https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N5

Using Airborne LiDAR to assess the condition of an archaeological sites: a case study

Todor Todorov[1]

[1] University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Department of Applied Geophysics, e-mail: todorov@pentod.com

Key words: airborne LiDAR, applied geophysics, archaeological research, aerial photography, settlement mound

Abstract: Although discovered more than 60 years ago and used in many areas, LiDAR technology began to be used more widely in archeology after 2012. The discovery using airborne LiDAR of previously unknown large settlement formations from the Maya era in the almost impenetrable forests of Mexico and Belize proves the advantages of the method in an indisputable way. However, due to the high cost, there are limitations to its application. But in the last few years, with the development of LiDAR systems carried by drones, this research has become readily available. Although in most cases they serve to discover archaeological sites, they can also be successfully applied in the study of already known ones. Same as the case examined in the current report. The settlement mound Razkopanitsa near the village of Manole is famous for the unique findings discovered by the archaeologist Petar Detev during its partial excavations in 1946 and 1964-66. In order to initiate the archaeological investigation again, it is necessary to establish the mound's exact dimensions. Currently, the mound is located in a wooded area and overgrown with bushes and trees, so there are restrictions on the mechanical removal of vegetation. The research carried out with LiDAR mounted on a drone and the resulting 3D model of the terrain not only meets the set tasks, but also undeniably proves the advantages of the method.

Използване на въздушен LiDAR за оценка състоянието на археологически обекти: случай от практиката

ТодорТодоров[1]

[1] Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", Катедра „Приложна геофизика", e-mail: todorov@pentod.com

Ключови думи: Въздушен LiDAR, приложна геофизика, археологически проучвания, въздушна фотография, селищна могила

Въведение

LiDAR (от light detection and ranging) е метод за измерване на разстояние посредством отражението на лазерен лъч насочен към определен обект. Разработена е за военни цели през 1961 г. В момента LiDAR технологията се използва в градското планиране, метеорологията, минното дело, археологията и много други области. За обследване на земната повърхност от въздуха тези устройства се монтират на летателни апарати (самолет, хеликоптер или дрон) – въздушно заснемане с LiDAR.

При генериране на голяма количество импулси повече 200 000 pts/s се получава облак от точки, чиято последваща обработка дава възможност да се получат прецизни 3D карти на района като се реконструират два модела. Дигитален модел на повърхността DSM (Digital Surface Model), с всички разположени обекти на нея, и дигитален модел на терена DTM (Digital Terrain Model), представляващ реалния основен терен (Цветкова, 2018). В повечето случай DTM модела е напълно достатъчен да се открият археологическите обекти. Но дори при слабо гористи местности може да има проблем за тяхното идентифициране. В случая е препоръчително да се използва DFM (Digital Feature Model). DFM е решетъчен повърхностен модел, който е продукт на специфична за археологията обработка на данни от LiDAR. Съвременните сгради са включени в DFM, за да могат да бъдат разпознати и премахнати (Benjamin and Lozic, 2022).

Първите опити за прилагането на LiDAR в археологията започва в началото на настоящия век. Истинско признание метода обаче получава няколко години по късно когато се правят проучвания в района на Мезоамерика в територии обитавани в миналото от маите, днес покрити с труднодостъпни гори (Chase at all., 2012). През април 2009 г. е направено въздушно заснемане LiDAR до Каракол в Белиз е открит неизвестен до този момент градски център на маите обхващащ площ от приблизително

https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N5

200 km^2 (Chase at all., 2012). През 2011 г в района на езерото Панциуаро, Мексико по същия начин е открито е неизвестно до сега селищно образувание състоящо се от стотици жилищни групи от времето на империята Пурепеча (Chase at all., 2012). В България все още LiDAR проучванията свързани с археологията не са широко застъпени. През 2018 г., по задание на НАИМ – БАН, е извършено проучване по темата. Заснети са 14 археологически обекта с LiDAR монтиран на самолет и е актуализирана археологическата карта на Б ългария (Нехризов, 2018).
Има множество програми за обработка на облаци от точки получени от LiDAR. След доста задълбочено проучване (Lozic and Stular, 2021) правят анализ на грешките, които се допускат при тази обработка и тяхното влияние върху крайния резултат. На тази база те предлагат „Специфичен за археологията процес на обработка на данни от въздушен LiDAR“. Разработен е плъгин за приложение в археологията за Open LiDAR Toolbox към QGIS – програма с отворен код (Stular et al., 2021). По същата тема Фьоручи (Fiorucci et al 2022) предлага два нови автоматизирани метода за анализ базирани на центроид и на пиксели.
В основата си тези изследвания се правят да се открият нови археологически обекти. Но в същото време методът е подходящ за проучване на вече разкрити обекти както и за планиране на разкопки. Конкретния случай касае изследване на частично проучен археологически обект разположен в горски терен, като целта е да се определят реалните му граници и състояние.

Използване на LiDAR за оценка на състоянието на археологически обект селищна могила Разкопаница, с. Маноле

Селищна могила Разкопаница се намира на 1,5 km южно от с. Маноле. Проучена е частично от Петър Детев. Първоначално през 1946 г. (Детев, 1950) и втори път през периода 1964 – 1966 г. (Детев, 1980). Открити са много и различни керамични съдове, сечива, инструменти, оръжия и др. от периода на късната бронзова и ранната желязна епоха. Малка част от тях са изложени в РАМ Пловдив, а останалите се съхраняват във фонда на музея. Някои от тях са уникални за България. През 90-те години на миналия век част от насипа на могилата е изкопан противозаконно. В момента в изкопа ясно личи стратиграфията, а в различните слоеве има много части от керамични съдове, кости и др. (фиг. 1 – вляво).



Фигура 1. Разкопаница: вляво – изкоп (Т. Тодоров 2023 г.); вдясно – снимка с дрон (Т. Тодоров 2023 г.).

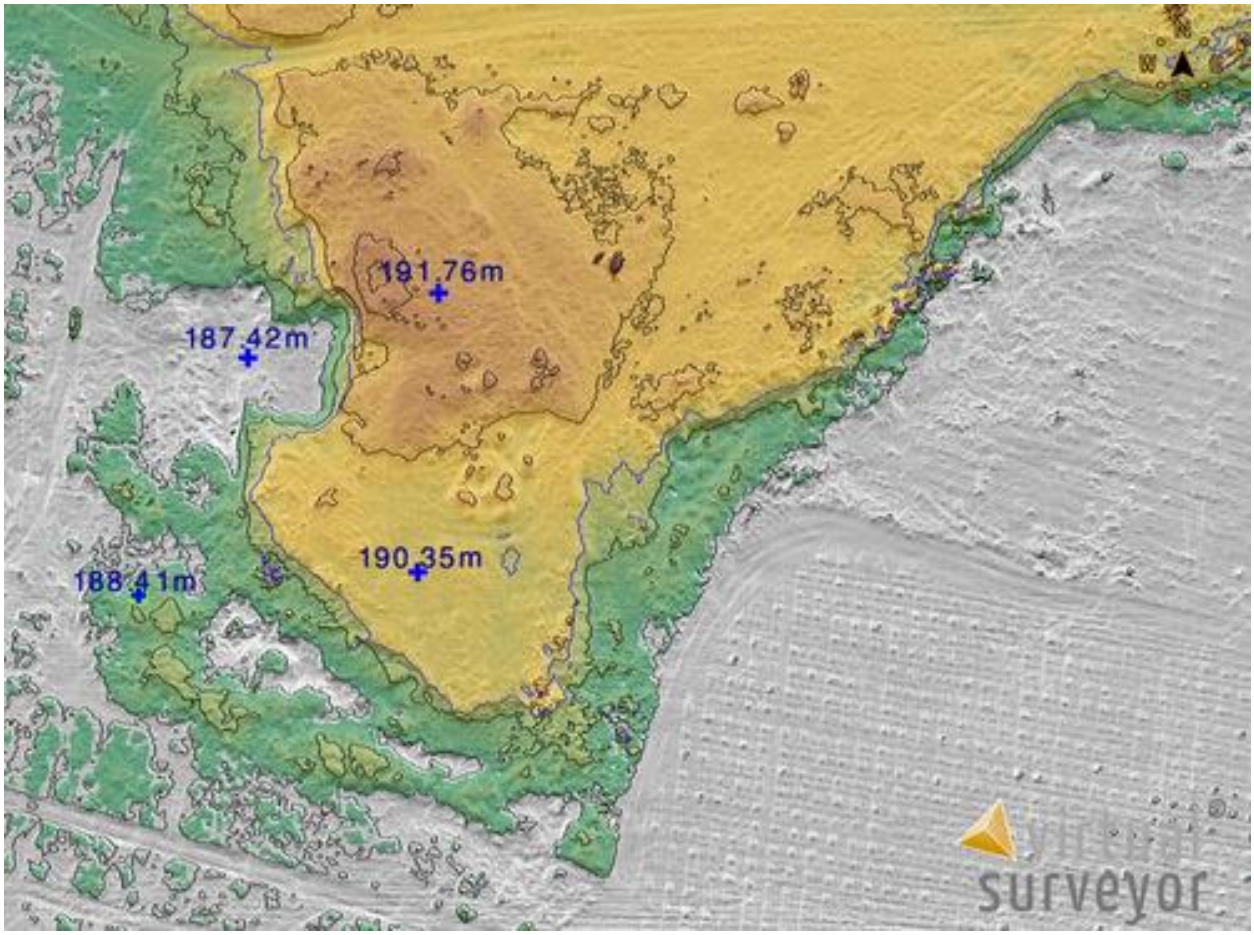
Обектът е обрасъл с храсти и дървета (фиг. 1 – вдясно) и това не позволява до се установят точните му граници. В материалите от разкопките няма точно описани координати на проучената част. Възниква необходимоста да се извърши оценка на реалното състояние, на база на което да се вземе решение за по нататъшното проучване. Механичното почистване на разстителността е скъпо и трудно осъществимо, поради факта, че обектът се намира в горска територия. В случая заснемането с лидар се явява като най подходящ метод, които би могъл да даде необходимата информация.
За проучването е използван дрон DJI MATRICE 300 RTK с камера DJI ZENMUSE L1 (фиг. 2 – вляво) със следните параметри: LiDAR модул, RGB камера – 20 MP; IMU – 0.025° (накланяне/навеждане) / 0.08° (завиване); вертикална точност: 5 cm; хоризонтална точност: 10 cm; точкова скорост: 240,000 pts/s (480,000 pts/s при повторно заснемане); обхват на регистриране: 450 m.

https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N5



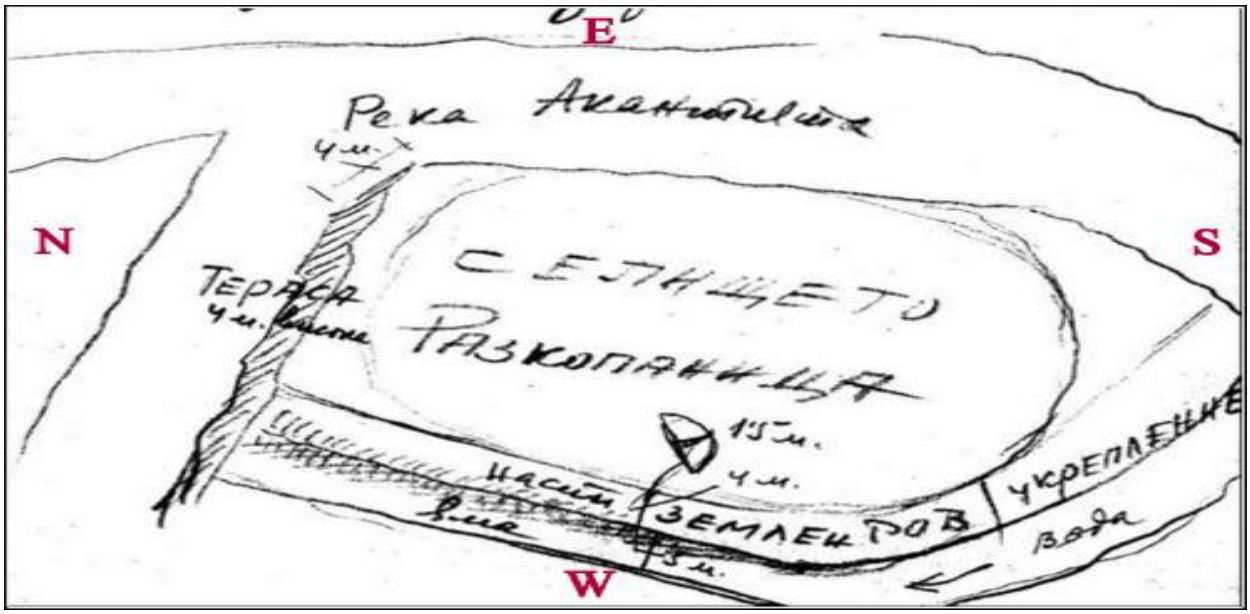
Фигура 2. Вляво: MATRICE 300 с LiDAR (Т. Тодоров 2023 г.); вдясно: DTM на Разкопаница (Т. Тодоров 2023 г.).

След заснемането облака от точки беше обработен със програмата Virtual Surveyor. Тази програма не е специализирана за археология, което и не е и необходимо в случая, защото не трябва да се разпознават обекти а е нужно само да се премахне растителността. Първоначално е получен DTM на заснетата площ (фиг. 2 – вдясно). След това са очертани основните и спомагателни контури на терена. Въведени са цветови нюанси в зависимост от различниата надморска височина. Така получения 3D височинен модел дава много добра нагледна информация. Основния терен е с кота 187 m. Оформенена е една с 3 m по-висока тераса с приблизителна площ 5000 m^2. Както и участък от нея с площ около 2000 m^2 с височина 4 m (фиг. 3). Тези данни, сравнени с описаното от Детев (фиг. 4), дават основание да се заключи, че тази част от могилата по всяка вероятност не е проучена напълно. Същото може да се каже и за южната по-ниска част на терасата (3м) граничеща с нерегламентирания изкоп, тъй като и в този участък има видими следи от културния пласт с множество керамика в него.



Фигура 3. 3D височинен модел на на Разкопаница (Т. Тодоров 2023 г.).

https://doi.org/10.48368/bgs-2023.1.N5



Фигура 4. Скица на Разкопаница през 1964 г. (Детев, 1980).

Заключение

Проведеното заснемане с LiDAR на археологически обект Разкопаница при село Маноле и получените резултати дават изключително точна представа за терена. Всяка една точка с размер от 1 cm може да бъде определена с географски координати и надморска височина. Това с друг метод е практически невъзможно да се постигне. Тези данни дадат информация за моментното състояние на обекта и могат да послужат за планиране и провеждане на археологически разкопки в бъдеще.

Поради тази причина това изследване може да се приеме като положителен пример за прилагане на въздушно заснемане с LiDAR за получаване на информация за вече известен археологически обект. По безспорен начин се доказа ефективността му при терен покрит с храсти и дървета. В същото време е без алтернатива като метод. Във финансово изражение самото заснемане е в рамките на няколкостотин лева, а програмата за обработка е безплатна.

Заснемането с LiDAR, както и всички останали методи за геофизично проучване на археологически обекти трябва да започнат да се прилагат масово в България, предшествайки археологическите разкопки. Това ще доведе до правилното планиране, получаване на бързи резултати, намаляване на финансовите разходи и опазване на структурите на обектите от повреждане.

Литература

Детев, П. 1980. Монография „Разкопаница“. София.

Детев, П. 1950. Селищна могила Разкопаница. ИАИ VXII София, стр.171-191.

Нехризов, Г. 2018. Проект „Археологическа карта на България“. Българско е-Списание за Археология, бр. 2, стр. 201-204.

Цветкова, Ю. 2018. ГИС и тракология. Приложения на Географските информационни системи в изследванията на тракийската история. Изд. „Св. Климент Охридски“ София, стр. 32.

Chase, A., D. Chase, C. Fisher, J. Weishampel. 2012. Geospatial Revolution and Remote Sensing LiDAR in Mesoamerican Archaeology. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(32), 12916-12921.

Fiorucci, M., W. Verschoof-van der Vaart, P. Soleni, B. Le Saux, A. Traviglia. 2022. Deep Learning for Archaeological Object Detection on LiDAR: New Evaluation Measures and Insights. Remote Sens, 14 (7), 1694.

Lozic, E., B. Stular. 2021. Documentation of Archaeology-Specific Workflow for Airborne LiDAR Data Processing, Geosciences, 11(1), 26.

Stular, B., S. Eichert, E. Lozic. 2021. Airborne LiDAR Point Cloud Processing for Archaeology. Pipeline and QGIS Toolbox. Remote Sens, 13(16), 3225.