷,۴	۱,۳



مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون وزن شود(به دقیقه)					
۱۷,۱	۱۶,۱	۱۸,۶	۱۸,۴	۱۷,۷	۱۷,۲
۱۵,۵	۱۸,۳	۱۷,۴	۱۸,۲	۱۹,۳	۱۶,۸
۱۶,۳	۱۹,۲	۱۵,۸	۱۹,۷	۱۶,۳	۱۸,۸
۱۵,۸	۱۶,۷	۱۶,۷	۱۶,۰	۱۶,۶	۱۸,۱
۱۶,۴	۱۸,۹	۱۸,۰	۱۸,۵	۱۵,۶	۱۸,۹
۱۷,۲	۱۸,۴	۱۶,۰	۱۶,۲	۱۹,۷	۱۹,۷
۱۷,۶	۱۵,۰	۱۸,۷	۱۵,۶	۱۸,۲	۱۹,۹
۱۷,۳	۱۸,۰	۱۶,۲	۱۸,۰	۱۷,۴	۱۶,۰
۱۹,۴	۱۶,۹	۱۹,۶	۱۷,۳	۱۸,۲	۱۵,۷
۱۷,۶	۱۹,۶	۱۶,۳	۱۷,۳	۱۷,۷	۱۸,۵
۱۹,۷	۱۵,۰	۱۸,۸	۱۸,۳	۱۸,۲	۱۵,۵
۱۸,۲	۱۷,۳	۱۵,۹	۱۸,۹	۱۷,۷	۱۷,۶
۱۹,۸	۱۷,۱	۱۶,۴	۱۶,۸	۱۸,۶	۱۷,۷
۱۶,۲	۱۷,۳	۱۵,۵	۱۸,۳	۱۷,۶	۱۹,۳
۱۸,۴	۱۸,۹	۱۷,۹	۱۷,۱	۲۰,۰	۱۷,۴
۱۶,۴	۱۶,۶	۱۸,۴	۱۹,۲	۱۶,۱	۱۷,۰
۱۸,۴	۱۸,۹	۱۷,۷	۱۹,۲	۱۵,۵	۱۸,۴
۱۸,۵	۱۷,۴	۱۷,۱	۱۶,۳	۱۵,۵	۱۸,۷
۱۵,۳	۱۵,۲	۱۸,۲	۱۸,۱	۱۵,۳	۱۷,۶
۱۶,۳	۱۵,۹	۱۸,۲	۱۷,۹	۱۷,۰	۱۶,۷

مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون تخلیه شود (به دقیقه)					
۱۱,۸	۱۸,۰	۱۷,۷	۱۵,۲	۱۲,۰	۱۰,۸
۱۷,۸	۱۰,۰	۱۶,۸	۱۲,۲	۱۳,۶	۱۴,۲
۱۶,۱	۱۳,۲	۱۶,۱	۱۶,۲	۱۵,۴	۱۵,۵
۱۴,۹	۱۴,۲	۱۸,۸	۱۷,۰	۱۴,۱	۱۷,۲
۱۵,۵	۱۶,۳	۱۷,۸	۱۷,۶	۱۵,۹	۱۴,۲
۱۰,۳	۱۰,۰	۱۵,۷	۱۲,۹	۱۶,۲	۱۹,۷
۱۴,۷	۱۶,۴	۱۲,۹	۱۶,۳	۱۲,۲	۱۳,۶
۱۹,۸	۱۱,۴	۱۳,۰	۱۵,۳	۱۴,۵	۱۶,۰
۱۵,۳	۱۵,۲	۱۸,۶	۱۷,۵	۸,۶	۱۷,۰
۱۵,۱	۱۷,۰	۱۰,۲	۱۶,۶	۱۸,۴	۱۵,۳
۱۲,۸	۱۶,۰	۱۴,۹	۱۷,۷	۱۳,۱	۱۷,۶
۱۴,۹	۱۸,۲	۹,۲	۱۴,۶	۱۱,۴	۱۶,۰
۱۵,۷	۱۸,۰	۱۸,۱	۱۴,۶	۱۴,۲	۱۲,۶
۱۶,۳	۱۳,۰	۱۷,۶	۱۸,۰	۱۰,۷	۹,۶
۱۳,۹	۱۵,۸	۱۵,۰	۸,۶	۱۴,۹	۲۰,۶
۱۴,۳	۱۲,۲	۱۴,۸	۱۳,۵	۱۳,۳	۱۳,۲
۲۱,۱	۱۱,۰	۷,۵	۱۱,۲	۲۱,۵	۱۵,۳
۸,۲	۱۷,۸	۱۶,۷	۱۳,۹	۱۸,۴	۱۶,۷
۲۱,۷	۱۵,۰	۸,۴	۱۶,۹	۷,۵	۱۵,۳
۱۶,۰	۱۴,۸	۸,۰	۱۷,۵	۱۶,۳	۱۲,۳



مدت زمان مسافرت کامیون ها از قسمت بارگیری به قسمت تخلیه (به دقیقه)					
۶۴,۲	۶۱,۶	۶۹,۹	۶۳,۹	۶۵,۱	۶۶,۴
۵۴,۷	۶۰,۸	۵۴,۴	۵۱,۹	۵۴,۹	۵۸,۶
۵۲,۴	۶۷,۴	۵۲,۱	۶۰,۵	۵۸,۸	۶۷,۸
۶۲,۱	۵۵,۳	۵۲,۲	۶۰,۶	۶۳,۸	۵۷,۸
۵۹,۰	۵۶,۴	۵۱,۳	۶۷,۲	۵۷,۲	۶۵,۴
۵۹,۲	۵۲,۴	۵۸,۱	۵۹,۷	۶۴,۷	۵۷,۹
۶۳,۲	۶۸,۸	۵۹,۰	۵۷,۹	۵۷,۹	۶۶,۲
۶۵,۴	۶۲,۹	۵۷,۳	۶۳,۴	۶۳,۷	۶۵,۱
۵۷,۰	۵۹,۶	۶۵,۳	۶۴,۸	۶۴,۱	۵۷,۵
۶۳,۲	۶۲,۸	۶۲,۶	۶۰,۴	۵۸,۸	۵۴,۳
۵۸,۳	۶۰,۹	۶۵,۴	۵۷,۰	۵۰,۴	۶۵,۸
۶۶,۸	۶۲,۹	۶۸,۷	۵۳,۰	۵۶,۶	۶۹,۰
۶۶,۷	۶۰,۹	۶۹,۵	۶۱,۷	۵۸,۵	۵۶,۶
۵۵,۱	۶۴,۴	۵۳,۸	۵۵,۲	۵۵,۴	۶۳,۴
۶۲,۳	۶۰,۴	۵۲,۸	۵۰,۹	۵۳,۹	۵۸,۸

مدت زمان مسافرت کامیون ها از قسمت تخلیه به قسمت بارگیری (به دقیقه)					
۴۰,۹	۴۲,۳	۳۸,۶	۲۴,۹	۲۸,۷	۴۴,۶
۳۷,۶	۳۹,۰	۴۷,۷	۳۷,۷	۵۱,۱	۴۰,۰
۴۴,۳	۴۳,۱	۳۸,۸	۴۶,۲	۴۱,۷	۳۹,۷
۳۳,۲	۴۰,۹	۳۴,۷	۳۴,۷	۴۵,۰	۴۴,۶
۴۲,۳	۳۴,۹	۴۸,۰	۴۴,۷	۳۱,۷	۴۳,۰
۳۵,۸	۴۴,۷	۴۶,۲	۴۱,۸	۳۷,۰	۴۱,۸
۳۸,۳	۴۱,۵	۳۸,۹	۳۹,۹	۳۸,۶	۴۶,۳
۴۲,۸	۴۰,۷	۳۲,۵	۴۰,۹	۴۲,۱	۴۴,۶
۴۵,۲	۴۲,۶	۳۷,۸	۳۲,۲	۳۱,۶	۴۱,۲
۳۴,۴	۴۱,۳	۳۹,۲	۳۹,۶	۴۲,۴	۳۶,۵
۴۶,۳	۳۵,۳	۴۱,۴	۴۸,۰	۳۳,۹	۳۶,۷
۴۳,۳	۳۹,۲	۳۸,۷	۴۰,۵	۴۰,۳	۴۶,۰
۳۹,۷	۳۹,۳	۴۲,۲	۴۰,۲	۴۳,۳	۳۱,۹
۳۹,۰	۳۷,۳	۴۲,۰	۳۶,۳	۴۱,۶	۳۹,۹
۳۸,۹	۴۸,۴	۳۳,۷	۳۹,۸	۴۵,۴	۳۰,۳
۳۸,۵	۳۵,۶	۳۵,۳	۴۱,۲	۴۵,۰	۴۵,۱
۴۰,۱	۳۷,۶	۳۶,۳	۴۲,۱	۳۶,۷	۴۴,۳
۴۰,۳	۳۶,۴	۳۷,۵	۳۸,۱	۴۱,۳	۴۰,۰
۴۴,۱	۳۴,۱	۳۸,۴	۳۸,۸	۳۵,۳	۳۹,۶
۴۷,۶	۳۹,۰	۴۰,۱	۵۰,۱	۳۳,۴	۲۷,۶



صورت مساله شماره ۲

در یک شرکت باربری ۱۰ کامیون ۲۰ تنی وجود دارد. این کامیون ها وظیفه دارند که کیسه های سیمانی را به یک شرکت ساختمانی تحویل دهند. کامیون ها نخست بارگیری می شوند و سپس به سمت شرکت ساختمانی حرکت کرده و بعد از تخلیه بار سیمان خود، مجدداً به شرکت باربری برای بارگیری مجدد بر می گردند. این سیکل از ۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر ادامه می یابد. بارگیری سیمان ها در شرکت باربری توسط دو جرثقیل کوچک انجام می شود و هر جرثقیل به یک کامیون سرویس دهی می کند و این دو جرثقیل نمی توانند به صورت همزمان به یک کامیون خدمت دهی کنند. یکی از مشکلات اساسی شرکت در این است که جرثقیل ها فرسوده هستند و مکرراً و به تصادف یکی از آنها در بازه های زمانی خاص خراب می شود. اگر در حین بارگیری یک جرثقیل خراب شود کامیون که توسط آن بارگیری می شود می بایست مجدداً به صف انتظار برگردد تا توسط جرثقیل دیگر سرویس دهی شود. اگر هر دو جرثقیل خراب شوند کارگران به صورت دستی بارگیری را انجام می دهند تا زمانی که جرثقیل ها دوباره راه اندازی شوند و به محض راه اندازی یکی از جرثقیل ها کارگران دست از کار می کشند. در شرکت ساختمانی هم یک جرثقیل کوچک بار ها را تخلیه می کند. داده های مورد نیاز از عملکرد گذشته سیستم در جداول زیر موجودند. نخست تابع توزیع اعداد تصادفی را تخمین بزنید و در گام بعدی با استفاده از توابع تخمینی به تولید اعداد تصادفی بپردازید.

توجه: در ابتدای شبیه سازی تمامی ماشین ها در صف و در انتظار بارگیری هستند. و جرثقیل ها همگی آماده خدمت دهی اند.

- به طور متوسط هر کامیون در هر روز چند دقیقه در صف بارگیری منتظر می ماند.
- به طور متوسط هر کامیون در هر روز چند دقیقه در صف تخلیه منتظر می ماند.
- بیش ترین و متوسط طول صف بارگیری در این ده روز چقدر است.
- درصد زمان اشتغال جرثقیل های بارگیری و درصد زمان خرابی کامیون ها به تفکیک چقدر است.
- چه تعداد از کامیون ها توسط کارگران پر می شوند.

مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون توسط یک جرثقیل بارگیری شود(به دقیقه)					
۳۰,۷	۲۲,۱	۲۱,۱	۱۷,۹	۲۲,۵	۱۸,۸
۲۴,۵	۲۱,۲	۱۹,۵	۲۳,۴	۱۸,۹	۲۶,۸
۲۶,۱	۱۶,۷	۱۸,۶	۱۹,۵	۲۴,۸	۲۵,۷
۱۸,۸	۲۱,۱	۲۹,۶	۲۱,۰	۲۲,۹	۲۱,۳
۲۰,۶	۱۹,۵	۲۷,۰	۲۳,۷	۲۲,۴	۱۷,۵
۲۱,۲	۱۹,۱	۲۲,۹	۲۵,۱	۲۳,۵	۲۰,۷
۲۵,۳	۱۸,۵	۱۸,۲	۱۸,۶	۲۲,۸	۲۱,۵
۲۱,۲	۲۰,۴	۱۹,۴	۲۵,۸	۱۹,۲	۲۲,۸
۲۴,۱	۱۶,۰	۲۱,۵	۲۴,۰	۲۱,۵	۲۱,۲
۱۵,۸	۲۴,۹	۲۴,۴	۲۱,۸	۲۱,۶	۲۳,۳
۲۰,۹	۲۳,۶	۱۸,۰	۲۱,۴	۲۰,۴	۲۳,۲
۱۹,۵	۲۱,۹	۱۵,۰	۲۱,۳	۲۷,۰	۱۸,۲
۱۷,۳	۲۱,۹	۱۷,۷	۲۱,۱	۱۹,۴	۱۹,۲
۲۳,۵	۱۹,۶	۲۳,۰	۲۲,۱	۲۰,۵	۱۹,۸
۲۲,۸	۲۵,۱	۲۳,۲	۲۲,۲	۱۹,۹	۲۰,۵
۲۲,۱	۲۱,۶	۲۳,۴	۲۴,۵	۱۸,۵	۲۱,۰
۱۸,۰	۱۹,۹	۲۱,۶	۲۶,۶	۲۱,۴	۲۲,۰
۲۵,۴	۲۶,۱	۲۲,۶	۲۳,۴	۲۱,۲	۱۲,۹
۲۳,۱	۲۱,۳	۲۰,۶	۲۱,۴	۲۶,۶	۲۰,۶
۲۱,۱	۲۰,۲	۲۴,۶	۲۳,۹	۲۱,۳	۲۵,۷



مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون توسط کارگران بارگیری شود(به دقیقه)					
۱۷,۱	۱۶,۱	۱۸,۶	۱۸,۴	۱۷,۷	۱۷,۲
۱۵,۵	۱۸,۳	۱۷,۴	۱۸,۲	۱۹,۳	۱۶,۸
۱۶,۳	۱۹,۲	۱۵,۸	۱۹,۷	۱۶,۳	۱۸,۸
۱۵,۸	۱۶,۷	۱۶,۷	۱۶,۰	۱۶,۶	۱۸,۱
۱۶,۴	۱۸,۹	۱۸,۰	۱۸,۵	۱۵,۶	۱۸,۹
۱۷,۲	۱۸,۴	۱۶,۰	۱۶,۲	۱۹,۷	۱۹,۷
۱۷,۶	۱۵,۰	۱۸,۷	۱۵,۶	۱۸,۲	۱۹,۹
۱۷,۳	۱۸,۰	۱۶,۲	۱۸,۰	۱۷,۴	۱۶,۰
۱۹,۴	۱۶,۹	۱۹,۶	۱۷,۳	۱۸,۲	۱۵,۷
۱۷,۶	۱۹,۶	۱۶,۳	۱۷,۳	۱۷,۷	۱۸,۵
۱۹,۷	۱۵,۰	۱۸,۸	۱۸,۳	۱۸,۲	۱۵,۵
۱۸,۲	۱۷,۳	۱۵,۹	۱۸,۹	۱۷,۷	۱۷,۶
۱۹,۸	۱۷,۱	۱۶,۴	۱۶,۸	۱۸,۶	۱۷,۷
۱۶,۲	۱۷,۳	۱۵,۵	۱۸,۳	۱۷,۶	۱۹,۳
۱۸,۴	۱۸,۹	۱۷,۹	۱۷,۱	۲۰,۰	۱۷,۴
۱۶,۴	۱۶,۶	۱۸,۴	۱۹,۲	۱۶,۱	۱۷,۰
۱۸,۴	۱۸,۹	۱۷,۷	۱۹,۲	۱۵,۵	۱۸,۴
۱۸,۵	۱۷,۴	۱۷,۱	۱۶,۳	۱۵,۵	۱۸,۷
۱۵,۳	۱۵,۲	۱۸,۲	۱۸,۱	۱۵,۳	۱۷,۶
۱۶,۳	۱۵,۹	۱۸,۲	۱۷,۹	۱۷,۰	۱۶,۷

مدت زمان مسافرت کامیون ها از قسمت بارگیری به قسمت تخلیه(به دقیقه)					
۶۴,۲	۶۱,۶	۶۹,۹	۶۳,۹	۶۵,۱	۶۶,۴
۵۴,۷	۶۰,۸	۵۴,۴	۵۱,۹	۵۴,۹	۵۸,۶
۵۲,۴	۶۷,۴	۵۲,۱	۶۰,۵	۵۸,۸	۶۷,۸
۶۲,۱	۵۵,۳	۵۲,۲	۶۰,۶	۶۳,۸	۵۷,۸
۵۹,۰	۵۶,۴	۵۱,۳	۶۷,۲	۵۷,۲	۶۵,۴
۵۹,۲	۵۲,۴	۵۸,۱	۵۹,۷	۶۴,۷	۵۷,۹
۶۳,۲	۶۸,۸	۵۹,۰	۵۷,۹	۵۷,۹	۶۶,۲
۶۵,۴	۶۲,۹	۵۷,۳	۶۳,۴	۶۳,۷	۶۵,۱
۵۷,۰	۵۹,۶	۶۵,۳	۶۴,۸	۶۴,۱	۵۷,۵
۶۳,۲	۶۲,۸	۶۲,۶	۶۰,۴	۵۸,۸	۵۴,۳
۵۸,۳	۶۰,۹	۶۵,۴	۵۷,۰	۵۰,۴	۶۵,۸
۶۶,۸	۶۲,۹	۶۸,۷	۵۳,۰	۵۶,۶	۶۹,۰
۶۶,۷	۶۰,۹	۶۹,۵	۶۱,۷	۵۸,۵	۵۶,۶
۵۵,۱	۶۴,۴	۵۳,۸	۵۵,۲	۵۵,۴	۶۳,۴
۶۲,۳	۶۰,۴	۵۲,۸	۵۰,۹	۵۳,۹	۵۸,۸



مدت زمان مسافرت کامیون ها از قسمت تخلیه به قسمت بارگیری (به دقیقه)					
۴۰,۹	۴۲,۳	۳۸,۶	۲۴,۹	۲۸,۷	۴۴,۶
۳۷,۶	۳۹,۰	۴۷,۷	۳۷,۷	۵۱,۱	۴۰,۰
۴۴,۳	۴۳,۱	۳۸,۸	۴۶,۲	۴۱,۷	۳۹,۷
۳۳,۲	۴۰,۹	۳۴,۷	۳۴,۷	۴۵,۰	۴۴,۶
۴۲,۳	۳۴,۹	۴۸,۰	۴۴,۷	۳۱,۷	۴۳,۰
۳۵,۸	۴۴,۷	۴۶,۲	۴۱,۸	۳۷,۰	۴۱,۸
۳۸,۳	۴۱,۵	۳۸,۹	۳۹,۹	۳۸,۶	۴۶,۳
۴۲,۸	۴۰,۷	۳۲,۵	۴۰,۹	۴۲,۱	۴۴,۶
۴۵,۲	۴۲,۶	۳۷,۸	۳۲,۲	۳۱,۶	۴۱,۲
۳۴,۴	۴۱,۳	۳۹,۲	۳۹,۶	۴۲,۴	۳۶,۵
۴۶,۳	۳۵,۳	۴۱,۴	۴۸,۰	۳۳,۹	۳۶,۷
۴۳,۳	۳۹,۲	۳۸,۷	۴۰,۵	۴۰,۳	۴۶,۰
۳۹,۷	۳۹,۳	۴۲,۲	۴۰,۲	۴۳,۳	۳۱,۹
۳۹,۰	۳۷,۳	۴۲,۰	۳۶,۳	۴۱,۶	۳۹,۹
۳۸,۹	۴۸,۴	۳۳,۷	۳۹,۸	۴۵,۴	۳۰,۳
۳۸,۵	۳۵,۶	۳۵,۳	۴۱,۲	۴۵,۰	۴۵,۱
۴۰,۱	۳۷,۶	۳۶,۳	۴۲,۱	۳۶,۷	۴۴,۳
۴۰,۳	۳۶,۴	۳۷,۵	۳۸,۱	۴۱,۳	۴۰,۰
۴۴,۱	۳۴,۱	۳۸,۴	۳۸,۸	۳۵,۳	۳۹,۶
۴۷,۶	۳۹,۰	۴۰,۱	۵۰,۱	۳۳,۴	۲۷,۶

فاصله زمانی خرابی متوالی جرثقیل ها (به ساعت)					
۰,۵۴	۰,۷۱	۰,۷۱	۰,۵۶	۳,۴۸	۰,۴۱
۰,۰۷	۱,۶۵	۰,۱۶	۲,۹۶	۰,۰۶	۱,۱۱
۰,۵۴	۲,۰۹	۰,۱۳	۰,۰۷	۱,۲۰	۰,۱۱
۴,۰۸	۱,۵۸	۱,۳۱	۰,۳۲	۱,۲۲	۲,۱۴
۲,۱۱	۱,۹۲	۱,۵۷	۰,۳۰	۱,۱۰	۰,۰۱
۰,۱۵	۱,۶۷	۰,۵۷	۲,۷۶	۰,۷۶	۰,۶۲
۰,۷۳	۳,۱۵	۰,۴۵	۰,۱۵	۰,۴۳	۰,۳۵
۰,۱۷	۰,۴۵	۰,۸۷	۰,۰۷	۳,۶۸	۰,۰۰
۱,۵۶	۱,۲۷	۱,۵۸	۰,۰۲	۰,۱۷	۱,۲۵
۰,۵۹	۰,۶۲	۰,۰۵	۰,۱۵	۰,۵۸	۰,۸۸
۰,۴۶	۰,۳۶	۲,۵۰	۰,۲۴	۰,۱۶	۰,۷۷
۳,۴۴	۰,۶۹	۲,۲۵	۰,۶۷	۱,۰۶	۰,۲۷
۰,۴۹	۰,۶۲	۱,۹۵	۱,۷۳	۰,۸۱	۰,۲۰
۱,۰۱	۰,۸۱	۱,۷۹	۰,۹۲	۲,۹۱	۲,۳۰
۳,۰۱	۲,۰۹	۰,۴۸	۲,۰۱	۱,۷۳	۱,۷۳



مدت زمانی که طول می کشد یک جرثقیل تعمیر شود (دقیقه)					
۳۰,۴	۲۶,۱	۲۶,۳	۳۳,۴	۲۷,۰	۳۰,۵
۲۵,۹	۲۸,۶	۲۶,۲	۳۰,۹	۳۵,۸	۲۸,۱
۳۲,۸	۲۵,۸	۳۶,۷	۲۵,۹	۲۶,۷	۲۶,۳
۳۰,۰	۳۱,۶	۳۸,۶	۳۶,۷	۲۶,۸	۳۶,۶
۲۷,۶	۲۵,۲	۳۳,۰	۳۰,۱	۳۴,۶	۲۸,۱
۲۸,۱	۳۸,۵	۲۶,۶	۳۴,۱	۲۹,۹	۳۰,۸
۳۸,۶	۲۷,۹	۳۷,۴	۳۶,۱	۳۴,۸	۳۳,۳
۳۵,۱	۲۶,۴	۳۰,۱	۲۶,۶	۳۶,۲	۲۸,۴
۳۲,۰	۲۹,۶	۲۹,۴	۲۶,۹	۳۳,۷	۳۴,۶
۳۸,۷	۳۱,۸	۳۶,۲	۳۳,۲	۳۶,۱	۳۲,۳
۲۶,۶	۲۶,۵	۲۵,۲	۳۲,۳	۲۸,۵	۲۷,۳
۳۶,۲	۳۹,۹	۲۵,۷	۳۸,۴	۳۶,۰	۳۶,۷
۳۶,۰	۳۰,۰	۳۵,۰	۳۷,۰	۳۹,۶	۲۶,۵
۳۳,۴	۲۹,۵	۳۴,۱	۳۶,۰	۳۸,۰	۲۹,۴
۲۷,۸	۲۵,۹	۳۲,۹	۲۵,۸	۲۶,۳	۲۸,۶
۳۴,۰	۲۹,۵	۳۵,۹	۲۶,۱	۳۰,۵	۳۳,۰
۲۹,۵	۲۵,۷	۳۵,۶	۲۶,۳	۳۰,۵	۲۶,۴
۲۷,۰	۳۲,۶	۳۶,۷	۳۷,۰	۳۵,۳	۳۱,۱
۲۸,۲	۳۶,۴	۲۹,۳	۳۹,۱	۳۴,۰	۲۶,۶
۳۸,۴	۳۴,۵	۳۵,۴	۳۵,۳	۳۶,۸	۲۶,۷

مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون تخلیه شود (به دقیقه)					
۱۱,۸	۱۸,۰	۱۷,۷	۱۵,۲	۱۲,۰	۱۰,۸
۱۷,۸	۱۰,۰	۱۶,۸	۱۲,۲	۱۳,۶	۱۴,۲
۱۶,۱	۱۳,۲	۱۶,۱	۱۶,۲	۱۵,۴	۱۵,۵
۱۴,۹	۱۴,۲	۱۸,۸	۱۷,۰	۱۴,۱	۱۷,۲
۱۵,۵	۱۶,۳	۱۷,۸	۱۷,۶	۱۵,۹	۱۴,۲
۱۰,۳	۱۰,۰	۱۵,۷	۱۲,۹	۱۶,۲	۱۹,۷
۱۴,۷	۱۶,۴	۱۲,۹	۱۶,۳	۱۲,۲	۱۳,۶
۱۹,۸	۱۱,۴	۱۳,۰	۱۵,۳	۱۴,۵	۱۶,۰
۱۵,۳	۱۵,۲	۱۸,۶	۱۷,۵	۸,۶	۱۷,۰
۱۵,۱	۱۷,۰	۱۰,۲	۱۶,۶	۱۸,۴	۱۵,۳
۱۲,۸	۱۶,۰	۱۴,۹	۱۷,۷	۱۳,۱	۱۷,۶
۱۴,۹	۱۸,۲	۹,۲	۱۴,۶	۱۱,۴	۱۶,۰
۱۵,۷	۱۸,۰	۱۸,۱	۱۴,۶	۱۴,۲	۱۲,۶
۱۶,۳	۱۳,۰	۱۷,۶	۱۸,۰	۱۰,۷	۹,۶
۱۳,۹	۱۵,۸	۱۵,۰	۸,۶	۱۴,۹	۲۰,۶
۱۴,۳	۱۲,۲	۱۴,۸	۱۳,۵	۱۳,۳	۱۳,۲
۲۱,۱	۱۱,۰	۷,۵	۱۱,۲	۲۱,۵	۱۵,۳
۸,۲	۱۷,۸	۱۶,۷	۱۳,۹	۱۸,۴	۱۶,۷
۲۱,۷	۱۵,۰	۸,۴	۱۶,۹	۷,۵	۱۵,۳
۱۶,۰	۱۴,۸	۸,۰	۱۷,۵	۱۶,۳	۱۲,۳



صورت مساله شماره ۳

Concrete Batching plant

Orders for concrete batch plant arrive on random basis. The orders can be divided into three groups based on the strength of concrete (Low, Medium, and High).

Consider, ۱۵% of orders are Low strength concrete, ۶۵% are Medium, and the rest are High strength concrete.

Each order requires number of batches which will be an integer number.

Each batch will need three types of materials (Cement, Gravel, and Sand); the quantity of each material will be defined based on the strength of the concrete.

- If the concrete strength is low each batch will need ۱ cement, ۲ sand and ۳ gravel.
- If the concrete strength is Medium each batch will need ۱ cement, ۲ sand and ۲ gravel.
- If the concrete strength is High each batch will need ۲ cement, ۲ sand and ۱ gravel.

The Plant has ۵ trucks to deliver the orders and two loading bays and two Mixers (assume each order required one truck and ۱ Bay works with ۱ Mixer all the time).

It takes the truck a minimum time Of ۴۰ min, and a maximum time of ۲۰۰ min, and in most of the cases ۱۲۰ min to deliver the load and return to the batching plant.

The plant has a policy required that the cement quantity can't be less than ۵۰ in the silo. During the operation the mixer will breakdown randomly. Use following historical data to simulate the batching plant! Plant works from ۸ am to ۱۸ pm. Non-delivered orders from previous day are transferred to the next day. Use the simulation model to answer following questions:

- The average cycle time of a truck.
- The average time between receiving an order and delivering it to the client.
- Maximum duration that ۹۵% of the orders will be delivered before it.
- Daily production of the batching plant.



The inter-arrival time between the orders (minute)					
۴,۳	۶,۶	۱۶,۶	۱۹,۶	۱۵,۲	۱۱,۷
۱۶,۸	۰,۸	۱۵,۰	۱۲,۸	۷,۲	۸۸,۱
۴۴,۹	۲۳,۷	۳۹,۳	۴,۳	۵۲,۰	۱۸,۸
۸,۴	۰,۲	۶,۱	۸۶,۷	۱۹,۸	۹,۷
۲,۴	۲۸,۰	۱۶,۰	۴۱,۹	۶۴,۸	۵۴,۱
۳۸,۰	۴۹,۷	۱۴,۰	۱,۵	۱۰,۳	۳۶,۱
۳,۵	۲۳,۹	۲۱,۶	۱,۳	۸,۸	۳۱,۰
۳۸,۸	۱۴,۴	۸,۲	۱۹,۸	۲,۱	۴۳,۹
۴,۵	۱۱,۴	۶۵,۴	۵,۲	۱۰,۴	۲۸,۲
۳,۸	۱۵,۳	۱۳,۰	۱,۸	۹,۳	۵,۵
۱۶,۲	۲۸,۹	۳,۷	۹,۹	۴,۰	۳۰,۱
۱۸,۵	۴۵,۹	۲۰,۰	۲۴,۷	۱۹,۰	۶,۴
۲,۹	۴۷,۰	۱۰,۷	۲۲,۶	۱۹,۵	۱۴,۸
۶۸,۳	۴۹,۷	۲۹,۸	۲۰,۶	۵,۴	۱۴,۷
۱۶,۹	۸,۶	۱۲,۵	۹,۷	۴,۸	۷,۸

Each order requires number of batches					
۳	۹	۵	۹	۳	۱۱
۴	۶	۸	۴	۶	۱۲
۴	۴	۵	۹	۴	۱۰
۴	۸	۶	۷	۹	۱۱
۱۱	۷	۱۰	۷	۴	۴
۵	۸	۷	۹	۹	۹
۱۱	۱۱	۴	۷	۷	۶
۹	۴	۷	۳	۶	۹
۱۱	۷	۷	۴	۸	۱۱
۶	۴	۱۰	۸	۹	۶
۵	۶	۶	۷	۱۰	۱۰
۵	۱۰	۱۰	۱۱	۶	۵
۸	۴	۸	۴	۶	۸
۵	۹	۳	۶	۶	۹
۶	۶	۵	۸	۹	۹
۳	۸	۸	۴	۱۱	۶
۸	۴	۷	۱۱	۱۰	۵
۱۲	۷	۵	۹	۱۱	۱۱
۱۱	۳	۵	۱۱	۱۱	۹
۳	۵	۱۰	۹	۵	۴



Mixing and loading duration per batch (minute)					
۱۱,۳	۱۵,۱	۱۹,۰	۱۲,۵	۱۰,۳	۱۹,۳
۳,۲	۲,۷	۸,۲	۹,۵	۱۰,۴	۸,۹
۱۳,۲	۹,۳	۹,۹	۵,۷	۷,۴	۱۵,۷
۱۵,۵	۱۰,۵	۱۴,۲	۵,۱	۹,۱	۷,۸
۹,۳	۷,۱	۱۲,۴	۷,۱	۸,۸	۸,۳
۶,۴	۱۰,۴	۹,۱	۵,۹	۱۵,۴	۱۲,۶
۱۴,۹	۱۶,۶	۹,۲	۷,۷	۵,۴	۶,۴
۸,۰	۵,۸	۶,۹	۶,۲	۹,۲	۱۳,۸
۶,۷	۸,۶	۰,۹	۱۵,۰	۱۴,۳	۳,۳
۵,۰	۴,۳	۹,۴	۱۱,۱	۱۱,۷	۰,۳
۴,۱	۱۲,۹	۵,۲	۱۱,۱	۵,۶	۹,۴
۱۱,۱	۵,۲	۹,۱	۶,۶	۱۳,۲	۱۱,۳
۸,۷	۶,۶	۱۹,۹	۱۱,۱	۰,۸	۱۵,۱
۱۳,۲	۱۵,۷	۱۰,۱	۱۱,۳	۸,۰	۱۰,۵
۹,۸	۱۳,۳	۱۶,۰	۶,۳	۱۶,۳	۱۳,۸

mixer breakdown(minute)					
۱۰.۴۹	۹۹۸	۹۶۴	۹۱۲	۱۰.۲۲	۹۱۲
۸۸۳	۹۸۴	۹۸۴	۱۰.۸۰	۹۲۴	۹۴۴
۱۰.۲۴	۱۰.۰۴	۱۰.۷۱	۹۵۶	۸۹۴	۱۰.۱۶
۹۷۳	۹۸۱	۹۶۴	۱۰.۱۴	۹۷۶	۹۱۴
۱۰.۲۷	۹۳۷	۱۰.۲۲	۹۷۲	۸۹۱	۹۷۲
۱۰.۱۰	۱۰.۳۰	۱۰.۵۴	۱۰.۴۳	۹۴۶	۹۹۴
۹۸۱	۱۰.۸۶	۱۰.۱۴	۹۱۵	۹۶۷	۹۷۵
۹۹۹	۱۰.۱۱	۱۰.۰۵	۹۳۶	۹۰۰	۱۰.۱۲
۱۰.۳۶	۹۵۵	۹۶۳	۱۰.۹۸	۱۰.۳۴	۹۵۷
۱۰.۴۴	۱۰.۰۳	۱۰.۵۰	۹۴۱	۱۰.۱۸	۹۸۵
۹۵۵	۱۰.۶۱	۱۰.۹۸	۹۵۸	۹۶۲	۱۰.۱۱
۹۲۰	۱۱.۰۷	۱۰.۲۹	۱۰.۰۴	۹۱۶	۸۶۷
۹۷۵	۹۱۶	۱۰.۱۸	۹۵۲	۹۸۳	۸۸۵
۱۰.۶۱	۱۰.۰۷	۱۰.۱۴	۱۰.۰۹	۹۹۰	۹۳۶
۱۰.۲۱	۹۷۴	۱۰.۶۲	۱۰.۷۱	۸۷۰	۱۰.۰۵
۱۰.۲۴	۱۰.۳۳	۹۸۰	۱۰.۰۴	۱۰.۷۸	۱۰.۱۲
۹۷۳	۱۰.۱۰	۹۶۹	۱۱.۰۴	۱۰.۲۶	۹۵۶
۹۵۴	۹۶۵	۱۰.۳۲	۹۱۳	۸۹۵	۱۰.۷۹
۱۱۲۵	۸۹۲	۹۸۲	۹۸۳	۱۱۱۹	۱۰.۶۸
۹۹۴	۹۲۷	۱۰.۵۴	۹۴۸	۹۹۱	۹۸۹



required time to repair mixer(minute)					
۱۱۸,۹	۹۷,۷	۹۹,۲	۱۱۳,۵	۱۱۱,۷	۱۱۸,۰
۹۴,۷	۹۲,۱	۸۷,۷	۸۴,۴	۷۸,۸	۹۶,۶
۷۴,۱	۸۳,۱	۱۱۱,۸	۹۶,۳	۷۹,۶	۸۳,۰
۱۰۸,۶	۱۱۲,۴	۷۵,۸	۶۵,۷	۱۱۰,۴	۶۱,۸
۸۷,۱	۷۸,۰	۱۰۹,۴	۸۰,۲	۸۹,۶	۱۱۱,۵
۷۵,۰	۸۴,۰	۷۹,۷	۶۸,۷	۶۳,۱	۹۶,۲
۱۱۷,۳	۹۱,۱	۱۱۶,۵	۷۴,۷	۱۰۶,۷	۱۱۰,۹
۶۸,۶	۶۳,۷	۷۴,۶	۸۲,۷	۸۵,۶	۹۰,۳
۹۰,۸	۷۳,۹	۱۱۷,۴	۷۶,۲	۷۶,۸	۶۰,۵
۱۱۸,۳	۶۷,۱	۹۰,۶	۷۲,۹	۸۰,۰	۱۱۵,۱
۹۸,۹	۶۵,۹	۹۳,۹	۹۸,۰	۸۲,۰	۸۴,۶
۹۶,۹	۱۱۳,۴	۱۱۹,۶	۱۰۸,۰	۱۰۷,۷	۱۰۳,۹
۸۸,۲	۶۲,۰	۱۰۶,۳	۷۲,۵	۶۲,۳	۶۹,۱
۹۴,۷	۱۱۰,۳	۷۸,۸	۱۱۳,۸	۱۰۳,۶	۱۰۸,۹
۱۱۴,۷	۹۰,۴	۶۳,۵	۱۰۴,۷	۱۱۲,۴	۱۱۴,۶
۸۲,۶	۶۶,۸	۶۲,۶	۹۲,۲	۷۷,۱	۱۰۶,۷
۷۳,۷	۸۹,۴	۱۰۸,۸	۱۱۸,۲	۹۹,۴	۱۰۵,۴
۸۵,۴	۹۶,۰	۸۴,۷	۹۳,۹	۷۳,۹	۸۴,۳
۷۶,۴	۶۵,۴	۸۳,۰	۷۳,۱	۹۷,۳	۱۰۲,۱
۸۶,۷	۱۱۸,۷	۹۱,۴	۱۱۱,۵	۶۴,۵	۹۳,۹



صورت مساله شماره ۴

شرکتی در دو ناحیه خاکبرداری می کند و در هر یک از ناحیه ها از ۵ کامیون و یک لودر بهره می گیرد. این شرکت همچنین یک لودر پشتیبان نیز دارد که در صورت خراب شدن یکی از لودر ها در یکی از مناطق تا زمان تعمیر آن لودر خراب در آن ناحیه مستقر می شود. یکی از مشکلات اساسی این شرکت در این است که در ساعاتی که هوا بارانی است لودر ها و کامیون ها نمی توانند عملیات خاکبرداری را انجام دهند و اگر در هنگام خاکبرداری هوا شروع به باریدن کند اگر کامیونی در حال بارگیری باشد، بارگیری نیمه کاره رها می شود تا هوا مجدداً آفتابی شود. همچنین اگر هنگامی که کامیونی در حال سفر بین مسیر خاک ریزی و خاک برداری باشد اگر کمتر از نیمی از مسیر را طی کرده باشد می بایست به مبدا حرکت خود باز گردد تا زمانی که هوا مجدداً آفتابی شود. (لودر پشتیبان هیچ گاه خراب نمی شود همچنین اگر نیاز بود که لودر از یکی از مناطق خاکبرداری به منطقه دیگر برود نخست می بایست به شرکت بازگشته و از آن جا به منطقه جدید برود). در شرکت ساختمانی هم یک جرثقیل کوچک بار ها را تخلیه می کند. داده های مورد نیاز از عملکرد گذشته سیستم در جداول زیر موجودند. نخست تابع توزیع اعداد تصادفی را تخمین بزنید و در گام بعدی با استفاده از توابع تخمینی به تولید اعداد تصادفی پردازید. سیستم را به مدت ده روز از ساعت ۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر شبیه سازی کرده و به سوالات زیر پاسخ دهید.

- چه تعداد از کامیون ها مجبورند که از نیمه راه به مبدا باز گردند.
- متوسط و ماکزیمم طول صف کامیون ها در ناحیه های مختلف چقدر است.
- چند کامیون بارگیری را نیمه کاره رها کرده اند
- مجموع دفعاتی که هر لدر خراب می شود.
- متوسط زمان سفر از ناحیه خاک برداری به ناحیه خاک ریزی

مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون توسط یک لدر بارگیری شود(به دقیقه)					
۳۰٫۷	۲۲٫۱	۲۱٫۱	۱۷٫۹	۲۲٫۵	۱۸٫۸
۲۴٫۵	۲۱٫۲	۱۹٫۵	۲۳٫۴	۱۸٫۹	۲۶٫۸
۲۶٫۱	۱۶٫۷	۱۸٫۶	۱۹٫۵	۲۴٫۸	۲۵٫۷
۱۸٫۸	۲۱٫۱	۲۹٫۶	۲۱٫۰	۲۲٫۹	۲۱٫۳
۲۰٫۶	۱۹٫۵	۲۷٫۰	۲۳٫۷	۲۲٫۴	۱۷٫۵
۲۱٫۲	۱۹٫۱	۲۲٫۹	۲۵٫۱	۲۳٫۵	۲۰٫۷
۲۵٫۳	۱۸٫۵	۱۸٫۲	۱۸٫۶	۲۲٫۸	۲۱٫۵
۲۱٫۲	۲۰٫۴	۱۹٫۴	۲۵٫۸	۱۹٫۲	۲۲٫۸
۲۴٫۱	۱۶٫۰	۲۱٫۵	۲۴٫۰	۲۱٫۵	۲۱٫۲
۱۵٫۸	۲۴٫۹	۲۴٫۴	۲۱٫۸	۲۱٫۶	۲۳٫۳
۲۰٫۹	۲۳٫۶	۱۸٫۰	۲۱٫۴	۲۰٫۴	۲۳٫۲
۱۹٫۵	۲۱٫۹	۱۵٫۰	۲۱٫۳	۲۷٫۰	۱۸٫۲
۱۷٫۳	۲۱٫۹	۱۷٫۷	۲۱٫۱	۱۹٫۴	۱۹٫۲
۲۳٫۵	۱۹٫۶	۲۳٫۰	۲۲٫۱	۲۰٫۵	۱۹٫۸
۲۲٫۸	۲۵٫۱	۲۳٫۲	۲۲٫۲	۱۹٫۹	۲۰٫۵
۲۲٫۱	۲۱٫۶	۲۳٫۴	۲۴٫۵	۱۸٫۵	۲۱٫۰
۱۸٫۰	۱۹٫۹	۲۱٫۶	۲۶٫۶	۲۱٫۴	۲۲٫۰
۲۵٫۴	۲۶٫۱	۲۲٫۶	۲۳٫۴	۲۱٫۲	۱۲٫۹
۲۳٫۱	۲۱٫۳	۲۰٫۶	۲۱٫۴	۲۶٫۶	۲۰٫۶
۲۱٫۱	۲۰٫۲	۲۴٫۶	۲۳٫۹	۲۱٫۳	۲۵٫۷



مدت زمانی که طول می کشد که لدر پشتیبان به یکی از مناطق برسد و یا از آن منطقه به شرکت باز گردد(به دقیقه)					
۱۷,۱	۱۶,۱	۱۸,۶	۱۸,۴	۱۷,۷	۱۷,۲
۱۵,۵	۱۸,۳	۱۷,۴	۱۸,۲	۱۹,۳	۱۶,۸
۱۶,۳	۱۹,۲	۱۵,۸	۱۹,۷	۱۶,۳	۱۸,۸
۱۵,۸	۱۶,۷	۱۶,۷	۱۶,۰	۱۶,۶	۱۸,۱
۱۶,۴	۱۸,۹	۱۸,۰	۱۸,۵	۱۵,۶	۱۸,۹
۱۷,۲	۱۸,۴	۱۶,۰	۱۶,۲	۱۹,۷	۱۹,۷
۱۷,۶	۱۵,۰	۱۸,۷	۱۵,۶	۱۸,۲	۱۹,۹
۱۷,۳	۱۸,۰	۱۶,۲	۱۸,۰	۱۷,۴	۱۶,۰
۱۹,۴	۱۶,۹	۱۹,۶	۱۷,۳	۱۸,۲	۱۵,۷
۱۷,۶	۱۹,۶	۱۶,۳	۱۷,۳	۱۷,۷	۱۸,۵
۱۹,۷	۱۵,۰	۱۸,۸	۱۸,۳	۱۸,۲	۱۵,۵
۱۸,۲	۱۷,۳	۱۵,۹	۱۸,۹	۱۷,۷	۱۷,۶
۱۹,۸	۱۷,۱	۱۶,۴	۱۶,۸	۱۸,۶	۱۷,۷
۱۶,۲	۱۷,۳	۱۵,۵	۱۸,۳	۱۷,۶	۱۹,۳
۱۸,۴	۱۸,۹	۱۷,۹	۱۷,۱	۲۰,۰	۱۷,۴
۱۶,۴	۱۶,۶	۱۸,۴	۱۹,۲	۱۶,۱	۱۷,۰
۱۸,۴	۱۸,۹	۱۷,۷	۱۹,۲	۱۵,۵	۱۸,۴
۱۸,۵	۱۷,۴	۱۷,۱	۱۶,۳	۱۵,۵	۱۸,۷
۱۵,۳	۱۵,۲	۱۸,۲	۱۸,۱	۱۵,۳	۱۷,۶
۱۶,۳	۱۵,۹	۱۸,۲	۱۷,۹	۱۷,۰	۱۶,۷

مدت زمان مسافرت کامیون ها از قسمت بارگیری به قسمت تخلیه(به دقیقه)					
۶۴,۲	۶۱,۶	۶۹,۹	۶۳,۹	۶۵,۱	۶۶,۴
۵۴,۷	۶۰,۸	۵۴,۴	۵۱,۹	۵۴,۹	۵۸,۶
۵۲,۴	۶۷,۴	۵۲,۱	۶۰,۵	۵۸,۸	۶۷,۸
۶۲,۱	۵۵,۳	۵۲,۲	۶۰,۶	۶۳,۸	۵۷,۸
۵۹,۰	۵۶,۴	۵۱,۳	۶۷,۲	۵۷,۲	۶۵,۴
۵۹,۲	۵۲,۴	۵۸,۱	۵۹,۷	۶۴,۷	۵۷,۹
۶۳,۲	۶۸,۸	۵۹,۰	۵۷,۹	۵۷,۹	۶۶,۲
۶۵,۴	۶۲,۹	۵۷,۳	۶۳,۴	۶۳,۷	۶۵,۱
۵۷,۰	۵۹,۶	۶۵,۳	۶۴,۸	۶۴,۱	۵۷,۵
۶۳,۲	۶۲,۸	۶۲,۶	۶۰,۴	۵۸,۸	۵۴,۳
۵۸,۳	۶۰,۹	۶۵,۴	۵۷,۰	۵۰,۴	۶۵,۸
۶۶,۸	۶۲,۹	۶۸,۷	۵۳,۰	۵۶,۶	۶۹,۰
۶۶,۷	۶۰,۹	۶۹,۵	۶۱,۷	۵۸,۵	۵۶,۶
۵۵,۱	۶۴,۴	۵۳,۸	۵۵,۲	۵۵,۴	۶۳,۴
۶۲,۳	۶۰,۴	۵۲,۸	۵۰,۹	۵۳,۹	۵۸,۸



مدت زمان مسافرت کامیون ها از قسمت تخلیه به قسمت بارگیری (به دقیقه)					
۴۰,۹	۴۲,۳	۳۸,۶	۲۴,۹	۲۸,۷	۴۴,۶
۳۷,۶	۳۹,۰	۴۷,۷	۳۷,۷	۵۱,۱	۴۰,۰
۴۴,۳	۴۳,۱	۳۸,۸	۴۶,۲	۴۱,۷	۳۹,۷
۳۳,۲	۴۰,۹	۳۴,۷	۳۴,۷	۴۵,۰	۴۴,۶
۴۲,۳	۳۴,۹	۴۸,۰	۴۴,۷	۳۱,۷	۴۳,۰
۳۵,۸	۴۴,۷	۴۶,۲	۴۱,۸	۳۷,۰	۴۱,۸
۳۸,۳	۴۱,۵	۳۸,۹	۳۹,۹	۳۸,۶	۴۶,۳
۴۲,۸	۴۰,۷	۳۲,۵	۴۰,۹	۴۲,۱	۴۴,۶
۴۵,۲	۴۲,۶	۳۷,۸	۳۲,۲	۳۱,۶	۴۱,۲
۳۴,۴	۴۱,۳	۳۹,۲	۳۹,۶	۴۲,۴	۳۶,۵
۴۶,۳	۳۵,۳	۴۱,۴	۴۸,۰	۳۳,۹	۳۶,۷
۴۳,۳	۳۹,۲	۳۸,۷	۴۰,۵	۴۰,۳	۴۶,۰
۳۹,۷	۳۹,۳	۴۲,۲	۴۰,۲	۴۳,۳	۳۱,۹
۳۹,۰	۳۷,۳	۴۲,۰	۳۶,۳	۴۱,۶	۳۹,۹
۳۸,۹	۴۸,۴	۳۳,۷	۳۹,۸	۴۵,۴	۳۰,۳
۳۸,۵	۳۵,۶	۳۵,۳	۴۱,۲	۴۵,۰	۴۵,۱
۴۰,۱	۳۷,۶	۳۶,۳	۴۲,۱	۳۶,۷	۴۴,۳
۴۰,۳	۳۶,۴	۳۷,۵	۳۸,۱	۴۱,۳	۴۰,۰
۴۴,۱	۳۴,۱	۳۸,۴	۳۸,۸	۳۵,۳	۳۹,۶
۴۷,۶	۳۹,۰	۴۰,۱	۵۰,۱	۳۳,۴	۲۷,۶

فاصله زمانی خرابی متوالی لودرها (به ساعت)					
۰,۵۴	۰,۷۱	۰,۷۱	۰,۵۶	۳,۴۸	۰,۴۱
۰,۰۷	۱,۶۵	۰,۱۶	۲,۹۶	۰,۰۶	۱,۱۱
۰,۵۴	۲,۰۹	۰,۱۳	۰,۰۷	۱,۲۰	۰,۱۱
۴,۰۸	۱,۵۸	۱,۳۱	۰,۳۲	۱,۲۲	۲,۱۴
۲,۱۱	۱,۹۲	۱,۵۷	۰,۳۰	۱,۱۰	۰,۰۱
۰,۱۵	۱,۶۷	۰,۵۷	۲,۷۶	۰,۷۶	۰,۶۲
۰,۷۳	۳,۱۵	۰,۴۵	۰,۱۵	۰,۴۳	۰,۳۵
۰,۱۷	۰,۴۵	۰,۸۷	۰,۰۷	۳,۶۸	۰,۰۰
۱,۵۶	۱,۲۷	۱,۵۸	۰,۰۲	۰,۱۷	۱,۲۵
۰,۵۹	۰,۶۲	۰,۰۵	۰,۱۵	۰,۵۸	۰,۸۸
۰,۴۶	۰,۳۶	۲,۵۰	۰,۲۴	۰,۱۶	۰,۷۷
۳,۴۴	۰,۶۹	۲,۲۵	۰,۶۷	۱,۰۶	۰,۲۷
۰,۴۹	۰,۶۲	۱,۹۵	۱,۷۳	۰,۸۱	۰,۲۰
۱,۰۱	۰,۸۱	۱,۷۹	۰,۹۲	۲,۹۱	۲,۳۰
۳,۰۱	۲,۰۹	۰,۴۸	۲,۰۱	۱,۷۳	۱,۷۳



مدت زمانی که طول می کشد یک لودر تعمیر شود (دقیقه)					
۳۰,۴	۲۶,۱	۲۶,۳	۳۳,۴	۲۷,۰	۳۰,۵
۲۵,۹	۲۸,۶	۲۶,۲	۳۰,۹	۳۵,۸	۲۸,۱
۳۲,۸	۲۵,۸	۳۶,۷	۲۵,۹	۲۶,۷	۲۶,۳
۳۰,۰	۳۱,۶	۳۸,۶	۳۶,۷	۲۶,۸	۳۶,۶
۲۷,۶	۲۵,۲	۳۳,۰	۳۰,۱	۳۴,۶	۲۸,۱
۲۸,۱	۳۸,۵	۲۶,۶	۳۴,۱	۲۹,۹	۳۰,۸
۳۸,۶	۲۷,۹	۳۷,۴	۳۶,۱	۳۴,۸	۳۳,۳
۳۵,۱	۲۶,۴	۳۰,۱	۲۶,۶	۳۶,۲	۲۸,۴
۳۲,۰	۲۹,۶	۲۹,۴	۲۶,۹	۳۳,۷	۳۴,۶
۳۸,۷	۳۱,۸	۳۶,۲	۳۳,۲	۳۶,۱	۳۲,۳
۲۶,۶	۲۶,۵	۲۵,۲	۳۲,۳	۲۸,۵	۲۷,۳
۳۶,۲	۳۹,۹	۲۵,۷	۳۸,۴	۳۶,۰	۳۶,۷
۳۶,۰	۳۰,۰	۳۵,۰	۳۷,۰	۳۹,۶	۲۶,۵
۳۳,۴	۲۹,۵	۳۴,۱	۳۶,۰	۳۸,۰	۲۹,۴
۲۷,۸	۲۵,۹	۳۲,۹	۲۵,۸	۲۶,۳	۲۸,۶
۳۴,۰	۲۹,۵	۳۵,۹	۲۶,۱	۳۰,۵	۳۳,۰
۲۹,۵	۲۵,۷	۳۵,۶	۲۶,۳	۳۰,۵	۲۶,۴
۲۷,۰	۳۲,۶	۳۶,۷	۳۷,۰	۳۵,۳	۳۱,۱
۲۸,۲	۳۶,۴	۲۹,۳	۳۹,۱	۳۴,۰	۲۶,۶
۳۸,۴	۳۴,۵	۳۵,۴	۳۵,۳	۳۶,۸	۲۶,۷

مدت زمانی که طول می کشد که یک کامیون بار خود را تخلیه کند (به دقیقه)					
۱۱,۸	۱۸,۰	۱۷,۷	۱۵,۲	۱۲,۰	۱۰,۸
۱۷,۸	۱۰,۰	۱۶,۸	۱۲,۲	۱۳,۶	۱۴,۲
۱۶,۱	۱۳,۲	۱۶,۱	۱۶,۲	۱۵,۴	۱۵,۵
۱۴,۹	۱۴,۲	۱۸,۸	۱۷,۰	۱۴,۱	۱۷,۲
۱۵,۵	۱۶,۳	۱۷,۸	۱۷,۶	۱۵,۹	۱۴,۲
۱۰,۳	۱۰,۰	۱۵,۷	۱۲,۹	۱۶,۲	۱۹,۷
۱۴,۷	۱۶,۴	۱۲,۹	۱۶,۳	۱۲,۲	۱۳,۶
۱۹,۸	۱۱,۴	۱۳,۰	۱۵,۳	۱۴,۵	۱۶,۰
۱۵,۳	۱۵,۲	۱۸,۶	۱۷,۵	۸,۶	۱۷,۰
۱۵,۱	۱۷,۰	۱۰,۲	۱۶,۶	۱۸,۴	۱۵,۳
۱۲,۸	۱۶,۰	۱۴,۹	۱۷,۷	۱۳,۱	۱۷,۶
۱۴,۹	۱۸,۲	۹,۲	۱۴,۶	۱۱,۴	۱۶,۰
۱۵,۷	۱۸,۰	۱۸,۱	۱۴,۶	۱۴,۲	۱۲,۶
۱۶,۳	۱۳,۰	۱۷,۶	۱۸,۰	۱۰,۷	۹,۶
۱۳,۹	۱۵,۸	۱۵,۰	۸,۶	۱۴,۹	۲۰,۶
۱۴,۳	۱۲,۲	۱۴,۸	۱۳,۵	۱۳,۳	۱۳,۲
۲۱,۱	۱۱,۰	۷,۵	۱۱,۲	۲۱,۵	۱۵,۳
۸,۲	۱۷,۸	۱۶,۷	۱۳,۹	۱۸,۴	۱۶,۷
۲۱,۷	۱۵,۰	۸,۴	۱۶,۹	۷,۵	۱۵,۳
۱۶,۰	۱۴,۸	۸,۰	۱۷,۵	۱۶,۳	۱۲,۳



فاصله زمانی آغاز دو بارش متوالی (به ساعت)					
۱۶,۲	۷,۷	۹,۳	۱۳,۸	۱۰,۶	۸,۹
۶,۸	۲۵,۶	۲۸,۸	۳۰,۷	۲۷,۸	۱۲,۰
۱۶,۷	۱۱,۶	۶,۹	۱,۹	۳,۷	۵,۱
۱۳,۷	۲,۵	۲۰,۱	۲۳,۲	۵,۴	۰,۸
۱,۱	۱۶,۹	۷,۶	۱۱,۹	۳۱,۳	۵,۷
۱,۵	۱,۵	۱۲,۴	۵,۷	۲۵,۴	۱۵,۲
۲,۸	۴,۱	۱۳,۹	۰,۰	۰,۲	۱۹,۰
۰,۹	۱۱,۷	۳,۸	۷,۹	۸,۴	۹,۹
۲۰,۷	۱۶,۷	۷,۹	۴,۱	۴۵,۶	۴۳,۲
۷,۹	۱۶,۵	۲,۸	۱۷,۸	۳۵,۱	۱,۶
۵,۶	۳,۲	۱۹,۰	۱۱,۱	۲۳,۵	۵,۹
۱,۱	۳۶,۰	۴,۷	۴,۳	۶,۴	۱۹,۱
۴,۹	۴,۵	۳۵,۴	۳۲,۹	۹,۲	۷,۸
۱۱,۳	۵,۷	۲,۷	۳,۵	۶,۹	۳۵,۱
۳,۶	۳,۵	۴,۷	۱۰,۴	۸,۵	۱,۸

مدت زمانی که بارش باران طول می کشد (به دقیقه)					
۴۵,۰	۴۶,۱	۴۸,۶	۵۲,۰	۴۷,۲	۳۶,۸
۴۲,۷	۴۹,۸	۴۷,۴	۳۶,۱	۴۵,۱	۴۲,۱
۳۴,۵	۴۶,۷	۶۱,۳	۴۶,۶	۴۳,۲	۴۸,۳
۴۶,۹	۴۹,۵	۴۵,۲	۳۹,۷	۴۱,۸	۳۸,۶
۴۶,۲	۵۵,۶	۴۶,۷	۴۱,۸	۴۲,۵	۴۵,۳
۴۶,۷	۵۱,۲	۴۴,۶	۴۶,۳	۴۰,۷	۴۷,۷
۳۹,۶	۳۹,۴	۴۸,۱	۴۹,۵	۳۹,۸	۵۳,۹
۴۱,۳	۴۰,۸	۴۲,۴	۴۰,۸	۵۱,۳	۴۸,۲
۴۰,۴	۴۴,۴	۵۰,۰	۴۷,۸	۴۳,۸	۴۹,۷
۵۳,۹	۴۱,۸	۵۴,۱	۵۲,۳	۳۶,۴	۴۳,۲
۴۰,۹	۴۴,۶	۴۵,۴	۴۰,۷	۴۲,۶	۴۲,۱
۴۴,۰	۵۱,۱	۴۴,۷	۴۰,۰	۵۰,۳	۴۵,۳
۴۰,۵	۴۲,۳	۴۲,۲	۴۴,۹	۴۲,۳	۴۰,۵
۴۹,۶	۴۳,۶	۴۲,۶	۴۸,۱	۵۳,۹	۵۰,۶
۴۴,۹	۴۳,۹	۳۶,۵	۴۵,۰	۴۱,۱	۴۸,۹
۴۵,۴	۴۸,۴	۴۴,۷	۴۰,۹	۴۱,۲	۴۹,۸
۴۹,۷	۵۰,۲	۴۰,۶	۴۵,۶	۳۹,۸	۵۱,۳
۴۸,۴	۴۴,۳	۵۱,۳	۴۶,۰	۵۰,۸	۴۴,۵
۴۸,۹	۴۳,۴	۴۵,۸	۴۲,۸	۴۲,۱	۴۲,۱
۳۴,۳	۴۹,۷	۴۵,۳	۳۹,۴	۴۷,۱	۴۷,۶



صورت مساله شماره ۵

یک شرکت خاک برداری قرار است یک تعمیرگاه برای کامیون ها، لودر ها و میکسر های خود راه اندازی کند. کامیون ها به تنظیم باد چرخ، چک کردن ترمز و بررسی وضعیت چراغ ها نیازمندند، ولی لودر ها به چک کردن ترمز ها و چراغ ها و میکسر ها فقط تنظیم باد چرخ نیاز دارند. دو رویکرد برای احداث تعمیرگاه وجود دارد، اولی این که سه کارگر به صورت هم زمان با هم کار کرده و همگی یک کار را انجام دهند، مثلاً همگی نخست باد چرخ کامیون ها را چک کنند و سپس با کمک هم ترمز ها را بررسی کرده و در گام بعدی از سالم بودن چراغ ها مطمئن شوند (ترتیب انجام کار ها مهم است). سیاست دیگر این است که هر یک از این سه فرد یک ایستگاه کاری مخصوص به خود را داشته باشد. و هر کس فقط کار مربوط به خود را انجام دهد (در این جا هم ترتیب عملیات ها مهم است یعنی نخست تنظیم باد چرخ باید انجام شود و در گام بعدی تنظیم ترمز و بررسی سلامت چراغ ها). در ۱۰ درصد مواقع ترمز کامیون ها می بایست تعمیر اساسی شود و برای این کار به یک قطعه خاص نیاز است که می بایست از انبار آورده شود و بدین سبب زمان تعمیر طولانی تر خواهد بود. داده های مورد نیاز از عملکرد گذشته سیستم در جداول زیر موجودند. نخست تابع توزیع اعداد تصادفی را تخمین بزنید و در گام بعدی با استفاده از توابع تخمینی به تولید اعداد تصادفی بپردازید. سیستم را به مدت ده روز از ساعت ۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر شبیه سازی کرده و به سوالات زیر پاسخ دهید.

- کدام یک از این دو حالت را به شرکت پیشنهاد می کنید.
- تعداد کامیون هایی که به تعمیر اساسی ترمز احتیاج دارند.
- ماکزیمم طول صف در هر دو حالت.
- متوسط و ماکزیمم طول صف پشت هر ایستگاه کاری در حالت دوم

مدت زمانی که طول می کشد چراغ ها توسط یک نفر بازرسی و تعمیر شوند (به دقیقه)					
۳۱,۸	۲۶,۴	۲۲,۱	۲۲,۶	۲۵,۰	۳۱,۱
۲۴,۴	۲۶,۸	۲۲,۵	۲۳,۹	۲۴,۵	۳۱,۲
۲۹,۱	۲۹,۱	۲۲,۹	۲۶,۰	۲۶,۸	۲۱,۶
۳۴,۵	۲۰,۹	۲۴,۸	۲۱,۱	۲۶,۳	۳۰,۲
۲۶,۵	۲۴,۷	۲۴,۷	۳۰,۳	۲۵,۴	۲۶,۹
۳۰,۴	۳۱,۶	۲۳,۳	۲۶,۰	۲۸,۴	۲۳,۲
۳۱,۴	۳۰,۴	۲۳,۸	۳۴,۷	۳۱,۱	۲۱,۵
۲۶,۵	۲۱,۹	۳۳,۴	۲۶,۰	۲۶,۴	۳۲,۴
۲۹,۸	۲۲,۰	۳۰,۵	۲۹,۳	۲۶,۴	۲۲,۶
۲۱,۶	۲۱,۴	۲۸,۳	۲۲,۳	۲۱,۹	۲۲,۵
۳۴,۰	۲۰,۱	۲۲,۸	۲۵,۷	۲۰,۴	۳۰,۰
۲۲,۸	۲۶,۳	۲۳,۲	۲۲,۴	۲۴,۴	۳۳,۴
۲۴,۰	۲۹,۸	۲۱,۲	۳۱,۴	۲۴,۸	۲۷,۷
۳۲,۰	۳۰,۸	۳۳,۷	۳۳,۱	۲۹,۸	۳۰,۵
۲۷,۳	۲۸,۰	۳۰,۶	۲۵,۳	۳۴,۴	۲۲,۳
۳۱,۵	۲۱,۶	۲۸,۴	۳۰,۳	۳۴,۰	۳۴,۳
۲۵,۹	۲۹,۵	۲۴,۷	۲۴,۴	۲۶,۹	۲۸,۱
۲۴,۱	۲۱,۹	۲۲,۵	۲۸,۰	۲۳,۶	۳۰,۲
۲۰,۶	۲۲,۰	۲۹,۳	۳۲,۵	۳۱,۵	۲۰,۵
۳۰,۱	۲۱,۵	۳۴,۸	۲۹,۰	۳۱,۴	۳۲,۱



مدت زمانی که طول می کشد چراغ ها توسط سه نفر بازرسی و تعمیر شوند(به دقیقه)					
۷,۸	۸,۸	۸,۱	۵,۴	۸,۷	۴,۷
۴,۷	۷,۹	۷,۶	۴,۹	۱۲,۱	۷,۲
۷,۱	۸,۸	۵,۴	۸,۱	۴,۴	۱۱,۲
۶,۱	۸,۰	۴,۹	۶,۲	۷,۳	۵,۶
۷,۲	۶,۲	۳,۵	۷,۷	۴,۱	۶,۴
۶,۵	۶,۰	۶,۲	۶,۳	۹,۶	۹,۳
۶,۶	۸,۶	۴,۹	۷,۵	۹,۸	۹,۴
۴,۹	۵,۷	۸,۳	۱,۹	۳,۷	۸,۰
۶,۴	۹,۴	۶,۴	۷,۹	۱۰,۹	۹,۱
۸,۵	۸,۶	۱۰,۵	۱۰,۷	۴,۸	۸,۷
۱۰,۵	۷,۶	۱۰,۰	۹,۱	۷,۵	۶,۲
۴,۷	۷,۰	۷,۳	۸,۸	۹,۲	۷,۹
۱۱,۸	۷,۷	۶,۴	۶,۵	۷,۳	۶,۴
۱۰,۱	۱۴,۱	۹,۳	۷,۴	۱۱,۶	۵,۲
۷,۳	۶,۸	۴,۷	۷,۵	۱۲,۵	۸,۳

مدت زمانی که طول می کشد باد چرخ ها توسط یک نفر تنظیم شوند(به دقیقه)					
۱۵,۴	۵,۹	۱۵,۹	۱۴,۲	۹,۵	۷,۷
۱۱,۸	۱۵,۴	۰,۹	۱۰,۶	۹,۸	۱۳,۵
۱۶,۶	۶,۱	۳,۵	۱۱,۱	۱۰,۴	۱۵,۶
۱,۹	۱۰,۸	۱۱,۷	۱۲,۵	۶,۸	۱۱,۳
۸,۲	۷,۵	۷,۴	۴,۲	۱۵,۷	۱۶,۵
۱۰,۹	۱۲,۰	۸,۸	۷,۷	۱۰,۰	۱۴,۲
۶,۷	۱۰,۰	۴,۰	۲,۷	۱۲,۷	۱۰,۹
۴,۹	۹,۸	۶,۴	۸,۲	۶,۶	۱۳,۵
۱۲,۵	۲۱,۸	۸,۴	۱۳,۸	۵,۷	۱۰,۸
۱۲,۵	۷,۵	۷,۱	۱۲,۹	۹,۶	۸,۳
۱۱,۲	۹,۸	۶,۵	۱۹,۲	۹,۰	۱۱,۴
۱۱,۶	۲۰,۷	۸,۳	۱۰,۷	۱۴,۸	۱۰,۱
۶,۵	۵,۴	۶,۲	۱,۴	۱۲,۴	۸,۵
۸,۰	۱۲,۲	۱۵,۴	۱۶,۸	۱۲,۲	۱۷,۱
۹,۶	۵,۷	۶,۰	۱۵,۱	۴,۲	۱۰,۹
۷,۲	۱۴,۱	۱۷,۳	۷,۷	۶,۱	۲۰,۹
۱۱,۳	۱۱,۳	۸,۵	۱۰,۹	۱۰,۸	۸,۸
۱۹,۵	۱۲,۶	۴,۲	۱۳,۱	۸,۶	۱۲,۳
۸,۱	۸,۹	۷,۵	۱۱,۵	۱۵,۲	۱۶,۳
۱۲,۶	۱۱,۰	۱۳,۷	۱۲,۸	۱۵,۴	۲۰,۹



مدت زمانی که طول می کشد باد چرخ ها توسط سه نفر تنظیم شوند(به دقیقه)					
۶,۲	۵,۷	۷,۰	۴,۱	۱۴,۷	۹,۵
۱,۸	۲,۵	۹,۸	۴,۴	۶,۲	۵,۶
۸,۲	۱۱,۴	۷,۱	۵,۱	۵,۲	۲,۰
۰,۳	۴,۷	۶,۶	۶,۸	۲,۷	۴,۳
۳,۹	۳,۱	۳,۱	۱۰,۱	۴,۲	۴,۲
۶,۱	۱۳,۷	۴,۱	۷,۵	۴,۸	۸,۶
۱۱,۰	۸,۲	۷,۵	۳,۹	۲,۰	۶,۶
۱۰,۷	۷,۹	۱۱,۷	۷,۴	۴,۰	۷,۲
۴,۹	۱,۰	۷,۳	۴,۰	۸,۰	۵,۶
۸,۷	۶,۷	۰,۲	۲,۱	۲,۷	۳,۶
۳,۷	۷,۱	۶,۷	۴,۴	۷,۰	۵,۲
۷,۶	۰,۶	۴,۶	۱,۹	۹,۰	۵,۹
۱۲,۷	۴,۱	۴,۰	۴,۱	۹,۳	۰,۶
۵,۶	۳,۴	۴,۱	۲,۵	۸,۱	۵,۷
۳,۸	۷,۱	۱,۵	۲,۱	۴,۰	۸,۷
۳,۰	۱,۰	۳,۷	۵,۲	۲,۷	۴,۶

مدت زمانی که طول می کشد ترمز ها توسط یک نفر بررسی شوند(ساعت)					
۰,۹۵	۴,۱۶	۰,۱۸	۰,۶۸	۰,۷۹	۰,۹۱
۰,۲۵	۰,۱۵	۰,۴۸	۱,۳۰	۰,۱۷	۰,۹۴
۰,۳۱	۲,۵۵	۰,۶۵	۲,۳۰	۰,۶۳	۱,۰۲
۰,۸۴	۰,۴۰	۰,۱۵	۰,۶۸	۰,۵۹	۱,۹۶
۰,۳۷	۰,۶۹	۲,۳۳	۰,۵۴	۰,۳۹	۱,۳۵
۰,۰۶	۱,۵۲	۰,۱۰	۰,۲۷	۱,۰۰	۲,۴۴
۰,۲۴	۰,۵۶	۲,۲۳	۲,۴۹	۱,۴۳	۰,۸۵
۰,۳۵	۲,۱۰	۰,۶۶	۰,۴۱	۰,۵۵	۱,۳۶
۲,۲۱	۰,۴۰	۱,۹۴	۰,۶۶	۰,۱۴	۱,۲۱
۰,۹۴	۰,۵۱	۰,۵۸	۱,۷۷	۰,۹۰	۰,۸۶
۰,۵۳	۲,۸۸	۵,۳۹	۰,۰۶	۲,۱۸	۲,۱۳
۰,۷۸	۲,۸۸	۰,۲۷	۰,۵۳	۰,۸۱	۰,۷۰
۲,۹۹	۱,۸۸	۰,۱۶	۰,۸۲	۱,۲۰	۰,۳۵
۱,۴۸	۳,۹۳	۰,۰۹	۰,۰۶	۰,۹۱	۱,۴۱
۰,۱۸	۰,۸۳	۰,۰۱	۰,۴۲	۰,۱۸	۰,۲۴



مدت زمانی که طول می کشد ترمز ها توسط سه نفر بررسی شوند(ساعت)					
۱,۳۰	۰,۴۹	۰,۳۰	۰,۴۱	۰,۷۱	۰,۶۲
۰,۴۷	۰,۳۲	۰,۷۶	۰,۰۵	۰,۹۳	۰,۳۴
۲,۸۴	۰,۶۶	۰,۱۳	۱,۷۰	۰,۰۲	۰,۱۴
۰,۷۶	۱,۳۴	۰,۷۴	۰,۳۲	۰,۰۳	۰,۱۴
۳,۳۲	۰,۴۱	۰,۵۰	۰,۱۷	۰,۱۰	۰,۲۸
۰,۸۳	۰,۸۷	۰,۰۶	۰,۸۶	۰,۱۶	۰,۱۵
۰,۹۷	۱,۸۲	۰,۰۸	۰,۵۴	۰,۸۷	۰,۲۲
۰,۶۶	۰,۰۲	۰,۴۶	۰,۸۴	۰,۵۱	۱,۰۵
۰,۸۷	۰,۴۲	۰,۵۷	۰,۵۷	۰,۸۳	۰,۳۴
۰,۹۹	۰,۰۲	۰,۲۵	۰,۴۵	۳,۳۶	۰,۵۳
۰,۲۶	۰,۱۴	۰,۰۵	۰,۳۰	۰,۵۸	۱,۱۹
۰,۰۵	۲,۴۶	۰,۰۵	۱,۵۱	۰,۱۸	۰,۹۶
۰,۰۳	۰,۱۹	۰,۲۶	۰,۳۰	۰,۲۳	۰,۸۱
۰,۷۵	۰,۱۷	۰,۵۵	۰,۶۵	۰,۳۱	۰,۲۰
۰,۳۶	۰,۲۲	۰,۰۸	۰,۷۱	۰,۴۱	۰,۴۲

مدت زمانی که طول می کشد ترمز ها توسط یک نفر تعمیرات اساسی شوند(ساعت)					
۵,۱۸	۶,۵۸	۴,۸۵	۳,۷۸	۳,۱۷	۶,۷۰
۵,۱۸	۵,۸۹	۴,۰۴	۷,۱۰	۷,۴۳	۶,۴۶
۳,۲۵	۵,۱۷	۵,۲۰	۶,۱۲	۵,۰۴	۷,۱۲
۳,۲۵	۷,۴۲	۷,۷۸	۶,۶۹	۳,۱۸	۷,۱۴
۳,۴۶	۴,۹۷	۳,۶۲	۷,۰۳	۶,۷۳	۴,۴۷
۵,۹۷	۳,۸۹	۵,۳۵	۳,۳۴	۳,۷۷	۴,۵۵
۴,۲۱	۶,۱۷	۷,۲۸	۷,۷۵	۳,۷۲	۵,۶۲
۷,۲۱	۶,۱۲	۳,۲۲	۵,۴۹	۶,۰۳	۴,۶۳
۷,۲۹	۴,۶۴	۶,۴۶	۶,۷۸	۴,۲۷	۷,۱۶
۷,۸۲	۷,۰۱	۷,۸۹	۶,۷۱	۴,۶۲	۷,۰۵
۵,۴۴	۸,۰۰	۴,۴۲	۷,۱۶	۵,۰۱	۵,۷۸
۴,۱۰	۷,۹۰	۳,۶۷	۳,۷۸	۵,۰۳	۴,۳۱
۴,۱۳	۳,۶۴	۶,۴۳	۵,۲۹	۴,۹۳	۶,۴۰
۵,۶۸	۴,۱۶	۷,۵۵	۶,۰۹	۶,۰۵	۴,۱۷
۶,۸۱	۳,۱۲	۶,۰۵	۷,۶۶	۳,۸۳	۵,۲۸



مدت زمانی که طول می کشد ترمز ها توسط سه نفر تعمیرات اساسی شوند(ساعت)					
۱,۴۷	۲,۱۱	۱,۴۵	۱,۸۸	۲,۹۸	۲,۹۱
۲,۰۶	۲,۹۲	۱,۷۰	۲,۸۸	۱,۴۱	۲,۱۵
۱,۱۰	۲,۷۹	۱,۵۷	۱,۰۱	۲,۶۵	۲,۷۰
۲,۵۱	۱,۷۱	۲,۸۵	۲,۲۲	۲,۳۵	۱,۵۵
۲,۲۰	۲,۰۹	۱,۱۰	۲,۶۰	۱,۵۰	۲,۲۴
۲,۷۱	۱,۶۹	۲,۱۹	۱,۴۷	۱,۹۵	۲,۱۸
۲,۹۸	۲,۲۵	۱,۳۳	۲,۸۶	۱,۸۰	۲,۹۳
۲,۸۶	۲,۵۹	۲,۶۸	۲,۵۳	۲,۲۰	۱,۱۷
۱,۸۲	۲,۴۹	۱,۳۴	۲,۶۵	۲,۶۰	۲,۰۰
۱,۰۰	۱,۲۵	۲,۰۰	۲,۱۵	۱,۲۱	۲,۰۴
۲,۰۸	۲,۶۴	۳,۰۰	۲,۵۹	۲,۶۴	۱,۱۸
۱,۴۲	۱,۰۵	۱,۷۱	۱,۶۶	۲,۶۸	۲,۸۱
۱,۴۴	۱,۸۳	۱,۰۹	۱,۴۵	۱,۷۱	۲,۷۷
۱,۶۵	۲,۴۶	۱,۴۳	۱,۶۲	۱,۸۶	۱,۸۸
۱,۱۹	۲,۵۶	۱,۸۰	۲,۱۷	۲,۱۴	۲,۵۶