

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Títol: Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics a la ciutat de Girona

Document: Resum

Alumne: Daniel Pajón Serrano

Tutor: Mei Calm Puig / Pepus Daunis i Estadella

Departament: Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística

Àrea: Matemàtica Aplicada / Estadística i Investigació Operativa

Convocatòria (Juny/2020)

1 INTRODUCCIÓ

El patinet elèctric és un mitjà de transport que ha experimentat un notable creixement en la seva utilització en els darrers anys, a causa de les múltiples comoditats i facilitats que aquest nou vehicle proporciona als usuaris i a la nostra societat. Com a conseqüència, en els últims mesos la ciutat de Girona ha notat l'aparició d'aquest fenomen pels seus carrers.

D'aquesta manera, en vistes de la gran popularitat assolida pel patinet elèctric i la inexistència d'un servei públic que permeti l'estacionament d'aquests, l'objecte d'aquest treball consisteix en estudiar la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics propis per tota la ciutat de Girona.

2 EVOLUCIÓ EN L'ÚS DEL PATINET ELÈCTRIC

En l'actualitat, el patinet elèctric ha experimentat un creixement substancial en la seva popularitat, convertint-se en un mitjà de transport urbà emprat per la societat. Aquest fet és degut a la varietat de prestacions que aquest presenta i és la raó per la qual part de la població ha adoptat l'ús d'aquest vehicle. Llavors, el patinet elèctric s'està convertint en una alternativa viable per aconseguir una mobilitat sostenible en les ciutats.

Així doncs, mitjançant diverses fonts s'ha fet una consulta i una anàlisi de l'impacte del patinet elèctric en la societat, amb l'objectiu de determinar la magnitud d'aquest impacte. Aquesta anàlisi mostra l'evolució de la demanda dels vehicles de mobilitat personal (VMP), on s'inclouen els patinets elèctrics. En aquesta es pot apreciar el ràpid creixement en les vendes d'aquests vehicles, on en els darrers anys s'han vist gairebé duplicades per cada any transcorregut.

Una vegada confirmada aquesta evolució en els VMP, s'ha analitzat l'evolució dels patinets elèctrics dins d'aquest grup de vehicles, ja que és el fet que interessa estudiar. Mitjançant fonts externes s'ha pogut dur a terme una comparació d'aquesta evolució entre el 2018 i l'actualitat. Entre aquest interval de temps, el patinet elèctric ha transformat la seva proporció d'ús dins del VMP del 0.78% al 60%, fet que ha suposat un canvi significatiu.

Aquesta anàlisi ha afirmat l'actual i futura tendència creixent d'aquest innovador i eficient vehicle. En vistes de la gran popularitat assolida pel patinet elèctric i la inexistència d'un servei públic que permeti l'estacionament d'aquest, s'ha generat la necessitat de dur a terme una proposta per incorporar un servei públic per poder estacionar el patinet elèctric. Aprofitant

aquesta necessitat, es combinarà aquest punt d'estacionament amb un punt de càrrega, amb la finalitat d'oferir als usuaris un servei més complet.

3 ANÀLISI DE LA UBICACIÓ DELS PUNTS DE CÀRREGA

Aquest estudi s'enfoca en analitzar la població compresa entre els 15 i 34 anys que utilitzen aquest vehicle, ja que és la que els estudis indiquen com a població objectiu, i on també es tindrà present múltiples paràmetres per definir de manera eficient les ubicacions.

El primer paràmetre que s'ha tingut present és la localització de les zones d'interès de la població usuària. Les zones i infraestructures d'oci, esport i educació són les ubicacions de major interès per aquesta població. Per aquesta raó, seran punts a tenir present a l'hora d'ubicar els estacionaments, amb la finalitat de garantir una bona cobertura.

El segon paràmetre és l'accessibilitat a aquestes zones d'interès. Per tal d'analitzar aquest factor, s'ha consultat el document *Normativa i informació sobre els patinets, tricicles i vehicles de mobilitat personal* que forma part de l'Ordenança municipal de circulació de l'Ajuntament de Girona. Aquesta normativa prohibeix la circulació dels patinets elèctrics per les calçades i per les voreres, fet que significa que només queda com a única via de circulació el carril bici. Així doncs, aquest paràmetre permetrà analitzar la viabilitat d'accedir a les zones d'interès mitjançant la xarxa de carril bici.

Per últim, en base a les zones d'interès recollides prèviament i l'anàlisi de l'accessibilitat a aquestes zones, es determinaran les diverses localitzacions on s'implementaran els punts de càrrega i d'estacionament. Per realitzar-ho, s'ha emprat el programa informàtic API ISO4APP que treballa utilitzant el concepte matemàtic de la isòcrona. D'aquesta manera, s'ha obtingut una distribució de **8 punts de càrrega i estacionament** amb la qual s'ha optimitzat la cobertura d'aquest servei arreu de la ciutat. A la Figura 1 es pot observar la distribució dels 8 punts de càrrega i estacionament arreu de la ciutat de Girona.

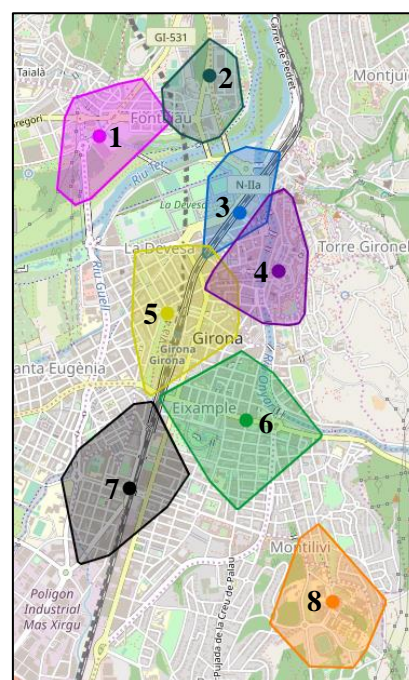


Figura 1: Distribució dels punts de càrrega i estacionament

4 DEFINICIÓ DELS PUNTS DE CÀRREGA

Aquesta definició consisteix en especificar la quantitat de punts d'ancoratge necessaris en cada punt de càrrega.

En primer lloc, mitjançant les dades poblacionals facilitades per l'UMAT (Unitat Municipal d'Anàlisi Territorial) s'ha realitzat una estimació de la població que utilitza el patinet elèctric a la ciutat de Girona. Aquesta estimació de la població usuària és la que s'ha utilitzat per realitzar l'estudi estadístic.

Seguidament, s'ha analitzat quina és la quantitat d'usuaris que són candidats a utilitzar els diversos punts de càrrega i estacionament. Aquesta anàlisi s'ha dut a terme mitjançant un mètode basat en complementaris i emprant el programa GeoGebra.

Finalment, s'ha realitzat un estudi estadístic per acabar de dimensionar el número estimat de punts de càrrega i estacionament. Per fer una estimació d'aquest factor, s'han analitzat les dades conegudes sobre els vehicles elèctrics i els seus estacionaments a la ciutat de Girona, amb la finalitat de dur a terme una comparació amb els patinets elèctrics. La raó per la qual s'ha fet aquesta comparació és pel servei que ofereix i la similitud que presenten ambdós, sent aquests dos de caràcter elèctric i oferint un servei públic totalment gratuït. Així doncs, s'ha arribat a la conclusió que cada punt de càrrega i estacionament disposarà de **5 ancoratges** com a prova pilot.

5 DISSENY DE L'ANCORATGE

Una vegada definides les diferents estacions amb els punts d'ancoratge de cadascuna d'elles, s'han definit el tipus d'ancoratge que es vol utilitzar i com es distribueixen les estacions. Per tal de definir-les, s'haurà de garantir la total seguretat i protecció del patinet, permetre la càrrega de qualsevol tipus de patinet i que l'ús d'aquests sigui simple sense que l'usuari perdi molt de temps en dipositar el seu patinet en l'ancoratge.

D'aquesta manera, s'ha realitzat un **disseny propi de l'ancoratge** per tal d'oferir una solució eficient, fiable i segura pels usuaris. Aquest disseny s'ha efectuat mitjançant el programa de modelització 3D Onshape i es pot veure en la Figura 2.

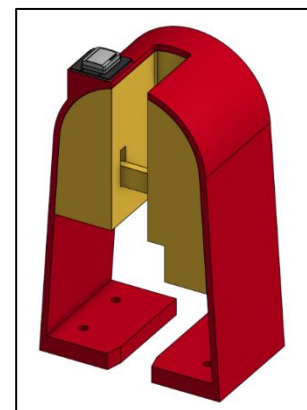


Figura 2: Disseny ancoratge

6 RUTA DE MANTENIMENT

Per últim, s'ha dissenyat una ruta òptima de manteniment que garanteix un recorregut mínim per efectuar el manteniment del conjunt d'estacions de càrrega i estacionament.

Per dur a terme el càlcul d'aquesta ruta s'ha tingut en compte una sèrie de paràmetres de temps, els quals són els temps relatius entre les diferents estacions i els temps de manteniment que es destina a cada estació.

D'aquesta manera, emprant les dades de temps s'ha fet ús dels coneixements relatius a la teoria de grafs i s'ha emprat el programa Grafos. Aquest programa ha permès determinar la **ruta òptima per efectuar un manteniment de les estacions**, assegurant un correcte funcionament de les instal·lacions pels nostres usuaris. Així doncs, s'ha estimat que el temps que es destinarà per efectuar aquesta ruta és de 433 minuts (7 hores i 13 minuts) i la distància recorreguda és de 12.3 quilòmetres.

7 CONCLUSIONS

La memòria d'aquest treball tracta sobre l'estudi que s'ha dut a terme per a la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics a la ciutat de Girona, amb la finalitat d'oferir als usuaris zones on estacionar aquests vehicles.

La naturalesa d'aquest treball va sorgir a partir de la creixent aparició del patinet elèctric a la ciutat de Girona en els darrers mesos. Per tant, en vistes de la gran popularitat assolida pel patinet elèctric i la inexistència d'un servei públic que permeti l'estacionament d'aquest, s'ha decidit estudiar la possibilitat d'implementar punts de càrrega i estacionament pels patinets.

Com a conseqüència d'aquesta popularitat, s'ha obtingut una distribució dels diversos punts de càrrega i estacionament en funció de les zones més freqüentades a la ciutat de Girona de la població a estudiar, obtenint un total de **8 punts de càrrega i estacionament**. Llavors, s'ha generat la problemàtica de dimensionar els ancoratges necessaris a cada estació. Per solucionar-ho, mitjançant un estudi estadístic s'ha decidit que es disposaran de **5 ancoratges** com a prova pilot.

Per altra banda, s'ha decidit realitzar un **disseny propi de l'ancoratge** per tal d'oferir una solució eficient, fiable i segura pels usuaris. La modelització i disseny 3D d'aquest ancoratge ha suposat un repte ja que s'han hagut de complir una sèrie de requeriments per garantir un correcte funcionament del propi ancoratge.

Per últim, s'ha proposat la implementació d'una ruta manteniment de les estacions de càrrega i estacionament. Per efectuar-la, s'ha fet ús dels coneixements relatius a la teoria de grafs i s'ha emprat el programa Grafos amb el qual s'ha determinat la **ruta òptima per efectuar un manteniment de les estacions**, assegurant un correcte funcionament de les instal·lacions pels nostres usuaris.

Com a valoració personal, s'ha de remarcar que aquest treball ha permès reflectir i utilitzar una gran varietat de coneixements que s'han assolit al llarg del grau de GETI. És a dir, aquest treball ha estat estructurat i realitzat de manera que abastés un ventall de camps de l'enginyeria, ja que s'ha modelitzat i dissenyat l'ancoratge mitjançant un programa 3D, s'han emprat diversos estudis estadístics per tal de definir el dimensionat de cada estació, s'han utilitzat eines matemàtiques per definir la ruta òptima de manteniment, s'ha consultat normativa tècnica, normativa legal, s'ha interactuat amb els serveis d'anàlisi territorial i estadística municipals, etc. En definitiva, un projecte enginyeril consisteix en trobar una solució òptima i eficient a un problema consultant els diversos camps de l'enginyeria, quelcom que s'ha fet en aquest treball i ha suposat una gran font d'aprenentatge.