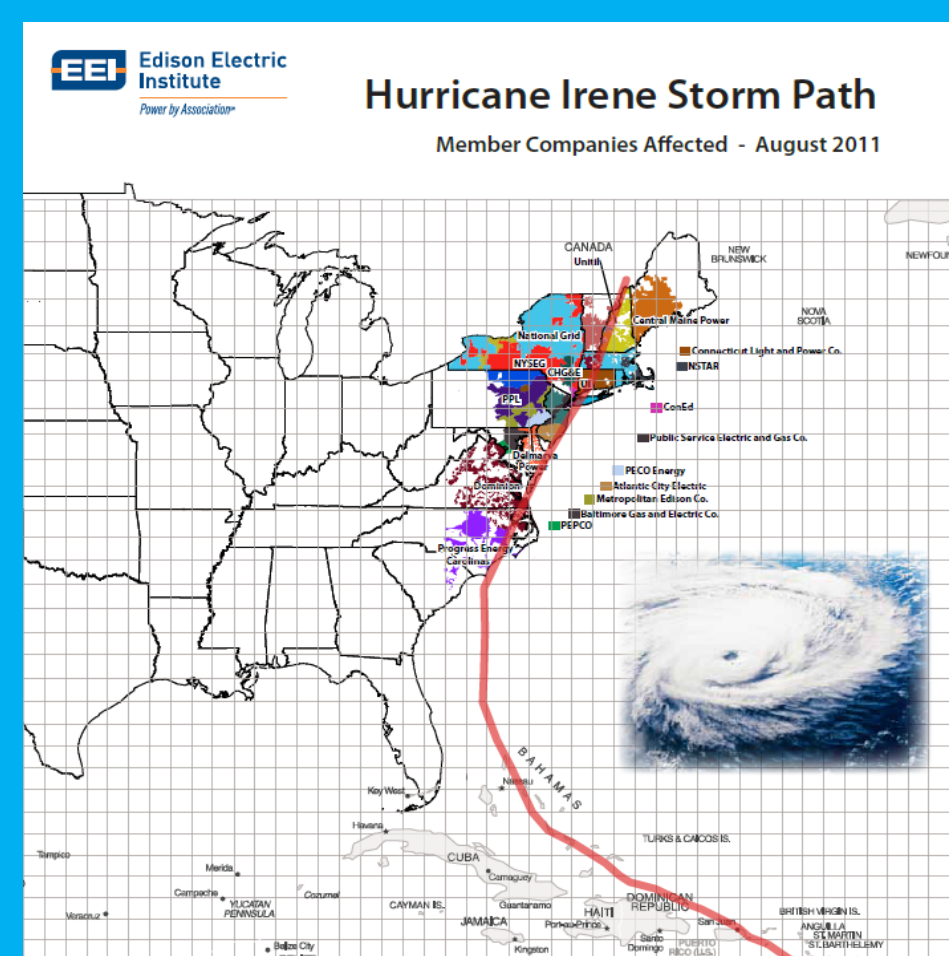
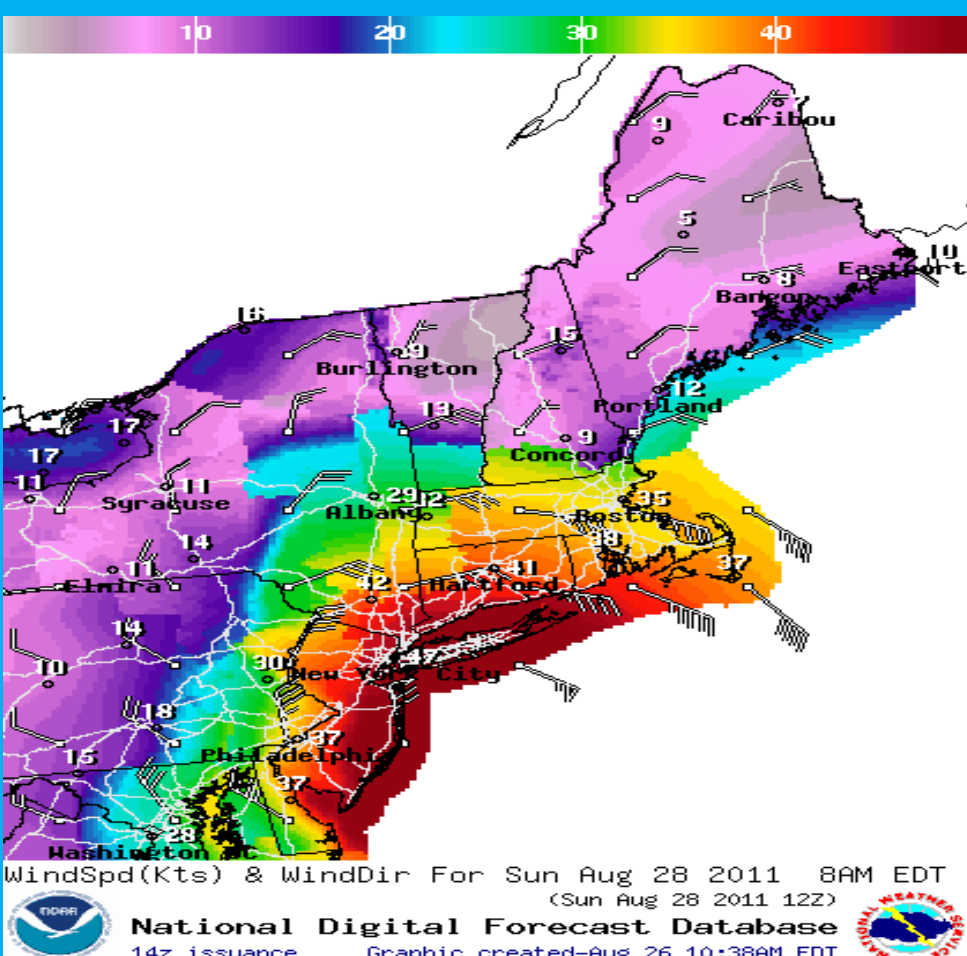


Weathering the Storm: Using Predictive Analytics to Minimize Utility Outages



Mark Konya, P.E., Ameren, St. Louis, MO
Kathy Ball, SAS, Cary, NC



Abstract

In order to meet ever-increasing customer service expectations, electric utilities must continuously improve the reliability of their electric distribution systems. Over the last decade, utilities have invested in digital technologies that give them near-real time readings on the health of their electric grid. This data is incredibly useful during major storm outages, but the flood of data pouring in from transformers and meters can quickly overwhelm even the most seasoned Distribution Engineer. Without analytical technologies, engineers cannot respond quickly enough to prevent additional outages and improve restoration times.

Distribution Optimization for storm management equips utility engineers and dispatchers to predict which assets will be affected by storms while optimizing the placement of crews, thus decreasing outage restoration times. Combining geospatial visualization with predictive analytics, the predictive enterprise utility can shorten outages from weather events and identify weak points in the electrical distribution system thus preventing future outages.

Introduction

The days immediately preceding a storm are a critical decision period for electric utility distribution company. The actions a company takes with respect to monitoring weather forecasts for an upcoming storm, predicting damage from that event according to its Emergency Response Plans (ERPs), and obtaining joint service agreements to obtain work crews will determine how well a utility can respond to customer outages when a storm hits. Then, a utility meets its second critical obstacle of determining the best method to restore power to its customers given safety, crew, and system constraints.

Preparing for the Storm

- Traditional analytics and advanced visual analytics
 - Utility visualizes Predicted assets impacted
 - Based on given storm forecast path
 - Detect system grid weaknesses real-time
- Holistic damage assessment
 - Combine historical and projected system
 - Predict damage using reliability analysis.

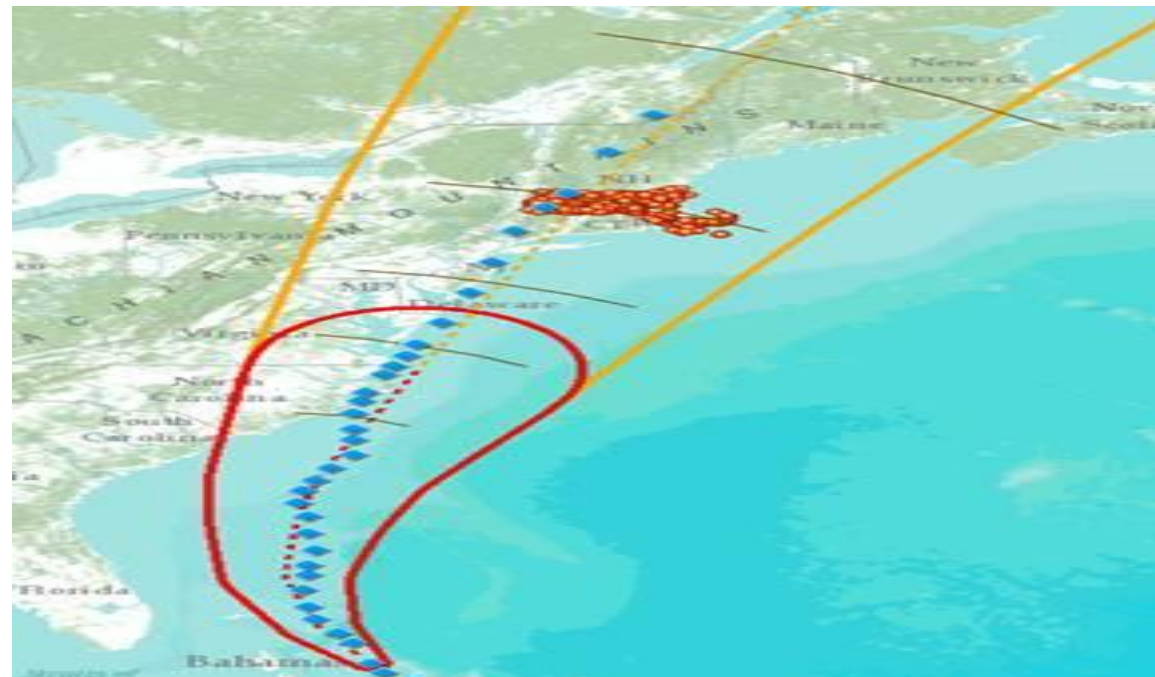


Figure 1. Current Method
(Source: ESRI Storm Archives)

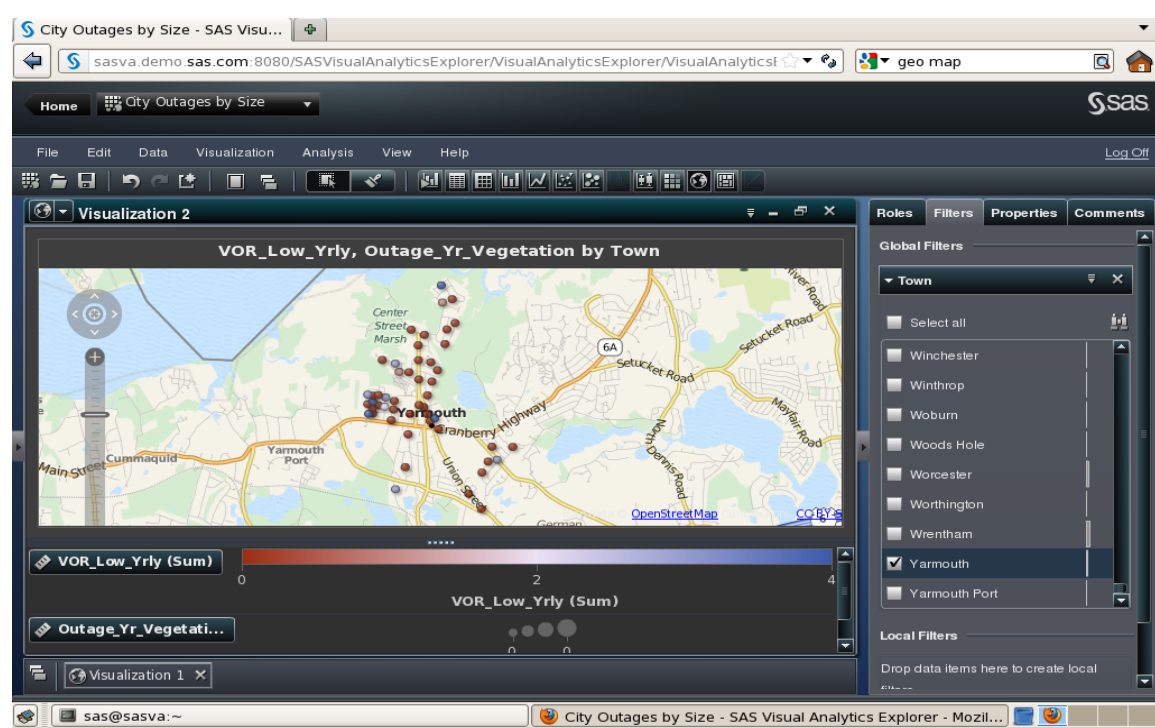


Figure 2. Advanced Method
(Source: SAS® Visual Analytics)

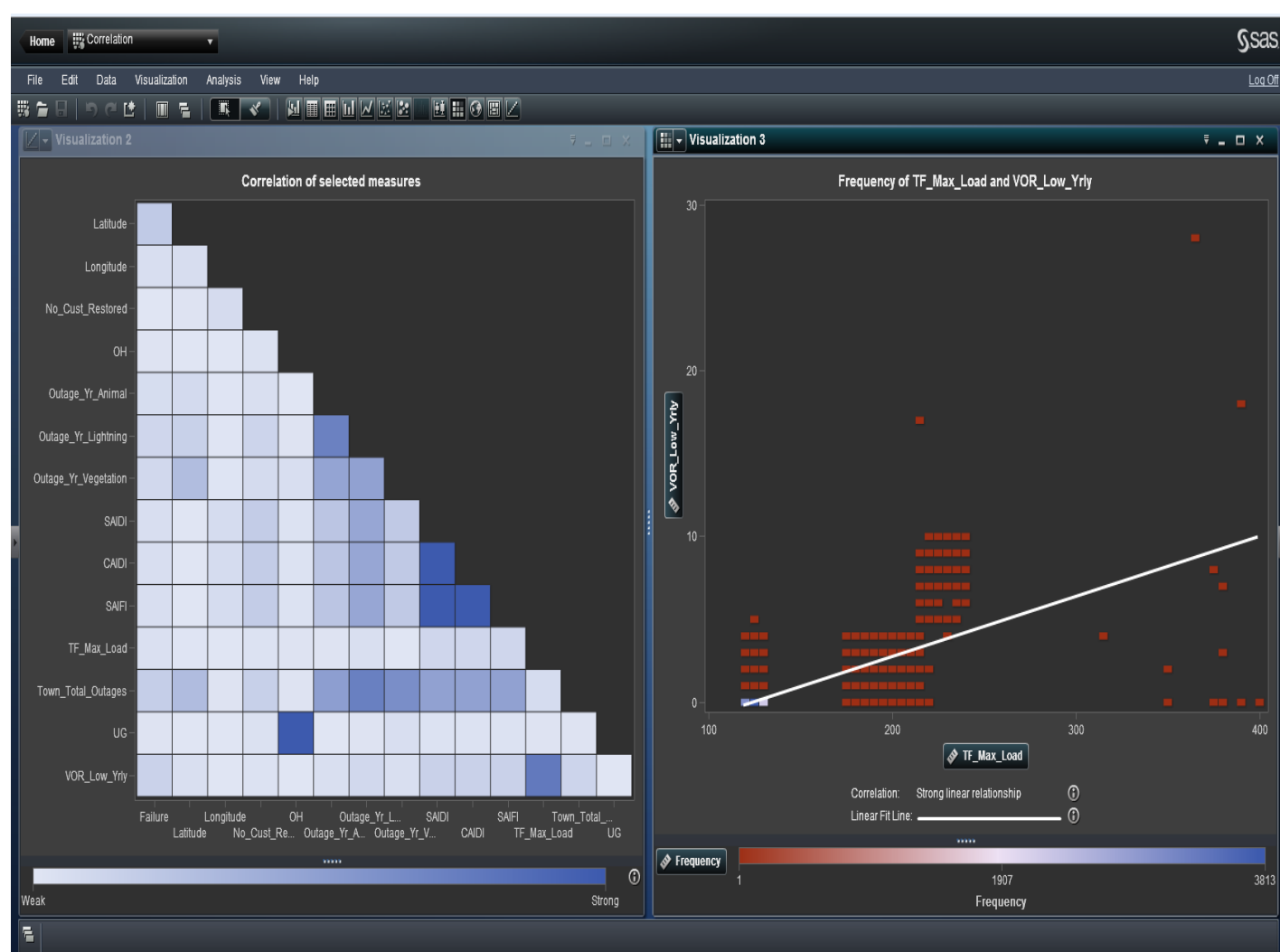


Figure 3. Correlate Variables to for Outage Model
(Source: SAS® Visual Analytics)

Modeling Asset Failure

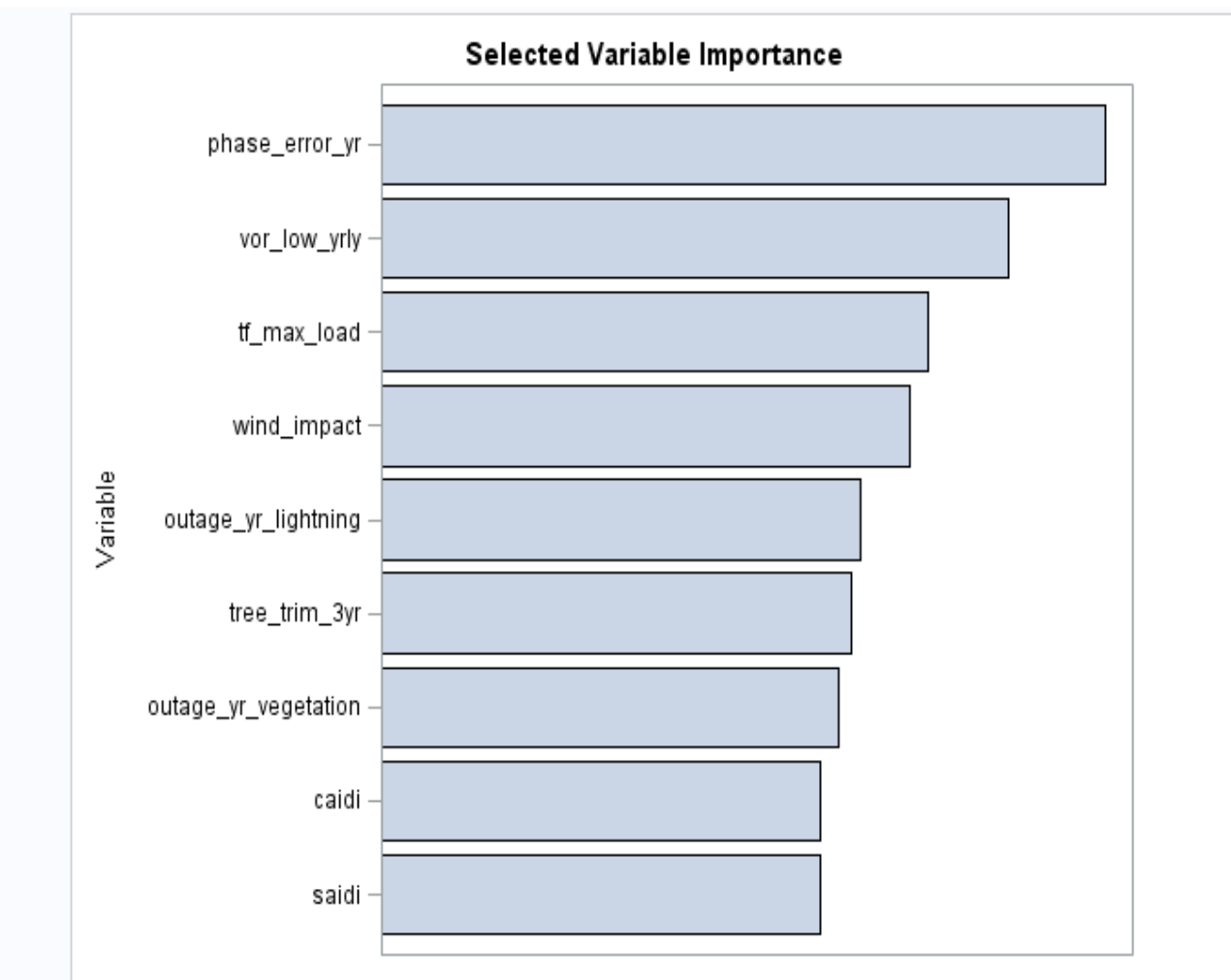


Figure 4. Advanced Modeling To Predict Outages
(Source: SAS® Enterprise Guide)

During the Storm

Integrating data from social media, a utility can better pinpoint outages in real-time from sources such as Twitter and can incorporate this information into real time forecasting including optimization analytics. In Figure 5, real-time outage information is viewable in an analytical format.

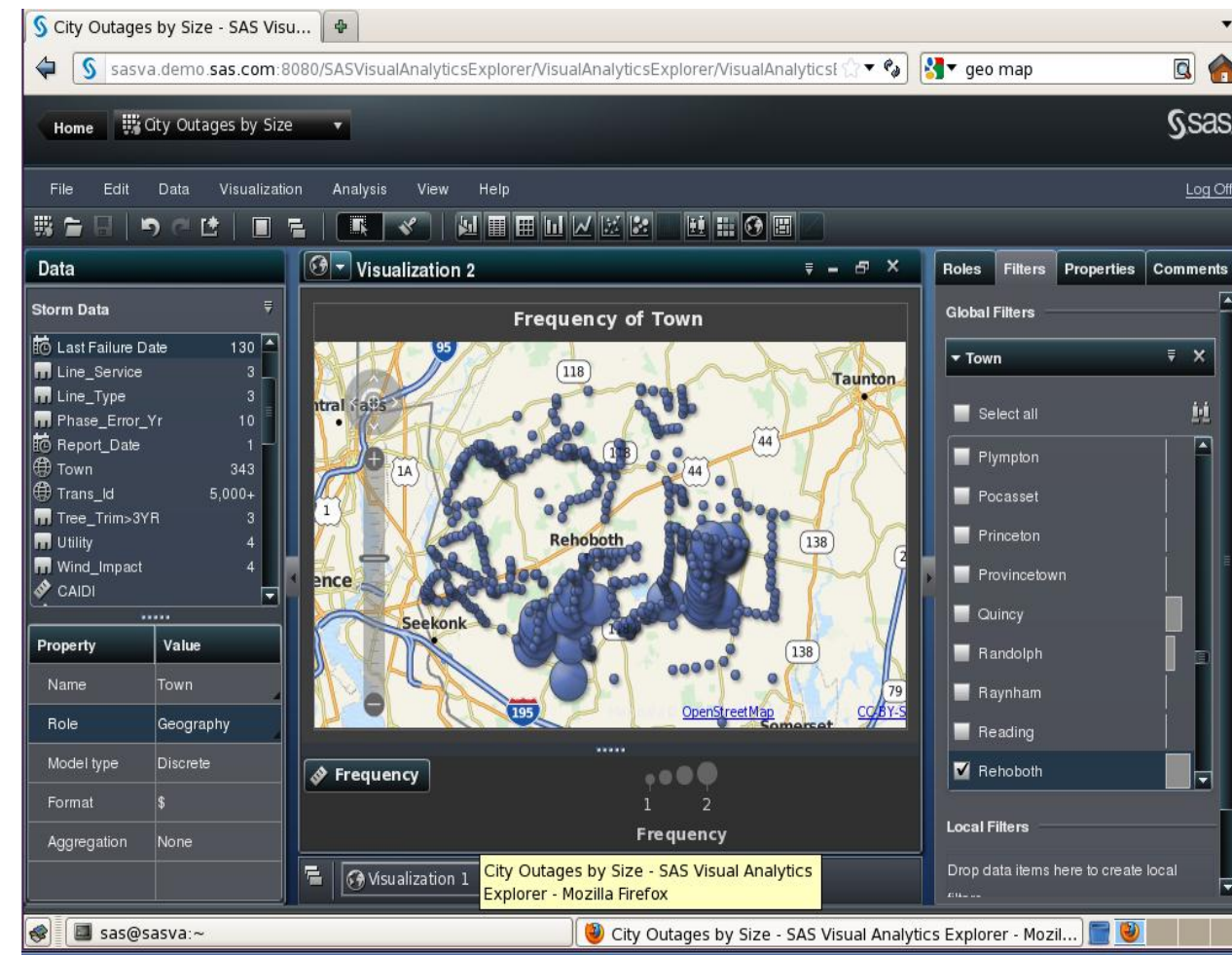


Figure 5. Hurricane Irene Outages by City – 9/1/2011
Real-time outage information leads to greater communications with customers and regulators.
(Source: SAS® Visual Analytics)

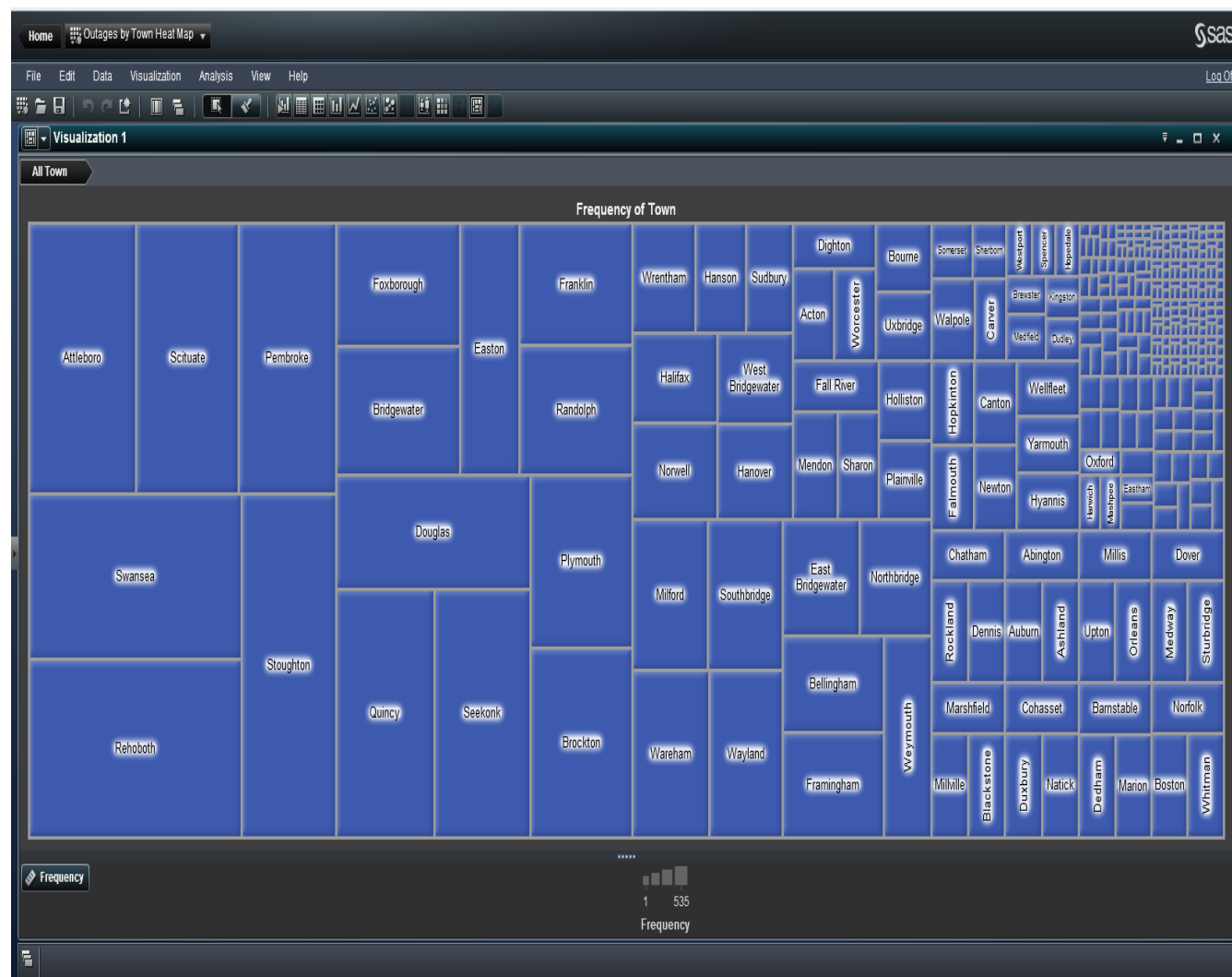


Figure 6. With millions of outages, a distribution engineer can tell at a glance where the majority of outages are located.
(Source: SAS® Visual Analytics)

After the Storm

- Objective: Restore the most customers while the work crews are covering the least distance given skill set, labor, and vehicle constraints
- In this poster, we will examine the optimal method for restoring power using an enhancement to an optimization technique known as Capacitated Vehicle Routing Problem using SAS® OR.

➤ STEP ONE: TRAVEL TIME CALCULATION FOR MODEL PREPARATION

| TIME | Filter and Sort | Query Builder | Data | Describe | Graph | Analyze | Export |
|------|-----------------|---------------|------|----------|-------|---------|--------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |

Figure 7. Time Calculation using PROC Geodist
(Source: SAS® Enterprise Guide)

➤ STEP TWO: MODIFY MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING (MILP) FRAMEWORK FOR CUSTOMER RESTORATION CONSTRAINTS

| V | X | Y | W | U | Q | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | Q12 | Q13 | Q14 | Q15 | Q16 | Q17 | Q18 | Q19 | Q20 | Q21 | Q22 | Q23 | Q24 | Q25 | Q26 | Q27 | Q28 | Q29 | Q30 | Q31 | Q32 | Q33 | Q34 | Q35 | Q36 | Q37 | Q38 | Q39 | Q40 | Q41 | Q42 | Q43 | Q44 | Q45 | Q46 | Q47 | Q48 | Q49 | Q50 | Q51 | Q52 | Q53 | Q54 | Q55 | Q56 | Q57 | Q58 | Q59 | Q60 | Q61 | Q62 | Q63 | Q64 | Q65 | Q66 | Q67 | Q68 | Q69 | Q70 | Q71 | Q72 | Q73 | Q74 | Q75 | Q76 | Q77 | Q78 | Q79 | Q80 | Q81 | Q82 | Q83 | Q84 | Q85 | Q86 | Q87 | Q88 | Q89 | Q90 | Q91 | Q92 | Q93 | Q94 | Q95 | Q96 | Q97 | Q98 | Q99 | Q100 | Q101 | Q102 | Q103 | Q104 | Q105 | Q106 | Q107 | Q108 | Q109 | Q110 | Q111 | Q112 | Q113 | Q114 | Q115 | Q116 | Q117 | Q118 | Q119 | Q120 | Q121 | Q122 | Q123 | Q124 | Q125 | Q126 | Q127 | Q128 | Q129 | Q130 | Q131 | Q132 | Q133 | Q134 | Q135 | Q136 | Q137 | Q138 | Q139 | Q140 | Q141 | Q142 | Q143 | Q144 | Q145 | Q146 | Q147 | Q148 | Q149 | Q150 | Q151 | Q152 | Q153 | Q154 | Q155 | Q156 | Q157 | Q158 | Q159 | Q160 | Q161 | Q162 | Q163 | Q164 | Q165 | Q166 | Q167 | Q168 | Q169 | Q170 | Q171 | Q172 | Q173 | Q174 | Q175 | Q176 | Q177 | Q178 | Q179 | Q180 | Q181 | Q182 | Q183 | Q184 | Q185 | Q186 | Q187 | Q188 | Q189 | Q190 | Q191 | Q192 | Q193 | Q194 | Q195 | Q196 | Q197 | Q198 | Q199 | Q200 | Q201 | Q202 | Q203 | Q204 | Q205 | Q206 | Q207 | Q208 | Q209 | Q210 | Q211 | Q212 | Q213 | Q214 | Q215 | Q216 | Q217 | Q218 | Q219 | Q220 | Q221 | Q222 | Q223 | Q224 | Q225 | Q226 | Q227 | Q228 | Q229 | Q230 | Q231 | Q232 | Q233 | Q234 | Q235 | Q236 | Q237 | Q238 | Q239 | Q240 | Q241 | Q242 | Q243 | Q244 | Q245 | Q246 | Q247 | Q248 | Q249 | Q250 | Q251 | Q252 | Q253 | Q254 | Q255 | Q256 | Q257 | Q258 | Q259 | Q260 | Q261 | Q262 | Q263 | Q264 | Q265 | Q266 | Q267 | Q268 | Q269 | Q270 | Q271 | Q272 | Q273 | Q274 | Q275 | Q276 | Q277 | Q278 | Q279 | Q280 | Q281 | Q282 | Q283 | Q284 | Q285 | Q286 | Q287 | Q288 | Q289 | Q290 | Q291 | Q292 | Q293 | Q294 | Q295 | Q296 | Q297 | Q298 | Q299 | Q300 | Q301 | Q302 | Q303 | Q304 | Q305 | Q306 | Q307 | Q308 | Q309 | Q310 | Q311 | Q312 | Q313 | Q314 | Q315 | Q316 | Q317 | Q318 | Q319 | Q320 | Q321 | Q322 | Q323 | Q324 | Q325 | Q326 | Q327 | Q328 | Q329 | Q330 | Q331 | Q332 | Q333 | Q334 | Q335 | Q336 | Q337 | Q338 | Q339 | Q340 | Q341 | Q342 | Q343 | Q344 | Q345 | Q346 | Q347 | Q348 | Q349 | Q350 | Q351 | Q352 | Q353 | Q354 | Q355 | Q356 | Q357 | Q358 | Q359 | Q360 | Q361 | Q362 | Q363 | Q364 | Q365 | Q366 | Q367 | Q368 | Q369 | Q370 | Q371 | Q372 | Q373 | Q374 | Q375 | Q376 | Q377 | Q378 | Q379 | Q380 | Q381 | Q382 | Q383 | Q384 | Q385 | Q386 | Q387 | Q388 | Q389 | Q390 | Q391 | Q392 | Q393 | Q394 | Q395 | Q396 | Q397 | Q398 | Q399 | Q400 | Q401 | Q402 | Q403 | Q404 | Q405 | Q406 | Q407 | Q408 | Q409 | Q410 | Q411 | Q412 | Q413 | Q414 | Q415 | Q416 | Q417 | Q418 | Q419 | Q420 | Q421 | Q422 | Q423 | Q424 | Q425 | Q426 | Q427 | Q428 | Q429 | Q430 | Q431 | Q432 | Q433 | Q434 | Q435 | Q436 | Q437 | Q438 | Q439 | Q440 | Q441 | Q442 | Q443 | Q444 | Q445 | Q446 | Q447 | Q448 | Q449 | Q450 | Q451 | Q452 | Q453 | Q454 | Q455 | Q456 | Q457 | Q458 | Q459 | Q460 | Q461 | Q462 | Q463 | Q464 | Q465 | Q466 | Q467 | Q468 | Q469 | Q470 | Q471 | Q472 | Q473 | Q474 | Q475 | Q476 | Q477 | Q478 | Q479 | Q480 | Q481 | Q482 | Q483 | Q484 | Q485 | Q486 | Q487 | Q488 | Q489 | Q490 | Q491 | Q492 | Q493 | Q494 | Q495 | Q496 | Q497 | Q498 | Q499 | Q500 | Q501 | Q502 | Q503 | Q504 | Q505 | Q506 | Q507 | Q508 | Q509 | Q510 | Q511 | Q512 | Q513 | Q514 | Q515 | Q516 | Q517 | Q518 | Q519 | Q520 | Q521 | Q522 | Q523 | Q524 | Q525 | Q526 | Q527 | Q528 | Q529 | Q530 | Q531 | Q532 | Q533 | Q534 | Q535 | Q536 | Q537 | Q538 | Q539 | Q540 | Q541 | Q542 | Q543 | Q544 | Q545 | Q546 | Q547 | Q548 | Q549 | Q550 | Q551 | Q552 | Q553 | Q554 | Q555 | Q556 | Q557 | Q558 | Q559 | Q560 | Q561 | Q562 | Q563 | Q564 | Q565 | Q566 | Q567 | Q568 | Q569 | Q570 | Q571 | Q572 | Q573 | Q574 | Q575 | Q576 | Q577 | Q578 | Q579 | Q580 | Q581 | Q582 | Q583 | Q584 | Q585 | Q586 | Q587 | Q588 | Q589 | Q590 | Q591 | Q592 | Q593 | Q594 | Q595 | Q596 | Q597 | Q598 | Q599 | Q600 | Q601 | Q602 | Q603 | Q604 | Q605 | Q606 | Q607 | Q608 | Q609 | Q610 | Q611 | Q612 | Q613 | Q614 | Q615 | Q616 | Q617 | Q618 | Q619 | Q620 | Q621 | Q622 | Q623 | Q624 | Q625 | Q626 | Q627 | Q628 | Q629 | Q630 | Q631 | Q632 | Q633 | Q634 | Q635 | Q636 | Q637 | Q638 | Q639 | Q640 | Q641 | Q642 | Q643 | Q644 | Q645 | Q646 | Q647 | Q648 | Q649 | Q650 | Q651 | Q652 | Q653 | Q654 | Q655 | Q656 | Q657 | Q658 | Q659 | Q660 | Q661 | Q662 | Q663 | Q664 | Q665 | Q666 | Q667 | Q668 | Q669 | Q670 | Q671 | Q672 | Q673 | Q674 | Q675 | Q676 | Q677 | Q678 | Q679 | Q680 | Q681 | Q682 | Q683 | Q684 | Q685 | Q686 | Q687 | Q688 | Q689 | Q690 | Q691 | Q692 | Q693 | Q694 | Q695 | Q696 | Q697 | Q698 | Q699 | Q700 | Q701 | Q702 | Q703 | Q704 | Q705 | Q706 | Q707 | Q708 | Q709 | Q710 | Q711 | Q712 | Q713 | Q714 | Q715 | Q716 | Q717 | Q718 | Q719 | Q720 | Q721 | Q722 | Q723 | Q724 | Q725 | Q726 | Q727 | Q728 | Q729 | Q730 | Q731 | Q732 | Q733 | Q734 | Q735 | Q736 | Q737 | Q738 | Q739 | Q740 | Q741 | Q742 | Q743 | Q744 | Q745 | Q746 | Q747 | Q748 | Q749 | Q750 | Q751 | Q752 | Q753 | Q754 | Q755 | Q756 | Q757 | Q758 | Q759 | Q760 | Q761 | Q762 | Q763 | Q764 | Q765 | Q766 | Q767 | Q768 | Q769 | Q770 | Q771 | Q772 | Q773 | Q774 | Q775 | Q776 | Q777 | Q778 | Q779 | Q780 | Q781 | Q782 | Q783 | Q784 | Q785 | Q786 | Q787 | Q788 | Q789 | Q790 | Q791 | Q792 | Q793 | Q794 | Q795 | Q796 | Q797 | Q798 | Q799 | Q800 | Q801 | Q802 | Q803 | Q804 | Q805 | Q806 | Q807 | Q808 | Q809 | Q810 | Q811 | Q812 | Q813 | Q814 | Q815 | Q816 | Q817 | Q818 | Q819 | Q820 | Q821 | Q822 | Q823 | Q824 | Q825 | Q826 | Q827 | Q828 | Q829 | Q830 | Q831 | Q832 | Q833 | Q834 | Q835 | Q836 | Q837 | Q838 | Q839 | Q840 | Q841 | Q842 | Q843 | Q844 | Q845 | Q846 | Q847 | Q848 | Q849 | Q850 | Q851 | Q852 | Q853 | Q854 | Q855 | Q856 | Q857 | Q858 | Q859 | Q860 | Q861 | Q862 | Q863 | Q864 | Q865 | Q866 | Q867 | Q868 | Q869 | Q870 | Q871 | Q872 | Q873 | Q874 | Q875 | Q876 | Q877 | Q878 | Q879 | Q880 | Q881 | Q882 | Q883 | Q884 | Q885 | Q886 | Q887 | Q888 | Q889 | Q890 | Q891 | Q892 | Q893 | Q894 | Q895 | Q896 | Q897 | Q898 | Q899 | Q900 | Q901 | Q902 | Q903 | Q904 | Q905 | Q906 | Q907 | Q908 | Q909 | Q910 | Q911 | Q912 | Q913 | Q914 | Q915 | Q916 | Q917 | Q918 | Q919 | Q920 | Q921 | Q922 | Q923 | Q924 | Q925 | Q926 | Q927 | Q928 | Q929 | Q930 | Q931 | Q932 | Q933 | Q934 | Q935 | Q936 | Q937 | Q938 | Q939 | Q940 | Q941 | Q942 | Q943 | Q944 | Q945 | Q946 | Q947 | Q948 | Q949 | Q950 | Q951 | Q952 | Q953 | Q954 | Q955 | Q956 | Q957 | Q958 | Q959 | Q960 | Q961 | Q962 | Q963 | Q964 | Q965 | Q966 | Q967 | Q968 | Q969 | Q970 | Q971 | Q972 | Q973 | Q974 | Q975 | Q976 | Q977 | Q978 | Q979 | Q980 | Q981 | Q982 | Q983 | Q984 | Q985 | Q986 | Q987 | Q988 | Q989 | Q990 | Q991 | Q992 | Q993 | Q994 | Q995 | Q996 | Q997 | Q998 | Q999 | Q1000 | Q1001 | Q1002 | Q1003 | Q1004 | Q1005 | Q1006 | Q1007 | Q1008 | Q1009 | Q1010 | Q1011 | Q1012 | Q1013 | Q1014 | Q1015 | Q1016 | Q1017 | Q1018 | Q1019 | Q1020 | Q1021 | Q1022 | Q1023 | Q1024 | Q1025 | Q1026 | Q1027 | Q1028 | Q1029 | Q1030 | Q1031 | Q1032 | Q1033 | Q1034 | Q1035 | Q1036 | Q1037 | Q1038 | Q1039 | Q1040 | Q1041 | Q1042 | Q1043 | Q1044 | Q1045 | Q1046 | Q1047 | Q1048 | Q1049 | Q1050 | Q1051 | Q1052 | Q1053 | Q1054 | Q1055 | Q1056 | Q1057 | Q1058 | Q1059 | Q1060 | Q1061 | Q1062 | Q1063 | Q1064 | Q1065 | Q1066 | Q1067 | Q1068 | Q1069 | Q1070 | Q1071 | Q1072 | Q1073 | Q1074 | Q1075 | Q1076 | Q1077 | Q1078 | Q1079 | Q1080 | Q1081 | Q1082 | Q1083 | Q1084 | Q1085 | Q1086 | Q1087 | Q1088 | Q1089 | Q1090 | Q1091 | Q1092 | Q1093 | Q1094 | Q1095 | Q1096 | Q1097 | Q1098 | Q1099 | Q1100 | Q1101 | Q1102 | Q1103 | Q1104 | Q1105 | Q1106 | Q1107 | Q1108 | Q1109 | Q1110 | Q1111 | Q1112 | Q1113 | Q1114 | Q1115 | Q1116 | Q1117 | Q1118 | Q1119 | Q1120 | Q1121 | Q1122 | Q1123 | Q1124 | Q1125 | Q1126 | Q1127 | Q1128 | Q1129 | Q1130 | Q1131 | Q1132 | Q1133 | Q1134 | Q1135 | Q1136 | Q1137 | Q1138 | Q1139 | Q1140 | Q1141 | Q1142 | Q1143 | Q1144 | Q1145 | Q1146 | Q1147 | Q1148 | Q1149 | Q1150 | Q1151 | Q1152 | Q1153 | Q1154 | Q1155 | Q1156 | Q1157 | Q1158 | Q1159 | Q1160 | Q1161 | Q1162 | Q1163 | Q1164 | Q1165 | Q1166 | Q1167 | Q1168 | Q1169 | Q1170 | Q1171 | Q1172 | Q1173 | Q1174 | Q1175 | Q1176 | Q1177 | Q1178 | Q1179 | Q1180 | Q1181 | Q1182 | Q1183 | Q1184 | Q1185 | Q1186 | Q1187 | Q1188 | Q1189 | Q1190 | Q1191 | Q1192 | Q1193 | Q1194 | Q1195 | Q1196 | Q1197 | Q1198 | Q1199 | Q1200 | Q1201 | Q1202 | Q1203 | Q1204 | Q1205 | Q1206 | Q1207 | Q1208 | Q1209 | Q1210 | Q1211 | Q1212 | Q1213 | Q1214 | Q1215 | Q1216 | Q1217 | Q1218 | Q1219 | Q1220 | Q1221 | Q1222 | Q1223 | Q1224 | Q1225 | Q1226 | Q1227 | Q1228 | Q1229 | Q1230 | Q1231 | Q1232 | Q1233 | Q1234 | Q1235 | Q1236 | Q1237 | Q1238 | Q1239 | Q1240 | Q1241 | Q1242 | Q1243 | Q1244 | Q1245 | Q1246 | Q1247 | Q1248 | Q1249 | Q1250 | Q1251 | Q1252 | Q1253 | Q1254 | Q1255 | Q1256 | Q1257 | Q1258 | Q1259 | Q1260 | Q1261 | Q1262 | Q1263 | Q1264 | Q1265 | Q1266 | Q1267 | Q1268 | Q1269 | Q1270 | Q1271 | Q1272 | Q1273 | Q1274 | Q1275 | Q1276 | Q1277 | Q1278 | Q1279 | Q1280 | Q1281 | Q1282 | Q1283 | Q1284 | Q1285 | Q1286 | Q1287 | Q1288 | Q1289 | Q1290 | Q1291 | Q1292 | Q1293 | Q1294 | Q1295 | Q1296 | Q1297 | Q1298 | Q1299 | Q1300 | Q1301 | Q1302 | Q1303 | Q1304 | Q1305 | Q1306 | Q1307 | Q1308 | Q1309 | Q1310 | Q1311 | Q1312 | Q1313 | Q1314 | Q1315 | Q1316 | Q1317 | Q1318 | Q1319 | Q1320 | Q1321 | Q1322 | Q1323 | Q1324 | Q1325 | Q1326 | Q1327 | Q1328 | Q1329 | Q1330 | Q1331 | Q1332 | Q1333 | Q1334 | Q1335 | Q1336 | Q1337 | Q1338 | Q1339 | Q1340 | Q1341 | Q1342 | Q1343 | Q1344 | Q1345 | Q1346 |
|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|