

歐盟提議對自動駕駛汽車進行型式評估批准

[以下原文源於 EETimes](#)

免責聲明：以下轉載文章，所發內容不代表本平台立場。



作者：

埃吉爾·朱利葉森

Egil 在高科技和汽車行業擁有超過 35 年的經驗。最近，他擔任 IHS Markit 汽車技術部門的研究主管。他的最新研究集中在自動駕駛汽車和移動即服務。他是 Telematics Research Group 的聯合創始人，該公司被 iSuppli 收購（IHS 於 2010 年收購了 iSuppli）；在此之前，他與人共同創立了 Future Computing 和 Computer Industry Almanac。此前，Juliussen 博士曾在德州儀器 (TI) 擔任微處理器和 PC 的戰略和產品規劃師。他是 700 多篇論文、報告和會議報告的作者。他獲得了學士、碩士和博士學位。普渡大學電氣工程學位，SAE 和 IEEE

歐盟（EU）於 2022 年 4 月初發佈了針對自動駕駛系統（ADS）車輛的立法草案。本專欄重點介紹 ADS 合規性評估的概述。

歐盟 ADS 立法草案主要有兩部分：ADS 性能要求和 ADS 合規評估。ADS 性能要求規定了自動駕駛汽車在歐洲獲得型式認可必須具備的功能。我的上一專欄概述了 [ADS 性能要求](#)。

ADS 合規性評估規定了自動駕駛汽車（AV）在獲得型式批准之前將如何對其進行評估，審核和測試。

下表簡要概述了這兩個部分之間的差異。立法草案中的章節名稱列於表中——附件 2 用於 ADS 性能要求規範，附件 3 用於 ADS 合規性評估規範。

ADS 功能說明在立法草案中佔了 10 頁。ADS 合規性評估說明部分占 ADS 立法草案的 50 頁，或比 ADS 性能要求大 5 倍。有趣的是，ADS 評估、評估和測試比 ADS 性能要求具有更多的複雜性和規範。

EU Automated Driving System Legislation Overview		
	Key Information	Other Information
ADS performance requirements: Annex 2	• Describes ADS requirements: 5 traffic scenarios • Functional and operational safety requirements • Cybersecurity & software management systems • Event data recorder: Data requirements • Operating manual: Detailed information needed	• Perform entire DDT based on ODD • Safety & Minimum Risk Maneuvers • Based on UNECE WP.29 • 11 listed events, 5 parameters • Part of type-approval documentation
ADS compliance assessment: Annex 3	• Consideration of most relevant ODD scenarios • Assessment and audit of ADS safety concepts • Pass- and fail-criteria to assess ADS safety • ADS modelling & simulation (M&S) • ADS safety performance during deployment	• Extensive ODD assessment details • Details on how assessment will be done • Descriptions of on-road testing • Comprehensive M&S descriptions • ADS report requirements while in service
Data Source: EU-ADS-Legislation-Draft; Table Source: Egil Juliussen, May 2022		

歐盟自動駕駛系統立法快速概覽（來源：Egil Juliussen）（點擊圖片放大）

ADS 性能要求摘要

ADS 要求使用五種流量方案來描述所需的功能。ADS 必須執行所有交通場景的整個動態駕駛任務（DDT）。

它還規定了要滿足的功能和操作安全條件。最小風險操作（MRM）對於避免碰撞和危險情況非常重要。

ADS 還必須具有內置的網路安全和軟體管理系統。需要一個事件記錄器來跟蹤 ADS 的性能。作為型式認可申請的一部分，需要詳細的操作手冊。

ADS 合規評估

上表包含有關 ADS 合規性評估的摘要資訊。關鍵是評估將由型式審批組織執行。ADS 性能的任何要求都可以通過 ADS 合規性評估中指定的型式批准機構執行的測試進行檢查。每輛具有 ADS 功能的車輛都必須通過這些測試，然後才能在歐盟國家銷售。

合規性評估非常複雜，詳細說明瞭如何評估每個 ADS，如下表所示。該表包括立法草案中載有評估說明的部分。

有五個評估類別：操作設計領域（ODD）場景;ADS 系統設計和文檔編製;ADS 安全[道路測試](#);ADS 建模和模擬（M&S）功能;以及 ADS 生命週期內的安全性能。每個評估類別總結如下。然而，描述立法草案的許多評估細節是不可行的。對於此類資訊，讀者必須自己分析 [ADS 立法草案](#)。

ADS Compliance Assessment: By Type-Approval Organization		
	Key Information	Other Information
ODD scenarios: Annex 3, Part 1 8 pages	• Extensive assessment details included • Consideration of most relevant ODD scenarios • Lane change, merging, turning, cross-traffic, etc. • Highways, urban, rural, road users, etc.	• Described in 8 pages of regulation draft • Audit by type-approval organization • Operational safety parameters listed • Includes equations, tables and figures
ADS safety assessment: Annex 3, Part 2 12 pages	• Assessment of ADS safety concept • Documentation of all aspects of the ADS • Verification & tests of functions & safety concept • Safety management system (SMS) • Safety concept reporting to allow traceability	• And audit of safety management system • Brief & evidence of competence • Test based on ADS documentation • Certificate of Compliance: Valid-3 years • Annexed to the type-approval certificate
ADS testing Annex 3, Part 3 8 pages	• Pass- and fail-criteria to assess ADS safety • Tests based on the ODD of the ADS • Tests allowed by simulations, test track maneuvers • Varied on-road tests for traffic events & road users	• Variety of test parameter combinations • Tests: different environmental conditions • May not be based solely on simulation • 13 tests: road & infrastructure variations
ADS modelling & simulation (M&S) Annex 3, Part 4 11 pages	• Principles for credibility assessment for using virtual toolchain in ADS validation for M&S • Defines envelope: ADS assessment virtual tools • Block diagram: ADS M&S assessment framework • M&S framework & technology details & discussion	• Audit 5 M&S features: capability, accuracy, correctness, usability and suitability for ODD & ADS assessment • Graphical relationships of framework • Good data, even for M&S experts
Safety performance Annex 3, Part 5 5 pages	• In-service reporting to demonstrate the safety performance in the field (deployment stage) • Critical occurrences: Immediate reporting • Events related to ADS performance of the DDT • ADS interactions with other road users • ADS technical conditions: maintenance etc. • Identification of new safety-related issues	• Report requirements for ADS performance during service deployment • If ADS vehicle is involved in a crash • 6 occurrences listed • 1 occurrence listed • 3 occurrences listed • Open ended issues
Data Source: EU-ADS-Legislation-Draft; Table Source: Egil Juliussen, May 2022		

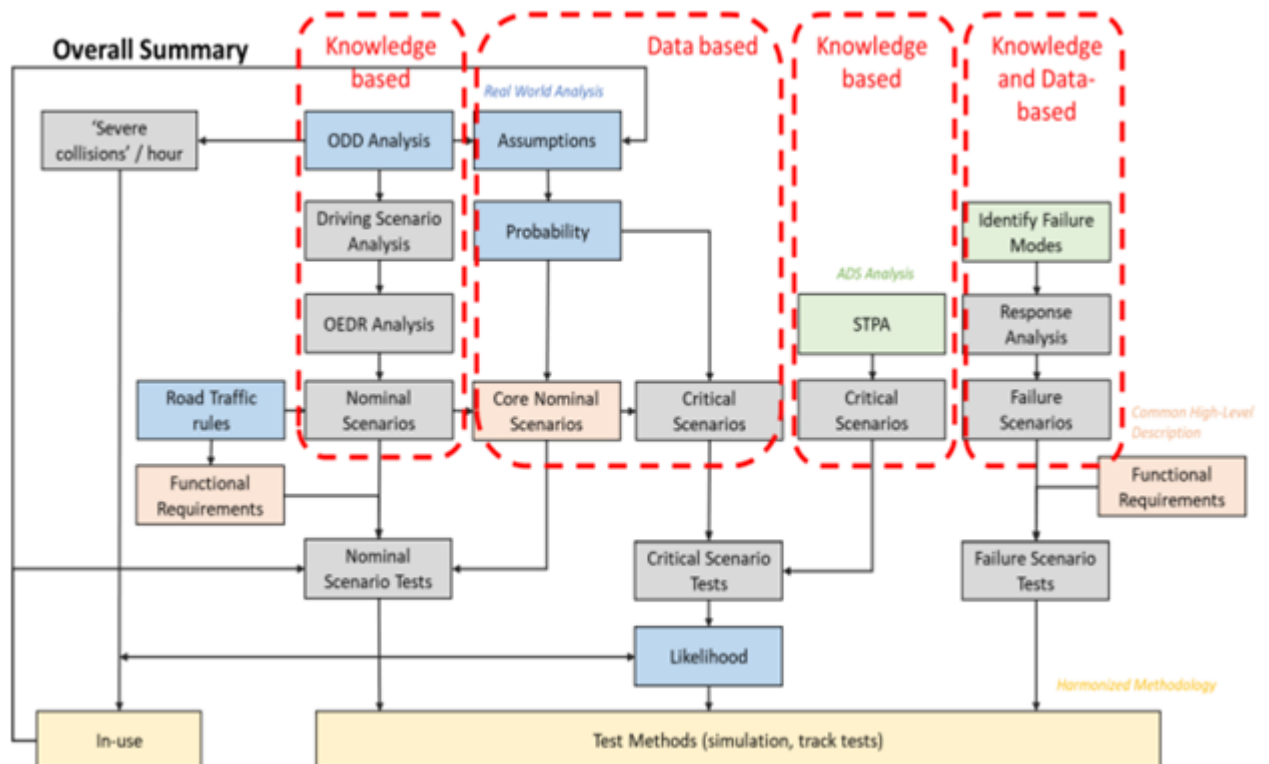
歐盟 ADS 立法評估類別概述（來源：Egil Juliussen）（點擊圖片放大）

奇數情景評估

ODD 場景評估包括車道變換、合併、轉彎、交叉交通和其他駕駛操作等操作的安全參數的詳細資訊。該評估涵蓋不同的駕駛環境，包括高速公路/高速公路，城市和農村道路以及道路使用者的行為。

ADS 立法草案對上一列交通場景中包含的交通場景進行了廣泛的描述：正常，關鍵和故障緊急操作。大部分討論都是在道路 ADS 測試性能期間的預期行為。

下圖顯示了立法草案中包含的評估細節的範例。



推導出與 ADS 的 ODD 相關的情景時應遵循的原則。（資料來源：歐盟 ADS 立法草案，第 21 頁。（點擊圖片放大）

對於 ADS 的 ODD，基於數據的方法和基於知識的方法都可以用來生成相應的流量場景。基於知識的方法利用專業知識來系統地識別危險事件並創建場景。基於數據的方法利用可用數據來識別和分類發生的方案。

ADS 安全概念評估和審核

本節重點介紹 ADS 安全概念的評估和製造商安全管理體系的審核。型式認可機構應當通過有針對性的抽查和測試，根據提交的文件，驗證 ADS 性能要求是否實際落實。

這意味著 ADS 在其 ODD 中以一種在故障（功能安全）和非故障（操作安全）條件下對車輛乘員和其他道路使用者沒有不合理安全風險的方式運行。

- **ADS 文件** — 製造商應提供文件，用於存取 ADS 設計以及 ADS 直接控制的其他車輛系統，以及板外硬體 / 軟體和遠端功能。檔應簡短，但要提供證據，證明設計和開發受益於所涉及的

所有 ADS 領域的專業知識。文檔部分討論了 ADS 軟體，硬體，人機介面（HMI），數據元素，演算法，原理圖，功能操作等各個方面的一長串要求。列出了大約 80 個文件項。不要求複製專有數據，但需要檢查此類資訊。

- **驗證和測試** — 根據 ADS 文檔，型式批准機構應要求進行測試，包括 ADS 功能操作和 ADS 安全概念驗證。型式批准機構應檢查對 ADS 的物件和事件檢測和回應以及決策和 HMI 功能至關重要的場景。驗證結果應與記錄的危害分析摘要相對應，以確認安全概念和執行符合法規要求。
- **安全管理體系** — 製造商應證明其安全管理體系（SMS）具有最新的有效流程、方法、培訓和工具，並在組織內遵循這些流程、方法、培訓和工具，以在整個 ADS 生命週期中管理安全性和持續合規性。設計和開發過程應建立並記錄下來，包括 SMS，需求管理，需求實現，測試，故障跟蹤，補救和發佈。製造商還應確保負責功能/操作安全，[網路安全](#)和其他相關車輛安全學科的製造商部門之間的有效溝通管道。SMS 的合規性證書有效期為三年，除非被撤銷。在適當的時候，製造商必須申請新的或延長現有的 SMS 合規證書。
- **安全概念報告規定** — 製造商對 ADS 安全概念的安全評估報告和安全管理體系的審核應以允許可追溯性的方式進行。型式認可機構應當根據廠家提供的檔，將安全評價結果發給型式認可證書。

ADS 通過-失敗測試

評估 ADS 安全性的通過/未通過標準應基於上一欄中描述的 ADS 能力要求（立法草案附件 2）。這些要求的定義方式是，可以針對一組特定的測試參數、所有與安全相關的參數組合和指定的工作範圍（例如，速度範圍、縱向和橫向加速度範圍、曲率半徑、亮度、車道數）推導出通過/未通過標準。

測試場地應包括與 ADS 的指定 ODD 相對應的特徵。測試必須安全進行，對其他道路使用者沒有任何風險。測試應在不同的環境條件下進行，在 ADS 定義的 ODD 範圍內進行。

應使用任何允許的車輛載荷對目標車輛進行測試。試驗程序開始後，不得進行載荷改變。製造商應通過使用文檔來證明 ADS 在所有負載條件下工作。

型式認可測試可以基於模擬、測試軌道上的機動和真實道路交通上的駕駛測試進行。但是，它可能不僅僅基於計算機類比。

將在測試軌道上完成各種各樣的測試場景，以評估 ADS 的性能 - 包含 13 個測試的清單，其中包含許多測試的變體。指定的測試包括車道保持，車道變換，防撞，緊急制動避免，跟隨引導車輛，另一輛車的车道切入，由於車道內靜止車輛而導致的車道切斷，停車，停車設施導航和特定的高速公路場景。

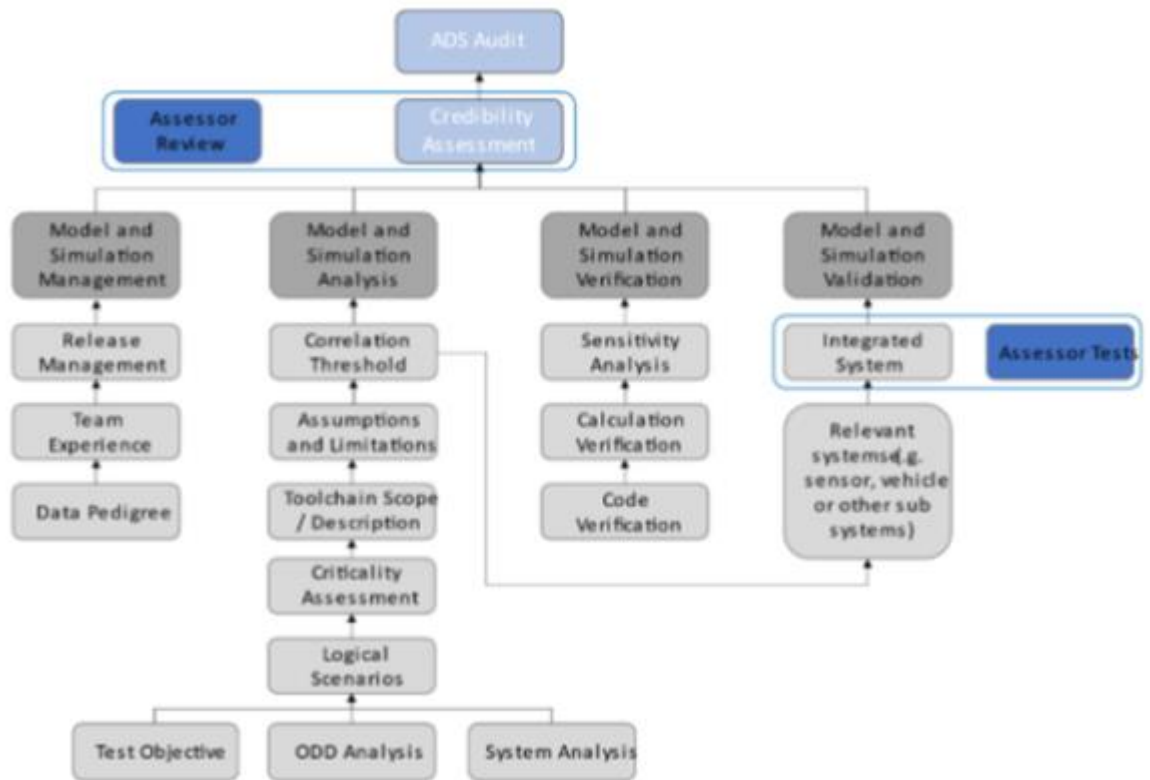
ADS M&S 評估

本節的關鍵是建立一個框架，用於在 ADS 驗證中開發和使用虛擬工具鏈的可靠評估。立法草案列出了五個屬性，以實現併購的可信度：

- **能力：**M&S 可以做什麼，以及與之相關的風險是什麼？
- **準確性：**M&S 如何再現目標數據？
- **正確性：**M&S 數據和演算法的健全性和穩健性如何？
- **可用性：**需要哪些培訓和經驗？
- **適合用途：**M&S 對 ODD 和 ADS 評估的適應性如何？

同時，可信度評估框架必須足夠通用，以用於不同的 M&S 類型和應用。它還定義了如何使用虛擬工具評估 ADS 安全性和功能的範圍。

立法草案包括一個可信度評估框架。該框架提供了一種基於品質保證標準評估和報告 M&S 可信度的方法。下圖顯示了可信度評估框架各組成部分之間關係的圖形表示。



可信度評估框架各組成部分之間的關係。（資料來源：ADS 立法草案，第 54 頁）（點擊圖片放大）

在此圖之後，ADS 立法草案對 M&S 技術問題進行了超過六頁的討論，包括多個管理問題，數據輸入，數據品質，建模假設，模型驗證，代碼驗證，驗證和準確性。

最後一個 M&S 部分是對文檔結構的討論，其中突出了兩個專案：

- 製造商應出示一份檔（“模擬手冊”），旨在為所提出的主題提供證據。
- 文檔應在 M&S 利用的整個生命週期內進行維護。

本節包含有關 M&S 技術的廣泛討論，在本專欄中涵蓋所有細節是不可行的。它應該由該領域的專家進行研究。

ADS 使用壽命安全性能評估

本節重點介紹在 ADS 的存留期部署期間所需的內容。從本質上講，當意外的 ADS 事件發生時，這是製造商的報告職責。有兩種類型的報告事件：非關鍵事件和關鍵事件。

嚴重發生是指 ADS 在與至少一名需要醫療援助的受傷人員發生碰撞時發生碰撞的事件，或者對 ADS 車輛，其他車輛或靜止物體的物理損害超過一定閾值的事件。製造商必須立即將關鍵事件通知型式批准機構、市場監督機構和歐盟委員會。

製造商應在一個月內報告製造商必須補救的任何短期事件，如下表所述。下表是立法草案中表格的副本。

我對這張表有一個不同意見：[網路安全漏洞](#)太重要了，應該在一個月內報告，而不是在一年內報告。

Occurrences for ADS In-Service Reporting		
Occurrence	Short-term (1 mo.)	Periodic (1 yr.)
Occurrences related to ADS performance of DDT: • Safety critical occurrences known to ADS manufacturer or OEM • Occurrences related to ADS operation outside ODD • Occurrences related to ADS failure to achieve MRM when necessary • Communication-related occurrences: Relevant to ADS safety concept • Cybersecurity related occurrences • Interaction with remote operator: Related to ADS or vehicle failure	Yes Yes Yes No No, but should be No	Yes Yes Yes Yes Yes Yes
Occurrences related to ADS interaction AV users: • User-related occurrences: User errors, misuse, misuse prevention	No	Yes
Occurrences related to ADS technical conditions: maintenance & repair • Occurrences related to ADS failure: Remote operator assistance request • Maintenance and repair problems • Occurrences related to unauthorized modifications-tampering	No No No	Yes Yes Yes
Occurrences related to identification of new safety-relevant scenarios	Yes	Yes
Data Source: EU-ADS-Legislation-Draft; Table Source: Egil Juliussen, May 2022		

短期事件的示例製造商必須在一個月內向歐盟委員會報告。（資料來源：Egil Juliussen）（點擊圖片放大）

ADS 遵守評估摘要

ADS 合規性評估部分詳細介紹了型式認可組織將如何評估 ADS 功能並評估其是否符合歐盟法規。

第一項任務是評估 ODD 道路方案，包括城市、農村和高速公路。ODD 評估包括常見的操作，如車道變換，合併，逆行轉彎，交叉交通和其他駕駛任務。

第二部分是 ADS 安全概念的審核和評估，包括製造商提供的所有 ADS 文檔。製造商的安全管理體系也經過審核。

第三個元素是對將要執行的駕駛測試的描述。這些是評估 ADS 在各種駕駛情況下的安全性的通過或失敗測試。

第四項評估是研究製造商已經執行的 M&S 以及 M&S 系統的能力。本節非常全面，提供了廣泛的技術建議，以獲得成功的型式認可。

最後一次合規性評估是在部署后跟蹤 ADS 性能。它包括必須跟蹤並報告給型式認可組織以保留車輛的型式認證的資訊。

ADS 合規性評估非常出色且非常完整。我沒有看到任何接近 ADS 立法草案的品質和完整性的東西。各個 AV 領域的專家肯定會找到需要改進的主題，但這是一個可靠的建議。

有什麼影響？

歐盟 ADS 立法草案涉及包括個人 AV 在內的所有 AV 用例，使其成為一項非常雄心勃勃且有影響力的監管提案。它指定了汽車 OEM 和服務提供者的 ADS 要求和性能，但沒有指定要使用的技術。ADS 的 ODD 將決定 AV 用例。

關於如何進行 ADS 評估的描述非常完整，可能會為幾位 AV 工程師和高管帶來許多不眠之夜。從我的角度來看，M&S 部分尤其令人印象深刻，可能會影響 AV 行業如何全面使用模擬和建模來設計，開發，測試和部署 ADS 車輛。

與歐盟不同，美國不使用型式批准程式來確定車輛是否可以出售。相反，每個汽車 OEM 都自我證明車輛模型已準備好安全使用和銷售。因此，型式認可程式對在美國銷售的車輛的直接影響有限。但間接影響將是巨大的，因為美國原始設備製造商將參與歐洲 ADS 細分市場，並需要型式批准。

也許 AV 的引入是在美國使用型式認證程序的時候了。對於原始設備製造商來說，這將是一個非常不受歡迎的決定，他們可能會為此進行一場大戰。也許這是一個需要大量討論的問題，並可能成為未來的話題。